

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 1 de 12</b>

21.1

<b>FECHA</b>	miércoles, 30 de agosto de 2023
--------------	---------------------------------

Señores  
**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA**  
 BIBLIOTECA  
 Fusagasugá

<b>UNIDAD REGIONAL</b>	Sede Fusagasugá
<b>TIPO DE DOCUMENTO</b>	Trabajo De Grado
<b>FACULTAD</b>	Ingeniería
<b>NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO</b>	Pregrado
<b>PROGRAMA ACADÉMICO</b>	Ingeniería Electrónica

El Autor(Es):


<b>APELLIDOS COMPLETOS</b>	<b>NOMBRES COMPLETOS</b>	<b>No. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN</b>
Barrera Triana	Sebastián	1069751644

Director(Es) y/o Asesor(Es) del documento:

<b>APELLIDOS COMPLETOS</b>	<b>NOMBRES COMPLETOS</b>
Torres Quiñones	Lina María
Barrero Sánchez	Faider Humberto

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
 Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
 NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 2 de 12</b>

### TÍTULO DEL DOCUMENTO

Desarrollo y postulación de productos de nuevo conocimiento y apropiación social del conocimiento, derivados del prototipo del proceso de hidrotreatmento para la obtención de ácidos grasos de origen animal

<b>AÑO DE EDICION DEL DOCUMENTO</b>	<b>NÚMERO DE PÁGINAS</b>
30/08/2023	93

### DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS (Usar 6 descriptores o palabras claves)

<b>ESPAÑOL</b>	<b>INGLÉS</b>
1.Hidrotreatmento	Hydrotreating,
2.Diésel renovable	Renewable diesel
3.Diésel verde	Green diesel
4.Ácidos grasos	Fatty acids
5.Biocombustibles	Biofuels.
6.Grasa animal	Animal fat

### FUENTES (Todas las fuentes de su trabajo, en orden alfabético)

É. F. C. C. P. M. C. S. Carlos Peña, «biocombustibles avanzados procesos de hidrotreatmento[en línea ],» junio 2013. [En línea]. Available: [https://www.sic.gov.co/sites/default/files/files/Propiedad%20Industrial/Boletines\\_Tecnologicos/Bocombustibles\\_Avanzados.pdf](https://www.sic.gov.co/sites/default/files/files/Propiedad%20Industrial/Boletines_Tecnologicos/Bocombustibles_Avanzados.pdf).

D. P. V. D. A. J. E. Galvis Pinzón, «Universidad San Buenaventura Colombia,» 20 julio 2017. [En línea]. Available: <http://hdl.handle.net/10819/4533>.

I. E.-M. R. M. Balan-Chan, «SCIELO,» 14 febrero 2018. [En línea]. Available: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-97532018000100005&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-97532018000100005&script=sci_arttext).

O. A. O. Oyola, «Universidad de Antioquia,» 2020. [En línea]. Available: <http://hdl.handle.net/10495/16115>.


M. C. Álvarez, L. J. H. Marín y L. G. Z. Camargo, «Scielo; Modelado del proceso de hidrotreatmento de diésel,» 27 noviembre 2012. [En línea]. Available: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-100X2012000200002](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-100X2012000200002). [Último acceso: abril 2023].

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca

Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414

[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)

NIT: 890.680.062-2

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 3 de 12</b>

C. A. G.-F. J. R. S. Meliza Plazas-González, «science direct,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652618306073>.

N. O. J. W. Mustika Ruangudomsakul, «science direct,» 2021. [En línea]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.mcat.2021.111422>..

V. P. CA Scaldaferrri, «Producción de diesel verde a partir de la mejora del líquido de cáscara de nuez de marañón,» 18 mayo 2019. [En línea]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.04.057>.

E. K. Sotiris Lycourghiotis, «science direct,» 2021. [En línea]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.08.059>..

C. Arias, «Repositorio Universidad de Cundinamarca,» 26 abril 2023. [En línea]. Available: <https://hdl.handle.net/20.500.12558/4875>. [Último acceso: 26 abril 2023].

SIC, «Superintendencia Industria y Comercio,» 2022. [En línea]. Available: <https://www.sic.gov.co/>.

J. P. Pariente, Biocombustibles, Mexico: Fondo de cultura económica, 2016.

A. C y C. E, «biocombustibles de primera generacion,» REvista peruana de Quimica y de ingenieria Quimica, vol. 18, nº 2, p. 12, 2015.

L. B. Fabiola Serna, «scielo,» 28 enero 2011. [En línea]. Available: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-27242011000100009> . [Último acceso: marzo 2023].

M. S. D. M. A. V. Fernando Daniel Ramos, «repositorio institucional CONICET digital,» 01 ENERO 2016. [En línea]. Available: <http://hdl.handle.net/11336/25791>. [Último acceso: MARZO 2023].

V. G. Q. Edmar SAlinas Callejas, «Redalyc.org; el cotidiano,» octubre 2009. [En línea]. Available: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=32512739009>. [Último acceso: marzo 2023].

M. A. R. L. S. F. R. C. M. F. P. Cláudia JS Cavalcanti, «Simulación del proceso de hidrotratamiento de aceite de soja para la producción de diésel verde,» 13 febrero 2022. [En línea]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.clce.2022.100004>.

F. T.-Z. R. S.-B. D. Martínez-Romero, «Obtención de diesel verde mediante hidrotratamiento de aceite no comestible,» 16 enero 2013. [En línea]. Available: <http://repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/11303>.

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 4 de 12</b>

J. R. S. Holmgren, «fedepalma.org,» 01 enero 2010. [En línea]. Available: <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/1581>. [Último acceso: 2023].

J. F. V. Manco, «universidad Nacional de Colombia,» 2014. [En línea]. Available: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/55709>.

M. C. Á. Martínez y L. J. H. Marín, «instituto colombiano de petroleo (ICP),» 27 NOVIEMBRE 2012. [En línea]. Available: [https://www.researchgate.net/profile/Magda-Alvarez-Martinez/publication/262503859\\_Diesel\\_hydrotreating\\_process\\_modelling/links/548b98570cf2d1800d7db8c3/Diesel-hydrotreating-process-modelling.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Magda-Alvarez-Martinez/publication/262503859_Diesel_hydrotreating_process_modelling/links/548b98570cf2d1800d7db8c3/Diesel-hydrotreating-process-modelling.pdf).

L. F. R. V. y. M. J. H. Sánchez, «J.gate,» 2021. [En línea]. Available: <https://org.ucundinamarca.basesdedatosezproxy.com/10.1007/s12155-020-10183-y>.

P. Liu, C. Chen, M. Zhou, J. Xu, H. Xia, S. Shang y J. Jiang., «J.Gate,» 12 febrero 2021. [En línea]. Available: <https://doi.org/10.1039/D1SE00104C>.

J. G. T. y. T. W. M. Paulo André Cremonez, «J.Gate,» 2020. [En línea]. Available: <https://doi.org/10.1021/acs.energyfuels.0c03805>.

Y. H. T.-Y. y. D. D. Muhammad Fadhli Kamaruzaman, «J.Gate,» marzo 2020. [En línea]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2020.105476>.

S. J. y. S. Darbha, «energy & fuels,» 1 diciembre 2018. [En línea]. Available: <https://doi.org/10.1021/acs.energyfuels.8b03588>.

L. Z. y. A. Lawal, «ACS publications,» 5 diciembre 2014. [En línea]. Available: <https://doi.org/10.1021/ef502258q>.

E. D. C. T. D. S. V. W. G. M. F. P. T. P. y. R. L. M. Jacob S. Kruger\*Orcid, «ACS publications,» 22 agosto 2017. [En línea]. Available: <https://doi.org/10.1021/acs.energyfuels.7b01867>.

S. K. Arsia Afshar Taromi, «science direct,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378382017310639>.

M. I. P. A. R. M. S. G. T. M. Kronfeld Alexandra, «Producción de diésel renovable para uso como biocombustible,» 2018. [En línea]. Available: <https://hdl.handle.net/20.500.12008/22122>.


G. Z. y. V. K. MG Borkowski, 2 julio 2012. [En línea]. Available: [10.1109/ISSST.2012.6227997](https://doi.org/10.1109/ISSST.2012.6227997).

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca

Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414

[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)

NIT: 890.680.062-2

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 5 de 12</b>

E. S.A, «proceso para la obtencion de deisel apartir de aceites vegetales o animales por hidrotratamiento con tiempos de residencia reducidos y productos obtenidos a partir del mismo». Colombia Patente 07126779, 29 noviembre 2007.

F. G. L. L. M. T. J. E. Monsalve Guzman Alexander, «google patents,» 14 febrero 2013. [En línea]. Available: <https://patents.google.com/patent/WO2013021334A1/es?q=hidrogenaci%C3%B3n+en+grasas>.

T. J. A. Gudde Nicholas John, «google patents,» 11 octubre 2011. [En línea]. Available: <https://patents.google.com/patent/ES2365873T3/es?q=hidrotratamiento+acidos+grasos&oq=+hidrotratamiento+acidos+grasos>.

M. JUKKA, «google patents,» 22 julio 2015. [En línea]. Available: <https://patents.google.com/patent/ES2550259T3/es?q=proceso+de+hidrotratamiento&oq=proceso+de+hidrotratamiento+>.

A. C. L. Ornelas Gutierrez Carlos Elias, «WIPO patents,» 11 abril 2012. [En línea]. Available: [https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=US82139213&\\_cid=P11-KU6MBU-96500-1](https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=US82139213&_cid=P11-KU6MBU-96500-1).

T. LOUISE, «WIPO patents,» 18 noviembre 2009. [En línea]. Available: [https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=AR5428890&\\_cid=P11-KU6LQA-86634-1](https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=AR5428890&_cid=P11-KU6LQA-86634-1).


P. ABDUL, «WIPO patents,» 18 noviembre 2009. [En línea]. Available: [https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=AR5428891&\\_cid=P11-KU6LW4-89279-2](https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=AR5428891&_cid=P11-KU6LW4-89279-2).

J. W. SHABAKER, «WIPO patents,» 17 noviembre 2015. [En línea]. Available: [https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=ES154527474&\\_cid=P11-KU6LW4-89279-2](https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=ES154527474&_cid=P11-KU6LW4-89279-2).

L. F. R. Verduzco, «WIPO patents,» 02 abril 2020. [En línea]. Available: [https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=US291928044&\\_cid=P11-KU6M21-92051-1](https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=US291928044&_cid=P11-KU6M21-92051-1).

I. M. D. PETROLEO, «WIPO patents,» 27 marzo 2020. [En línea]. Available: [https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=CA291890994&\\_cid=P11-KU6M21-92051-1](https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=CA291890994&_cid=P11-KU6M21-92051-1).

M. d. M. y. Energia(MME), 10 septiembre 2014. [En línea]. Available: [https://www.minenergia.gov.co/documents/10192/24104363/280519\\_1120619\\_Pr](https://www.minenergia.gov.co/documents/10192/24104363/280519_1120619_Pr)

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 6 de 12</b>

oyecto+Resoluci%C3%B3n+Calidad+Diesel-Biodiesel\_MADS\_MME\_publicacion.pdf/baa26d48-1481-4cd9-97ff-050d1c0d31ac.

L. R. Ariza, «UGR Emprendedora,» 1 junio 2017. [En línea]. Available: <https://ugremprendedora.ugr.es/viabilidad-de-proyectos/#:~:text=El%20estudio%20de%20viabilidad%20t%C3%A9cnica,desarrollar%20eficientemente%20nuestros%20productos%2Fservicios..> [Último acceso: 2023].

«INFINITIA Industrial Consulting,» 28 octubre 2021. [En línea]. Available: <https://www.infinitiaresearch.com/noticias/estudio-de-viabilidad-de-un-proyecto-como-realizarlo/>.


a. team, «Manos Verdes,» 01 11 2021. [En línea]. Available: <https://www.manosverdes.co/combustibles-alternativos-usados-en-colombia/>.

EcuRed, «Combustibles Alternativos,» [En línea]. Available: [https://www.ecured.cu/Combustibles\\_alternativos](https://www.ecured.cu/Combustibles_alternativos).

C. A. C. Díaz, «Producción de diésel renovable mediante hidrotreatmento de ácidos grasos derivados de residuos animales (informe #6),» Fusagasugá; Medellín, 2022. P. A. M. Avila, «Universidad de Cundinamarca; Repositorio Institucional,» 26 04 2023. [En línea]. Available: <https://hdl.handle.net/20.500.12558/4871>. [Último acceso: 2023].

C. N. H. Martinez, «Universidad de Cundinamarca,» 26 04 2023. [En línea]. Available: <https://hdl.handle.net/20.500.12558/4878>. [Último acceso: Mayo 2023].

A. Urrego, «COMERCIANTES AGRÍCOLAS DEL MUNDO SE EMPIEZAN A BENEFICIAR DEL AUGE DEL DIÉSEL VERDE,» 30 marzo 2021. [En línea]. Available: <https://www.agronegocios.co/agricultura/comerciantes-agricolas-del-mundo-se-empiezan-a-beneficiar-del-auge-del-diesel-verde-3146756>.

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 7 de 12</b>

## RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS

(Máximo 250 palabras – 1530 caracteres, aplica para resumen en español):

Este trabajo realiza un estudio de viabilidad técnica enfocado en el diseño de una planta piloto para la producción de un biocombustible tipo diésel mediante hidrotreatment aplicado en ácidos grasos obtenidos de residuos animales, al producto obtenido en la etapa final del proceso se le denomina diésel renovable o diésel verde, este proyecto tiene como objetivos postular un artículo científico tipo C en una revista indexada y la postulación de una patente de invención ante la Superintendencia de Industria y Comercio, es importante resaltar que el proyecto macro ha sido desarrollado por la Universidad de Cundinamarca en colaboración con la Universidad de Antioquia.


Se realizó una investigación a profundidad de todos los avances tecnológicos desarrollados a nivel nacional e internacional, enfocados en nuevos procesos con aplicación industrial para la producción de diésel renovable mediante hidrotreatment, este es el proceso en el que se enfoca la investigación para el correcto desarrollo y postulación de la patente de invención. El análisis del proceso simulado y del producto que se espera obtener denominado diésel verde genera la necesidad de proteger su valor intelectual por medio de una patente, para esto se realizó una búsqueda de patentes las cuales se pueden encontrar en bases de datos, comparando el nivel competitivo industrial del prototipo con procesos o diseños ya aprobados, razón por la cual este tipo de procesos se pueden contemplar en el área de nuevo conocimiento y generando con las postulaciones una apropiación social del conocimiento.

Con este proyecto se busca presentar los estudios pertinentes donde se muestre la viabilidad tanto como del prototipo y su funcionamiento al aplicar el proceso de hidrotreatment e identificar si este proceso es novedoso y capaz de alcanzar una producción a nivel industrial.

This work carries out a technical feasibility study focused on the design of a pilot plant for the production of a diesel-type biofuel through hydrotreatment applied to fatty acids obtained from animal waste, the product obtained in the final stage of the process is called renewable diesel or green diesel, this project aims to submit a type C scientific article in an indexed journal and the submission of an invention patent before the Superintendence of Industry and Commerce, it is important to highlight that the macro project has been developed by the University of Cundinamarca in collaboration with the University of Antioquia.

An in-depth investigation of all the technological advances developed nationally and internationally was carried out, focused on new processes with industrial application for the production of renewable diesel through hydrotreatment, this is the process in which the investigation is focused for the correct development and application of the



	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 8 de 12</b>

invention patent. The analysis of the simulated process and the product that is expected to be obtained called green diesel generates the need to protect its intellectual value through a patent, for this a patent search was carried out, which can be found in databases, comparing the level industrial competitiveness of the prototype with already approved processes or designs, which is why this type of process can be contemplated in the area of new knowledge and generating with the applications a social appropriation of knowledge.

This project seeks to present the pertinent studies showing the feasibility of both the prototype and its operation when applying the hydrotreating process and identifying if this process is new and capable of achieving production at an industrial level.

### AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Por medio del presente escrito autorizo (Autorizamos) a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mí (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado una alianza, son:  
 Marque con una "X":

AUTORIZO (AUTORIZAMOS)	SI	NO
1. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.	X	
2. La comunicación pública, masiva por cualquier procedimiento o medio físico, electrónico y digital.	X	



 <b>UDECA</b> UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 9 de 12</b>


3. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones.	X	
4. La inclusión en el Repositorio Institucional.	X	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de las Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizo(garantizamos) en mi(nuestra) calidad de estudiante(s) y por ende autor(es) exclusivo(s), que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi(nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestra) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, *“Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores”*, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 10 de 12</b>

está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

**NOTA:** (Para Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía):

**Información Confidencial:**

Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado.

**SI \_\_\_ NO X.**

En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos) en carta adjunta, expedida por la entidad respectiva, la cual informa sobre tal situación, lo anterior con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

**LICENCIA DE PUBLICACIÓN**

Como titular(es) del derecho de autor, confiero(erimos) a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).

b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.

c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.

d) El(Los) Autor(es), garantizo(amos) que el documento en cuestión es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro(aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales.

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca

Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414

[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)

NIT: 890.680.062-2

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b> <b>PAGINA: 11 de 12</b>

Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

f) Los titulares autorizan a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

g) Los titulares aceptan que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

h) Los titulares autorizan que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en el “Manual del Repositorio Institucional AAAM003”

i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia Creative Commons: Atribución- No comercial- Compartir Igual.



j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia Creative Commons Atribución- No comercial- Sin derivar.




**Nota:**

Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, los autores garantizan que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo.


La obra que se integrará en el Repositorio Institucional está en el(los) siguiente(s) archivo(s).

<b>Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. Nombre completo del proyecto.pdf)</b>	<b>Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.)</b>
1. Desarrollo y postulación de productos de nuevo conocimiento y apropiación	Texto

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 12 de 12</b>

social del conocimiento, derivados del prototipo del proceso de hidrotatamiento para la obtención de ácidos grasos de origen animal	
---	--

En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:

<b>APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS</b>	<b>FIRMA (autógrafa)</b>
Barrera Triana Sebastián	

21.1-51-20.

**DESARROLLO Y POSTULACIÓN DE PRODUCTOS DE *NUEVO CONOCIMIENTO Y APROPIACIÓN SOCIAL DEL CONOCIMIENTO*,  
DERIVADOS DEL PROTOTIPO DEL PROCESO DE HIDROTRATAMIENTO  
PARA LA OBTENCIÓN DE ÁCIDOS GRASOS DE ORIGEN ANIMAL**

**Sebastián Barrera Triana**

Código: 162212102

Auxiliar de investigación

**Universidad de Cundinamarca**

Ingeniería electrónica

Facultad de ingeniería

Fusagasugá, Colombia

2023

**DESARROLLO Y POSTULACIÓN DE PRODUCTOS DE NUEVO  
CONOCIMIENTO Y APROPIACIÓN SOCIAL DEL CONOCIMIENTO,  
DERIVADOS DEL PROTOTIPO DEL PROCESO DE HIDROTRATAMIENTO  
PARA LA OBTENCIÓN DE ÁCIDOS GRASOS DE ORIGEN ANIMAL**

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar por el título de  
ingeniero electrónico

**Autor**

Sebastián Barrera Triana

Director

Lina María Torres Quiñones

Codirector

Faider Humberto Barrero

Línea de investigación:

*Nuevo conocimiento, apropiación social del conocimiento*

**Universidad de Cundinamarca**

Ingeniería electrónica

Facultad de ingeniería

Fusagasugá, Colombia

2023





## Dedicatoria

Dedico este trabajo con gratitud y amor a mi madre quien siempre me ha brindado su apoyo incondicional durante toda mi proceso escolar y universitario, por más problemas presentes en mi camino siempre estuvo ahí. Su paciencia y sacrificio han inculcado en mí el hacer posible la culminación de esta carrera para poder aportar a la sociedad un valor agregado. A mi familia, por el apoyo y cariño que siempre me han brindado la confianza de saber que todo se logra con dedicación y sacrificio, este logro es de todos ustedes que hicieron lo posible para verme culminar esta etapa universitaria. Mil gracias por todo lo aporta hacia mi persona, bendiciones eternas.

## Agradecimientos

Quiero expresar mis más profundos agradecimientos a las personas que hicieron posible la realización de mi proyecto como auxiliar de investigación.

En primer lugar, agradezco a mi madre María Nelly Triana Luna, por su amor, constante aliento y a nunca desfallecer en su convicción de que, si era posible culminar mi educación superior, con su sacrificio y esfuerzo tanto emocional como económico hicieron posible terminar este sueño.

Agradezco también a mis directores de proyecto Cesar Augusto Casas Díaz, Lina María Torres Quiñones y Faider Humberto Barrero, por su dedicación, paciencia y sabiduría en la enseñanza, sus consejos y sugerencias académicas permitieron mejorar y realizar mis objetivos. sus palabras de apoyo estarán siempre en mi memoria mil gracias.

Agradezco a mi familia, que con sus frases y acompañamiento en momentos significativos de mi vida dieron apoyo emocional y con esto lograron transformar mi pensamiento crítico y constructivo.

Agradezco a todos mis compañeros y amigos los cuales me brindaron cariño, gozo y aprendizaje. En su momento cada vivencia me hizo crecer y ser más persona de lo que fui antes.

Por esto mil gracias a todos los que hicieron parte de este camino que termina para comenzar otro.

## Resumen

Este trabajo realiza un estudio de viabilidad técnica enfocado en el diseño de una planta piloto para la producción de un biocombustible tipo diésel mediante hidrotratamiento aplicado en ácidos grasos obtenidos de residuos animales, al producto obtenido en la etapa final del proceso se le denomina diésel renovable o diésel verde, este proyecto tiene como objetivos postular un artículo científico tipo C en una revista indexada y la postulación de una patente de invención ante la Superintendencia de Industria y Comercio, es importante resaltar que el proyecto macro ha sido desarrollado por la Universidad de Cundinamarca en colaboración con la Universidad de Antioquia.

Se realizó una investigación a profundidad de todos los avances tecnológicos desarrollados a nivel nacional e internacional, enfocados en nuevos procesos con aplicación industrial para la producción de diésel renovable mediante hidrotratamiento, este es el proceso en el que se enfoca la investigación para el correcto desarrollo y postulación de la patente de invención. El análisis del proceso simulado y del producto que se espera obtener denominado diésel verde genera la necesidad de proteger su valor intelectual por medio de una patente, para esto se realizó una búsqueda de patentes las cuales se pueden encontrar en bases de datos, comparando el nivel competitivo industrial del prototipo con procesos o diseños ya aprobados, razón por la cual este tipo de procesos se pueden contemplar en el área de *nuevo conocimiento* y generando con las postulaciones una *apropiación social del conocimiento*.

Con este proyecto se busca presentar los estudios pertinentes donde se muestre la viabilidad tanto como del prototipo y su funcionamiento al aplicar el proceso de hidrotratamiento e identificar si este proceso es novedoso y capaz de alcanzar una producción a nivel industrial.

Si bien la cantidad de artículos referentes a la obtención de un combustible tipo diésel renovable es limitada, se procura seleccionar los artículos más contundentes donde se puede conocer y apreciar las diferencias entre los combustibles convencionales derivadas del petróleo, con esto dar una idea clara al lector de la importancia y aplicaciones posibles de los combustibles renovables.

**Palabras clave:** *Hidrotratamiento, diésel renovable, diésel verde, ácidos grasos, biocombustibles.*

## Abstract

This work carries out a technical feasibility study focused on the design of a pilot plant for the production of a diesel-type biofuel through hydrotreatment applied to fatty acids obtained from animal waste, the product obtained in the final stage of the process is called diesel or renewable. green diesel, this project aims to submit a type C scientific article in an indexed journal and the application of an invention patent before the Superintendence of Industry and Commerce, it is important to highlight that the macro project has been developed by the University of Cundinamarca in collaboration with the University of Antioquia.

An in-depth investigation of all the technological advances developed nationally and internationally was carried out, focused on new processes with industrial application for the production of renewable diesel through hydrotreatment, this is the process in which the investigation is focused for the correct development and application of the invention patent. The analysis of the simulated process and the product that is expected to be obtained called green diesel generates the need to protect its intellectual value through a patent, for this a patent search was carried out, which can be found in databases, comparing the level industrial competitiveness of the prototype with already approved processes or designs, which is why this type of process can be contemplated in the area of new knowledge and generating with the applications a social appropriation of knowledge.

Present the pertinent studies showing the feasibility of both the prototype and its operation when applying the hydrotreating process and identifying if this process is new and capable of achieving production at an industrial level.

Although the number of articles referring to obtaining a renewable diesel-type fuel is limited, an attempt is made to select the most compelling articles where the differences between conventional fuels derived from petroleum can be known and appreciated, thereby giving the reader a clear idea. of the importance and applications of renewable fuels.

***Keywords: Hydrotreating, renewable diesel, green diesel, fatty acids, biofuels.***

# Contenido

Dedicatoria .....	4
Agradecimientos .....	5
Resumen.....	6
Abstract .....	7
INTRODUCCIÓN .....	12
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>13</b>
<b>JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>15</b>
<b>OBJETIVOS DEL ESTUDIO .....</b>	<b>16</b>
<b>Objetivo general.....</b>	<b>16</b>
<b>Objetivos específicos.....</b>	<b>16</b>
<b>1. MARCO REFERENCIAL .....</b>	<b>17</b>
<b>1.1. ESTADO DEL ARTE .....</b>	<b>17</b>
<b>1.2. ESTADO DE LA TÉCNICA Y ALACANCE DE LA PROTECCIÓN. ....</b>	<b>27</b>
<b>2. DISEÑO METODOLÓGICO .....</b>	<b>33</b>
2.1. Primera etapa.....	34
2.2. Segunda etapa.....	35
2.3. Tercera etapa .....	36
2.4. Cuarta etapa.....	37
<b>3. DESARROLLO DEL TRABAJO .....</b>	<b>39</b>
3.1. Viabilidad del prototipo .....	39
3.1.1. Viabilidad Técnica.....	39
3.1.2. Viabilidad ambiental.....	41
3.1.3. Viabilidad en el funcionamiento del prototipo simulado .....	41
3.2. Estudio de Novedad y Aplicación Industrial.....	44
3.2.1. Estudio de novedad.....	44
3.2.2. Verificación de la Aplicación Industrial .....	47
3.3. Patente ante la SIC .....	48
3.3.1. Tasas de cobro para patente.....	48

3.3.2. Contenido de la solicitud para una patente .....	51
3.3.3. Postulación de patente en la web .....	53
<b>4. CONCLUSIONES</b> .....	56
BIBLIOGRAFÍA .....	57
ANEXOS .....	62
Anexo A. Ponencia ACOFI 2023.....	62
Anexo B. Talleres de sensibilización .....	65
Anexo C. Artículo científico tipo C.....	66
Anexo D. Postulación de patente ante la SIC .....	78

## índice de figuras

Figura 1. Hidrotratamiento de aceitesFuente: Superintendencia de industria y comercio, avances tecnológicos. [1].....	18
Figura 2. Extracción de petróleo, mejora de combustible y coproductos .....	25
Figura 3. Diagrama en porcentaje de los articulo y publicaciones presentadas en este documento por país o continente. ....	27
Figura 4. Principales solicitantes versus actividad de patentamiento.....	28
Figura 5. Etapas para la producción del diésel verde.....	33
Figura 6 Unidad de Hidrotratamiento típica. ....	34
Figura 7. Hidrólisis a grasas/aceites.....	35
Figura 8 Hidrotratamiento de ácidos grasos.....	36
Figura 9. Diagrama esquema del proceso de hidrotratamiento.....	43
Figura 10. Diseño 3D planta piloto para obtención de diésel mediante hidrotratamiento. ....	46
Figura 11. Página principal de la plataforma SIPIFuente: extraído de la Superintendencia de Industria y Comercio. [11].....	54
Figura 12.Sección de información tecnológica de la patente Plataforma SIPI .....	54
Figura 13. Ingreso de los documentos que componen la patente .....	55
Figura 14. Evidencia postulación de resumen.....	62
figura 15. Correo de ACOFI, poster recibido. ....	63
figura 16. Poster presentación ACOFI.....	64



## Índice de tablas

Tabla 1. Perfil de las patentes identificadas .....	29
Tabla 2. Requerimientos y métodos de ensayo .....	34
Tabla 3. Condiciones de calidad de biocarburantes para motores diésel renovable para mezcla con los combustibles diésel petroquímico.....	37
Tabla 4. Características del diésel y sus sustitutos renovables.....	40
Tabla 5. Propiedades de los ácidos grasos obtenidos del aceite de pollo. ....	41
Tabla 6. Tasas patente modelo de utilidad año 2023.....	48
Tabla 7. Tasa patente de invención año 2023.....	50
Tabla 8. Tipos de invención y resumen por desarrollar .....	52

# INTRODUCCIÓN

Este trabajo como opción de grado desarrolla una investigación enfocada a la producción de diésel verde mediante hidrotreatmento [1], [2], [3], [4] el cual hoy en día es una de las tecnologías más relevantes en la industria del refinado de petróleo o de ácidos grasos [5]. Esto hace que esta tecnología sea denominada de *nuevo conocimiento*. En el desarrollo del proyecto se postula un artículo científico tipo C y la protección del proceso de hidrotreatmento por medio de una patente ante la (SIC-superintendencia de industria y comercio).

Para la postulación del artículo tipo C en una revista científica indexada se tuvo presente un estudio de viabilidad del prototipo siguiendo los parámetros establecidos por la SIC, se realiza una búsqueda de patentes en bases de datos con lo más relevante respecto a producir diésel verde mediante hidrotreatmento. En esta investigación se encontraron procesos aplicados a aceite de palma [6] [7], entre otros productos de origen vegetal como la nuez, el maíz y la caña de azúcar [8] [9], De igual manera este proceso se puede aplicar a grasas saturadas de origen animal como el aceite de pollo [4], en esta investigación al igual que en la del desarrollo de la planta piloto para la producción de diésel renovable se utilizó como materia prima los residuos del pollo [10].

Para la postulación de una patente ante la SIC se debe contar con toda la documentación requerida (petitorio, resumen, descripción, reivindicaciones y dibujos o figuras de ser necesario) [11] para así poder radicar una patente ya sea de modelo de utilidad, de invención o diseño industrial. Para este trabajo se desarrolló la postulación de una patente de invención, con la finalidad de proteger un proceso con el cual se obtiene un producto para nuestro caso el producto denominado diésel renovable o diésel verde, se decide de invención y no de utilidad por las especificaciones de tamaño de la planta para producir el biocombustible, estas pueden variar dependiendo de la inversión o producción estimada de litros con una planta pequeña o miles de barriles del diésel verde con una planta industrializada. Cuando se refiere a un proceso solo encaja con la descripción de los que es una patente de invención.

Con ambas postulaciones tanto del artículo tipo C y la patente de invención se están generando *nuevos conocimientos* y la *apropiación social del conocimiento* los cuales se pueden compartir y presentar en ponencias, posters y exposiciones referentes a la producción del diésel verde hacia la comunidad en general.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Durante varias generaciones la humanidad ha empleado recursos energéticos provenientes del entorno natural uno de estos recursos es el petróleo [12], hidrocarburo de origen fósil del que se puede obtener diferentes productos o subproductos aplicando procesos que transforman la materia, el principal producto derivado de este recurso son los combustibles como diésel y gasolina, los cuales son usados como fuente de energía para motores de combustión implementados en vehículos terrestres, aéreos y marítimos [12], [1]. La alta demanda por los combustibles fósiles a una escala mundial ha generado interrogantes sobre la duración de las reservas petroleras con las que dispone el mundo, el descubrimiento de nuevas reservas petroleras viene decayendo desde la década de los setenta [12]. Con el crecimiento desmesurado de la población mundial y el consumo del recurso fósil se observa como los yacimientos petroleros comienzan a reducir la producción del recurso considerado ilimitado hasta hace unos años atrás [13], debido a esto se pueden presentar alzas en los precios del petróleo.

Los cuestionamientos y preocupaciones que se generan por la reducción del hidrocarburo fósil han originado nuevas tecnologías enfocadas en alternativas renovables las cuales puedan suplir el uso de los combustibles tradicionales, reducir la contaminación y problemas de riesgo en salud ambiental generados por la producción y quema de estos combustibles.

De las investigaciones surge una alternativa novedosa capaz de cumplir con un porcentaje del consumo mundial de hidrocarburos, esta se basa en la obtención de algunas materias primas renovables como los aceites vegetales, algas marinas y biomásas en general (sebo), a la cual se le aplica un proceso avanzado para la producción de biocombustibles o combustibles renovables [12], [1], [14], [16].

Estos combustibles renovables se componen por dos generaciones:

- Primera generación: los biocombustibles en esta generación son aquellos provenientes de materias primas comestibles como maíz, caña de azúcar, o aceites vegetales, entre otros. [15], [16].
- Segunda generación: los biocombustibles o combustibles renovables, se producen a partir de materias primas sostenibles, las cuales no se usan normalmente para el consumo humano, para las materias primas no alimenticias de segunda generación se incluyen cultivos leñosos y residuos agroindustriales. Al ser residuos de procesos industriales es necesario aplicar tecnologías avanzadas que realicen el proceso de conversión de

estos a los biocombustibles, a estos también se les conoce como biocombustibles avanzados [15], [16].

La producción de biocombustibles depende de la materia prima con la que dispone una población o país; materias primas como el maíz, la nuez, la caña de azúcar, girasoles, soja o aceites vegetales pueden ser usados para la producción de biocombustibles [14] [15] [13]. Al ser materias primas con la capacidad de cultivo a una escala de tipo agroindustrial pueden provocar daños en el ambiente y posibles deforestaciones [14], [16], por esta razón los cultivos energéticos lograrían competir de primera mano por recursos como fertilizantes, agua y tierra con los cultivos dirigidos para el consumo humano [14], [13].

Debido a estas posibles problemáticas el documento enfoca la investigación en la producción de diésel renovable o diésel verde a partir de hidrot ratamiento aplicado a ácidos grasos obtenidos de la grasa animal. El hidrot ratamiento satura por completo la molécula de la materia prima, hidroliza los triglicéridos y elimina el oxígeno presente en los ácidos grasos [17] [1] [18]. Este nuevo conocimiento de diésel verde puede llegar a ser una alternativa fiable, segura y eficiente para reducir la demanda del combustible fósil a nivel mundial de igual modo dejar un cambio en el cuidado del medio ambiente por parte de las grandes industrias enfocadas en la producción de los hidrocarburos.

Las nuevas tecnologías enfocadas a la producción de biocombustibles serán capaces de solucionar los problemas que se están presentando por la alta demanda de combustible en el mundo, es una pregunta que retumba a cada nación. La propuesta de un desarrollo y postulación de productos de nuevo conocimiento y apropiación social del conocimiento, derivados del prototipo del proceso de hidrot ratamiento para la obtención de ácidos grasos de origen animal crea en la sociedad una necesidad de conocer y aplicar estos nuevos conocimientos con la finalidad de dar solución no a uno si no a diferentes problemas que se están presentando en la humanidad por la explotación del recurso fósil, ya que no solo se reducen sus yacimientos sino que también deteriora el ambiente en todas las etapas desde la extracción hasta la quema por combustión [12].

## JUSTIFICACIÓN

Como se menciona en la descripción del problema, es imperativo buscar alternativas novedosas y de calidad para satisfacer una demanda local o nacional del uso del petróleo. Según la opinión de los expertos, los diseños, métodos y procesos que pueden ser viables para la producción de un biocombustible tipo diésel son los siguientes: (HDA-hidrodearomatización), (HDS-hidrodesulfurización), (HDN-hidrodesnitrogenación), (HDO-hidrodesoxigenación) e (HDM-hidrodesmetalización) [2] y el más mencionado el (HDT- hidrotratamiento catalítico) [13] [14] [6] [3].

Una alternativa, es optar por hacer uso de la segunda generación de biocombustibles, la cual está constituida por aceites o grasas derivados de animales y plantas, ya que este material comprende alrededor del 50% de biomasa existente en el mundo [3] [1], los biocombustibles tienen el potencial de reemplazar una cantidad relevante en la industria de gasolina y diésel utilizado actualmente reduciendo el consumo del hidrocarburo fósil. [18]

La actual demanda de producción en biocombustibles como el diésel verde, aumenta el interés de diferentes instituciones públicas o privadas a investigar nuevas alternativas para la producción de diésel verde. Debido a esto se han elaborado diversos experimentos donde se cambian los parámetros como tipo de reactor, temperatura, presión, catalizador, entre otros con la intención de encontrar una alternativa rentable para su elaboración a escala industrial. [3], el diésel verde tiene excelentes propiedades de flujo en frío, no depende exclusivamente de materia prima para su preparación o elaboración, puede usarse sin problema el aceite de palma y tendrá el mismo desempeño en cualquier piso térmico. [19]. Reemplazar los combustibles de origen fósil, completa o parcialmente generara un gran cambio en el país debido a que usando este combustible se reducirá en una parte la contaminación en el ambiente, también logrará que la calidad del aire sea mejor [10].

## **OBJETIVOS DEL ESTUDIO**

### **Objetivo general**

Desarrollar el prototipo en el proceso de hidrotreatmento para la obtención de ácidos grasos de origen animal, en cuanto a la etapa de generación y postulación de productos de Nuevo Conocimiento (artículo en revista indexada tipo C, registro de modelo de utilidad ante la Superintendencia de Industria y Comercio SIC) y Apropriación Social del Conocimiento

### **Objetivos específicos**

- Realizar el estado del arte y el estado de la técnica en todo lo relacionado a la producción de biocombustibles tipo diésel mediante el proceso de hidrotreatmento.
- Realizar el estudio de viabilidad técnica del prototipo y su funcionamiento de acuerdo con los parámetros establecidos por la SIC.
- Realizar el estudio de novedad y aplicación industrial del prototipo dispuesto para la solicitud de la patente de modelo de utilidad ante la SIC y a partir de esto postular un artículo en revista indexada tipo C.
- Radicar documento para la aplicación y obtención de la patente modelo de utilidad en la SIC con lo referido a la producción y fabricación de diésel renovable mediante el proceso de hidrotreatmento en ácidos grasos derivados de residuos animales.

# 1. MARCO REFERENCIAL

---

En este capítulo se relaciona el cumplimiento al primer objetivo que tiene con finalidad desarrollar el estado del arte y la técnica con todo lo referente a hidrotratamiento para la obtención de un combustible alternativo.

## 1.1. ESTADO DEL ARTE

En la investigación enfocada a la obtención de diésel renovable o también conocido como diésel verde mediante el proceso de hidrotratamiento, se encuentran diferentes artículos, capítulos de libros o revistas indexadas los cuales hacen referencia a usos y procesos con los cuales se puede obtener un combustible limpio tipo diésel, el cual se considera renovable ya que no proviene del petróleo sino de materias primas como:

- Aceites vegetales
- Grasas animales
- Aceite alto
- Bio crudo hidrotermal
- Aceite de pirolisis
- Aceite de pirolisis derivados de algas
- Entre otros.

Como se menciona anteriormente se realizó una búsqueda exhaustiva y detallada para el método de hidrotratamiento encargado de aplicar un proceso químico por el cual debe pasar el ácido graso hidrolizado junto al hidrogeno( $H_2$ ) para generar alcanos tipo C17 y C18, estos alcanos son hidrocarburos están compuestos de átomos de hidrogeno y carbono, son los compuestos principales en el diésel renovable [10]. Cabe resaltar que el proyecto de la universidad de Cundinamarca está enfocado en la obtención de diésel renovable con el proceso de hidrotratamiento en grasas animales [10]. En todos los casos es importante revisar los costos de producción del combustible renovable, de este modo poder ofrecer un precio asequible al público, de igual manera compense los gastos de producción y reduzca el daño al medio ambiente ya causado por las explotaciones masivas del crudo.

En las últimas décadas en Colombia se han desarrollado distintos procesos para la obtención de biocombustibles, uno de estos es el denominado diésel renovable el



cual tiene como característica principal el uso de aceites vegetales [13] [8] y grasas animales [4], [10], entre otras materias primas con similares características, se aplica un proceso de hidrotratamiento para la obtención del combustible, este proceso es poco conocido actualmente en Colombia por lo que permite hablar de un *nuevo conocimiento y apropiación social del conocimiento*.

El proceso de hidrotratamiento catalítico causa una reacción en los triglicéridos de los aceites, eliminando así su oxígeno e hidrogenando las moléculas para producir parafinas lineales, las cuales serán usadas como biocombustible. de este proceso también se genera agua y gases [1] estos pueden recircular al proceso como se puede observar en la figura 1.

**Figura 1. Hidrotratamiento de aceites**



Fuente: Adaptado de Superintendencia de industria y comercio, avances tecnológicos. [1]

El hidrotratamiento catalítico permite agregar dos flujos de aceites diferentes, un flujo de aceite vegetal y un flujo de diésel fósil. El resultado de este coprocesamiento es un diésel de base fósil con una fracción renovable proporcional a la corriente de aceite vegetal coprocesado. Esta alternativa disminuye los costos de la inversión utilizando instalaciones de hidrotratamiento ya construidas en las refinerías de crudo. [1]

Por otro lado, una investigación de la aplicación del proceso de hidrotratamiento a los componentes del aceite de palma para producir diésel verde. Muestran las principales reacciones de triglicéridos y ácidos grasos en presencia de un catalizador NiMo/ $\gamma$ Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, especialmente craqueo de triglicéridos, hidrogenación, descarboxilación, descarbonilación y reducción de ácidos grasos. La influencia de la presión del reactor, la temperatura y la relación molar H<sub>2</sub>/aceite fue analizado. Los resultados mostraron las condiciones optimizadas con presión media de 30bar a 60bar, temperatura de entre 300°C y 400°C y H<sub>2</sub>/relación molar de aceite de 20,1. En el sistema de separación las condiciones de operación adoptadas fueron 40bar,

200°C en la primera placa y 1.013bar, 60°C en la segunda placa, resultando en una pureza del diésel verde del 97%. Se alcanzaron altos niveles de producción de nC18 y nC16, en comparación con otros métodos. [6].

El proceso de hidrotratamiento está diseñado para tomar diferentes tipos de cargas o alimentaciones y cumplir funciones tales como la saturación de olefinas, (HDA-hidrodearomatización), (HDS-hidrodesulfurización), (HDN-hidrodesnitrogenación), (HDO-hidrodesoxigenación) e (HDM- hidrodesmetalización), son procesos idénticos en las fracciones del crudo o productos de unidades de conversión, mediante el uso de hidrógeno a alta presión como agente correctivo. [2]

Las tecnologías enfocadas en procedimientos con biomásas como la (BTL producción de combustibles líquidos) y en el (HVO-hidrotratamiento de aceites vegetales) para la producción de diésel verde se caracterizan como nuevas. Debido a esto se comercializan los combustibles fósiles y combustibles de segunda generación como el biodiesel y el bioetanol, tecnologías como BTL y HVO se convierten en alternativas prometedoras para suplir las demandas futuras de energía. [4]

Durante la investigación al mencionar las palabras diésel renovable o diésel verde se tiende a pensar que es igual o similar al biodiesel y el proceso el del cual se obtienen cada uno de estos productos, aunque la realidad es otra. La conversión a biodiesel mediante transesterificación tiene responsabilidad en el remplazo de una fracción significativa de los combustibles fósiles a los combustibles alternativos. El diésel producido por transesterificación cuenta con algunas limitaciones, como la alta densidad, alta viscosidad y bajo número de cetano. Una solución diferente a la transesterificación es el hidrotratamiento de aceites vegetales o grasas animales para producir un combustible con propiedades similares a las del diésel de petróleo y a las del diésel obtenido por transesterificación. [20]

El hidrotratamiento actualmente es de las tecnologías más relevantes en la industria del refinado de petróleo ya que permite alcanzar las exigentes especificaciones en lo que involucran los contenidos de azufre y aromáticos de productos como diésel y gasolina. En este proceso se desarrollan al mismo tiempo reacciones como la hidrodesulfurización, hidrodesnitrogenación e hidrodesaromatización. [21].

En el mundo las investigaciones sobre la producción de diésel renovable o diésel verde se han ampliado bastante abarcando más en este *nuevo conocimiento*, con estos avances en tecnología algunos países han invertido en la industrialización para la producción de biocombustibles capaces de remplazar el consumo de los combustibles tradicionales.

El diésel verde también conocido como diésel renovable, es un biocombustible obtenido a partir de biomasa u otra materia prima con propiedades físicas similares al diésel de petróleo. El diésel renovable está compuesto principalmente por hidrocarburos libres de oxígeno, se pueden mezclar en altas concentraciones con diésel de petróleo debido a su afinidad química. [22]

La densidad y la viscosidad son dos propiedades físicas importantes de los combustibles que juegan un papel importante en los procesos de atomización e inyección en los motores. Además, el conocimiento de estas propiedades es importante para el correcto diseño, funcionamiento y optimización de los procesos químicos. A pesar de su importancia, existe poca información sobre datos experimentales y modelos desarrollados relacionados con la mezcla renovable de diésel-petróleo. Además, se desarrollaron correlaciones empíricas para predecir la densidad y la viscosidad cinemática en función de la temperatura y la concentración. [22]

El uso de la biomasa en la producción de combustibles como biodiesel y bioetanol se ha hecho común a nivel mundial. Los biocombustibles tienen el alcance de reemplazar los combustibles tradicionales como la gasolina y diésel fósil, estos nuevos biocombustibles se usan actualmente para reducir el consumo de petróleo y haciendo durar un poco más las reservas mundiales. Por tal motivo, se propone la obtención de diésel de alta calidad (diésel verde) mediante el procesamiento de aceite vegetal bajo condiciones típicas de hidrotratamiento (350-420)°C, (50-100) kg/cm<sup>2</sup>. [18]

El uso de nuevos catalizadores a base de Ni soportados sobre una matriz de carbono poroso utilizando un método hidrotermal simple. Para el hidrotratamiento selectivo de trioleína. Se tienen presente tres catalizadores diferentes, incluidos Ni C-BTC, Ni C-DHTA y Ni C-PTA. De los catalizadores estudiados, el catalizador Ni C-BTC pudo lograr la mayor conversión (hasta 90%) y una excelente relación de craqueo en condiciones de reacción moderadas (320°C, 3MPa, 4h) en ciclo hexano. La caracterización fisicoquímica detallada se realizó mediante XRD, SEM, TEM, BET, NH<sub>3</sub>-Análisis TPD, Raman y XPS. Al final, el catalizador óptimo de Ni C-BTC-400 podría reciclarse magnéticamente y aplicarse de manera eficiente en la siguiente ejecución para cuatro pruebas de reciclaje consecutivas en el hidrotratamiento de trioleína. [23]

La introducción del biodiesel a la producción energética de Brasil ocurrió principalmente por un incentivo legislativo que delimita contenidos mínimos de este biocombustible para ser agregado al diésel convencional en todo el país. A pesar de las perspectivas de crecimiento de este sector, existen varias dificultades

relacionadas con el uso de biodiésel en motores de combustión. El diésel hidroprocesado o diésel verde es una alternativa viable de biocombustible renovable para complementar la producción de diésel convencional; presenta varias ventajas técnicas y económicas sobre el biodiesel producido mediante el proceso de transesterificación. Por lo tanto, el propósito de este trabajo fue recopilar información técnica sobre el diésel verde, compararlo con el biodiésel, y analizar el potencial de introducir este biocombustible a la producción de energía en Brasil como un sustituto o una alternativa complementaria al diésel convencional. [24]

La aplicación de materias primas no comestibles para la humanidad y de bajo presupuesto en una investigación sobre bioenergía está recibiendo más atención en las últimas décadas. La desoxigenación catalítica de ácidos grasos a partir de materias primas de aceite usado es una ruta prometedora para producir hidrocarburos similares al diésel. Se presenta la conversión de (PFAD-destilado de ácido graso de palma), un subproducto de bajo valor del refinado físico de aceite de palma crudo, en diésel verde usando una reacción de desoxigenación (DO) sin solventes y sin hidrógeno usando desoxigenación catalítica sobre catalizadores ácidos sólidos. La reacción de DO se llevó a cabo en un reactor semi discontinuo con una carga de catalizador del 10% en peso a 350°C durante 3h. El uso de Ni/SBA-15 y Ni-Co/SBA-15 proporcionó productos con altos contenidos de hidrocarburos líquidos (C8-C17) con rendimientos de 85,8% y 88,1%, respectivamente, y selectividad para los hidrocarburos diésel (C13-C17) se alcanzaron valores superiores al 85%. El cobalto parece tener un tamaño de partícula más grande, luego se asocia con la formación de carbono e introduce la formación de coque. Bloquea algunos poros y desactiva los sitios activos del catalizador, reduciendo así la actividad catalítica. [25]

En la india se investigó la desoxigenación catalítica de ácidos grasos en hidrocarburos renovables (diésel verde) sobre catalizadores 4Pt-8MOx/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (M=Mo, Re, W y Sn) preparados por el método de impregnación húmeda. El platino depositado sobre  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> modificado con MOx mostró una mayor actividad de hidrodeseoxigenación catalítica que la del catalizador Pt/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> "puro". El efecto promocional de los óxidos metálicos (MOx) disminuyó en el siguiente orden: MoOx>ReOx>WOx>SnOx. Los estudios de caracterización revelaron que los óxidos metálicos afectan las propiedades texturales y electrónicas del Pt. El Pt soportado facilitó la reducción de estos óxidos metálicos. La sinergia y el contacto electrónico entre Pt y MOx determinaron el rendimiento de la desoxigenación catalítica. La conversión de ácidos grasos aumentó con el aumento de la naturaleza metálica (disminución de la energía de unión) del Pt. La selectividad del producto de hidrodeseoxigenación se correlacionó con el grado de reducción del óxido metálico.

Entre los catalizadores, 4Pt-8MoOx/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tuvo la dispersión óptima, Pt rico en electrones y Mo 5+ reducido. Especies, lo que permite la conversión cuantitativa de ácido oleico con 93,5% de selectividad de octadecano a una temperatura tan baja como 220°C y 20bar de presión de hidrógeno. El óxido metálico cambió el mecanismo de desoxigenación de descarbonilación / descarboxilación a hidrodesoxigenación. [26]

Un trabajo presentado en estados unidos evaluó el catalizador NiMo/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> pre-sulfurado reducido, el catalizador de hidrotratamiento convencional, para la producción de diésel verde mediante hidrodesoxigenación de aceite de microalgas sin refinar en un micro reactor, imitando el canal único de un reactor monolítico. En primer lugar, se estudió el efecto del diámetro interno del reactor en el rendimiento espaciotemporal de la conversión de hidrocarburos y aceite de microalgas para confirmar la superioridad del micro reactor para reacciones de tres fases. Sobre la base de los análisis de limitación de transferencia de masa externa e interna, se determinó una gama de condiciones de proceso sin limitación de transferencia de masa para la evaluación del catalizador. Los resultados mostraron que NiMo/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> se desactiva debido a la acumulación de compuestos intermedios oxigenados producidos en la reacción de hidrodesoxigenación, y su selectividad hacia el hidrocarburo de carbono de número par producido a partir de la hidrodeshidratación se correlaciona con la actividad del catalizador. La actividad y la vida del catalizador pueden conservarse aumentando la relación de hidrógeno a aceite, el tiempo de residencia, la temperatura de reacción y la presión, lo que reducirá la adsorción de compuestos oxigenados en la superficie del catalizador. Para las condiciones de reacción: 500 psig H<sub>2</sub>, 360°C, H<sub>2</sub>/ aceite de 1000SmL/mL, y tiempo de residencia de 1s, la actividad catalizadora inicial se mantuvo sin signos de desactivación durante al menos 7h y el rendimiento de hidrocarburos C<sub>13</sub> a C<sub>20</sub> obtenido fue 56,2%, con un rendimiento de carbono de 62,7 %, conversión casi completa (98,7%) de aceite de microalgas y relación HC(2 n)/HC(2n-1) de 6. [27].

Los lípidos de algas representan una materia prima prometedora para la producción de diésel renovable, pero hay poca información disponible sobre la integración de los pasos de pretratamiento, extracción y mejora catalítica. En este trabajo se examina el blanqueo del aceite por dos métodos y los efectos del blanqueo sobre la desoxigenación del aceite sobre Pd/C y la hidro isomerización sobre catalizadores Pt/SAPO-11. El aceite crudo se desoxigenó completamente y se des nitrógeno al 90% después de diluirlo al 25% en peso en hexanos. Las operaciones de blanqueo (utilizando un adsorbente polar o H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> concentrado) eliminó el 85-90% del nitrógeno y condujo a una eliminación de nitrógeno del 95-99% después de la desoxigenación. La procesabilidad del aceite también se mejoró mediante

blanqueo. La química general de la desoxigenación y la isomerización no se vio fuertemente afectada por el blanqueo, ya que se obtuvieron productos posteriores a la isomerización con puntos de enturbiamiento inferiores a  $-10^{\circ}\text{C}$  y rangos de ebullición dentro o cerca de la especificación para el combustible diésel No. 2 durante un tiempo de 10h. chorro con o sin blanqueador. [28]

El objetivo de varios trabajos es investigar la hidrodeseoxigenación catalítica del aceite de palma para producir diésel verde (GD- Green diésel) sobre fosfuros de níquel (Ni), cobalto (Co) y cobre (Cu) sin materiales de soporte. Los fosfuros metálicos se obtuvieron por coprecipitación de precursores metálicos y ácido fosfórico seguido de calcinación y reducción con hidrógeno. [7]

En este trabajo se estudió la transformación de materias primas como (RFRM-grasas residuales), (WCO-aceites de cocina de desecho), (FAD-destilado de ácidos grasos), (SCGO-aceite extraído de posos de café usados) y (CHO-aceite de grasa de pollo) en diésel verde de tercera generación, sobre un catalizador de níquel muy activo el cual se soportado en paligorskita mineral. La transformación del biodiesel en diésel verde también se estudió. Las características fisicoquímicas de los RFRM se correlacionan con su composición, las condiciones y procedimiento de su preparación. La composición de la mezcla líquida de reacción en el diésel verde total sigue el orden: 98% (CHO), 83% (WCO), 68% (FAD) y 10% (SCGO). El biodiesel se transforma mucho más rápido en diésel verde que los RFRM. El uso de catalizadores no afecta a sus principales características fisicoquímicas. La tendencia de la actividad se racionalizó en términos de las concentraciones superficiales relativas de las fases de níquel soportadas y sobre la base de algunas moléculas presentes en los RFRM que pueden provocar la desactivación del catalizador. [9]

La desoxigenación del aceite de canola se realizó en un reactor continuo de lecho fijo. La  $\gamma$ -alúmina estructurada similar a un agujero de gusano con dominios cristalinos de tamaño nanométrico y poros en el rango de 8 nm se sintetizó en un solo recipiente utilizando el método sol-gel asistido por molde polimérico mediante el (EISA-auto ensamblaje inducido por evaporación). Catalizadores se prepararon empleando el método de humedad co-impregnación incipiente seguido de una calcinación paso, 15% en peso de  $\text{MoO}_3$  y 3% en peso de  $\text{NiO}$  o  $\text{CoO}$ , se impregnaron sobre el soporte nanoporoso. Ambos catalizadores favorecieron la vía de la reacción de hidrodeseoxigenación, los hidrocarburos líquidos consistían principalmente en n-alcános C15-C18. Los efectos de LHSV y la temperatura en la composición del producto líquido se investigaron en el rango de LHSV: 1 a  $3\text{h}^{-1}$ , y temperatura de  $325^{\circ}\text{C}$  a  $400^{\circ}\text{C}$  mientras se mantenían constantes otras condiciones de reacción a una presión de 450psi y  $\text{H}_2$ /aceite de 600mL, mL-1. Se percibió una

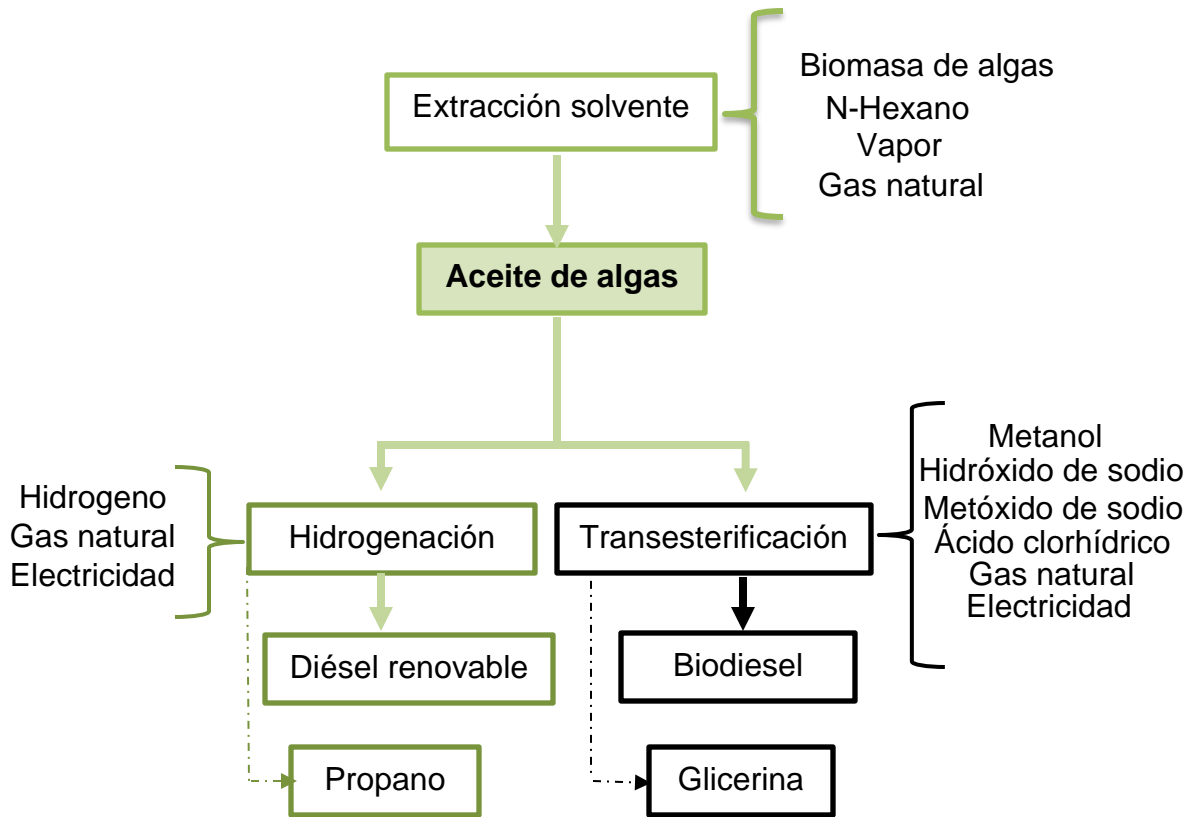
actividad catalítica ligeramente mejor para NiMo-S/ $\gamma$ -alúmina a un LHSV más alto en comparación con el catalizador CoMo-S/ $\gamma$ -alúmina. La conversión líquida en NiMo-S/ $\gamma$ -alúmina es mayor que la de CoMo-S/ $\gamma$ -alúmina en el rango de temperatura de 325°C a 350°C. En 375°C, la conversión alcanzó el 100% en ambos catalizadores. La producción de productos líquidos de gama diésel verde sobre NiMo-S/ $\gamma$ -alúmina y CoMo-S/ $\gamma$ -alúmina se encontró óptima a 325°C y 1h-1 LHSV. [29]

Para la producción de diésel renovable a partir sebo vacuno, esta materia prima debe pasar primero por un proceso de pretratamiento con el objetivo de eliminar impurezas las cuales de quedar pueden interferir con la transformación de la materia prima. teniendo la materia prima tratada y pura ingresa a un reactor de hidrotreatmento en el cual se hará reaccionar de una forma exotérmica, con la ayuda de un catalizar adecuado. para la conversión es necesario trabajar en condiciones de alta presión (60 bar) y una temperatura (250-420 °C). [30]

La preocupación por el aumento de la demanda mundial de energía, el precio del petróleo y la volatilidad del suministro han generado investigaciones como esta que se enfoca en llevar a cabo un análisis de los sistemas de pozo a bomba de diésel renovable derivado de algas (RD2) y biodiesel. Se lleva a cabo un LCA completo para el cultivo de algas, cosecha, extracción de bioaceite y mejora mediante hidrogenación y descarboxilación (hidrotreatmento) para producir diésel renovable o mediante transesterificación para producir biodiésel para ello se presenta un diagrama del proceso para obtener el biocombustible deseado en la figura 2. [31]



**Figura 2. Extracción de petróleo, mejora de combustible y coproductos**



Fuente: Adaptado de Integrating LCA and thermodynamic analysis for sustainability assessment of algal biofuels: Comparison of renewable diésel vs. biodiésel [31]

El diésel renovable o diésel verde, es un biocombustible con tendencia al crecimiento de su uso en el mundo. Un reemplazo del diésel fósil, su producción permite reducir el impacto de las emisiones de carbono. El gasóleo verde está formado por una mezcla de hidrocarburos con una composición química similar a la del combustible fósil, lo que lo convierte en un biocombustible drop-in. El procesamiento comercial emplea el hidrotratamiento de aceite vegetal que, además de producir diésel verde, también se puede utilizar para producir biocombustible para aviación, bionafta y biopropano. El trabajo propone un modelo para el hidrotratamiento de aceite de soya para la producción de diésel verde. La descarboxilación, las reacciones de descarbonilación e hidroxigenación se llevaron a cabo en un reactor este-quiométrico en presencia de un NiMo/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Catalizador. Además de las reacciones de craqueo y fraccionamiento, los combustibles produjeron diésel verde, biocombustible de aviación y gases ligeros.

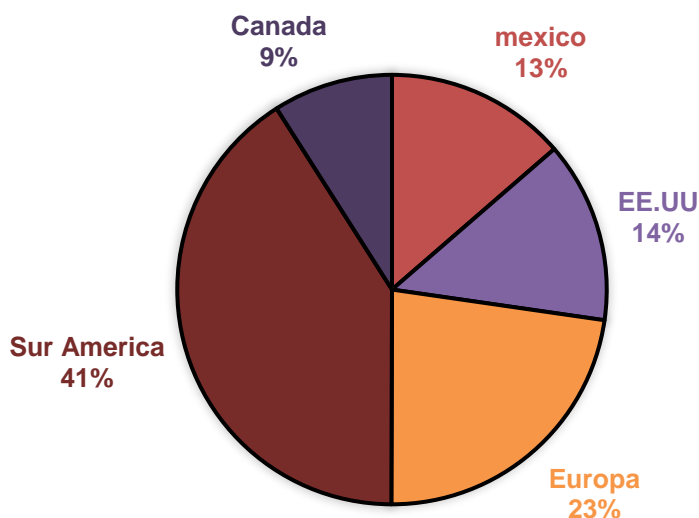
El aceite de soya brasileño se utilizó como materia prima para producir el diésel verde. [17]

En las últimas décadas, se ha visto un fuerte interés mundial en el desarrollo de tecnologías para convertir materias primas renovables y de bajo costo en diésel verde y biocombustible para aviones, los cuales funcionan con hidrocarburos. Se utilizó (CNSL-líquido de cáscara de nuez de anacardo), como materia prima para producir diésel verde. Se evaluaron diferentes condiciones de reacción durante el proceso de mejora (desoxigenación, hidrogenación y craqueo) usando paladio sobre carbón activado (Pd/C) como catalizador. El catalizador se caracterizó por difracción de rayos X y análisis de área superficial específica. Las influencias de los parámetros de reacción, como la temperatura (180°C, 250°C y 300°C), el tiempo (5h y 10h) y la presión (10bar, 20bar, 30bar y 40bar). Las presiones y temperaturas más altas condujeron a un mayor grado de desoxigenación e hidrogenación. Por el contrario, presiones o temperaturas más bajas dieron como resultado grados más altos de agrietamiento. De los experimentos de optimización se obtuvo un rendimiento del 98% de hidrocarburos correspondientes a la gama diésel bajo una presión de 40bar. H<sub>2</sub> atmósfera a 300°C, 10h y 500rpm (en un reactor discontinuo). De estos hidrocarburos, el 89% eran alcanos saturados, el 3% compuestos aromáticos y el 6% compuestos oxigenados. [8]

El diésel verde presenta una alternativa al diésel fósil tradicional, esto vuelve al biocombustible importante con tendencias de publicaciones que se enfocan en procesos utilizados para su elaboración, desarrollos tecnológicos, avances de innovación que mejoran la calidad del producto y la posible creación de nuevos subproductos en su proceso de producción. En el desarrollo del biocombustible se encuentra que países americanos como México, Brasil y Colombia han dedicado inversión e investigación a la producción de estos biocombustibles avanzados. En la figura 3 se observa el porcentaje de publicaciones por país o continente los cuales son tenidos en cuenta a partir del año 2012 en adelante.

**Figura 3. Diagrama en porcentaje de los articulo y publicaciones presentadas en este documento por país o continente.**

### **PUBLICACIONES PRESENTES EN ESTE DOCUMENTO.**



Como se menciona anteriormente México, Colombia y Brasil (Sur América) son los países que más predominan en esta investigación debido a que estos países están más involucrados e interesados en producir su propio biocombustible, de este modo lograr suplir la necesidad y la alta demanda en el consumo de los combustibles para la realización de procesos a base de hidrocarburos. Cabe resaltar que la mayoría se enfocan en procesar materias primas como aceites vegetales y residuos orgánicos de agroindustrias como el material seco vegetal.

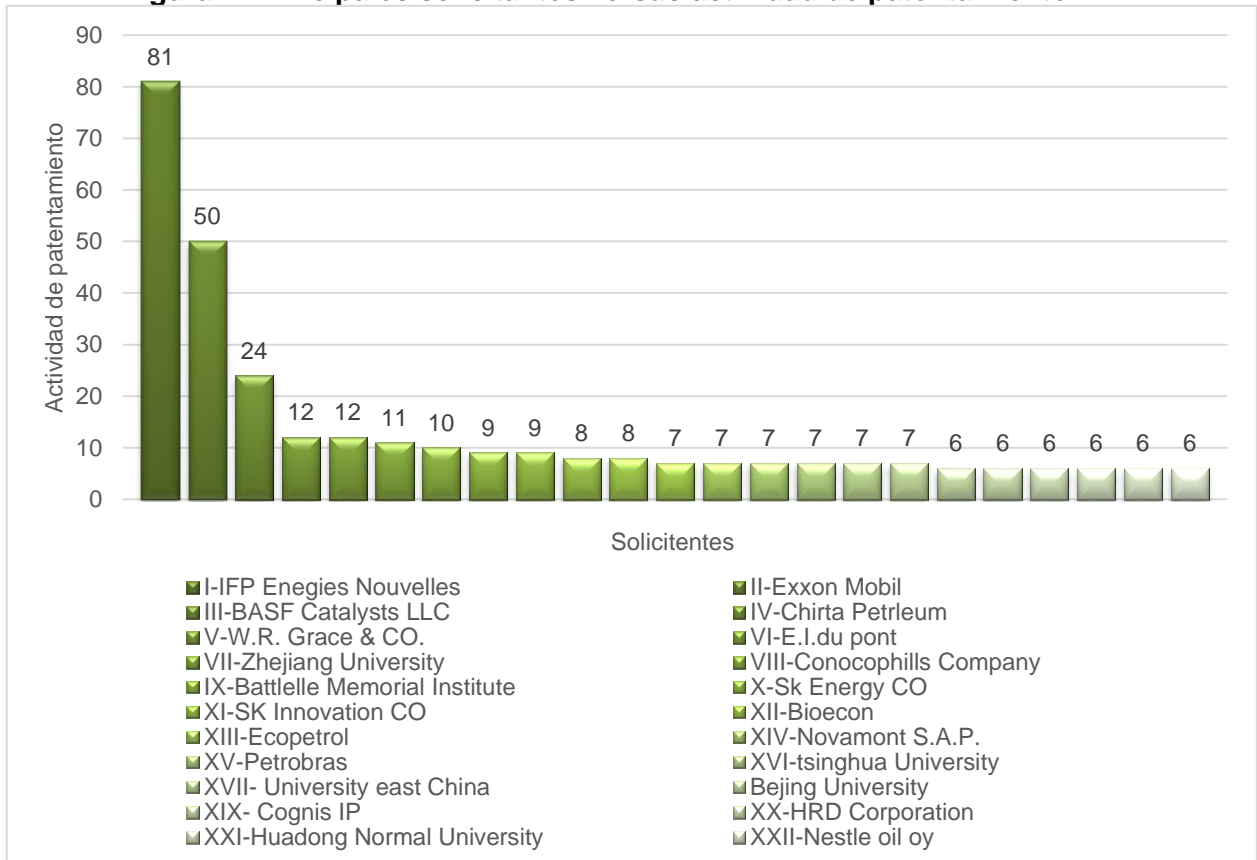
## **1.2. ESTADO DE LA TÉCNICA Y ALACANCE DE LA PROTECCIÓN.**

En la investigación se tuvieron presentes todos los procesos o implementaciones mediante las cuales se obtiene el biocombustible diésel renovable por el proceso de hidrotreatmento o similares cabe resaltar que la materia prima en los artículos y patentes puede cambiar eso depende de cómo este diseñado el proceso para la obtención del diésel verde. Esta búsqueda se hace en distintas plataformas nacionales e internacionales con el fin de conocer y relacionar el proceso estipulado y diseñado con los utilizados en la actualidad.

Actualmente la única empresa en Colombia que ha presentado patentes ante la superintendencia de industria y comercio. Ecopetrol, el cual cuenta con dos patentes con número de solicitud: 09-138358 (Proceso para hidrotratar fracciones pesadas de petróleo mezcladas con aceite vegetal) la cual aún no ha sido aprobada [1] y la 07-126779 (Proceso para obtención de diésel a partir de aceites vegetales o animales por hidrotratamiento con tiempos de residencia reducidos) [32]. [1]

la SIC realiza un análisis a nivel mundial de las empresas que mayor constancia tienen aplicando patentes a procesos relacionados con el hidrotratamiento para la obtención de diésel verde o renovable. Para ello analizo 626 solicitudes de patentes relacionadas con invenciones para la producción de combustible tipo diésel a partir de hidrotratamiento catalítico. Como se observa en la figura 4, el solicitante con mayor actividad y postulación de patentes en los últimos 9 años es el IFP Energies Nouvelles (Instituto Francés del Petróleo), seguido por Exxon Mobil. Es notable el interés de las empresas petroleras con respecto a estos desarrollos, quizás motivadas por la posibilidad del co-procesamiento en sus refinerías.

**Figura 4. Principales solicitantes versus actividad de patentamiento**



Fuente: Adaptado de Superintendencia industria y comercio, avances tecnológicos. [1]

A continuación, se presenta la tabla 1, la cual contiene patentes protegidas, su respectivo tema de interés el cual describe un proceso y característica para la fabricación de diésel renovable o diésel verde.

**Tabla 1. Perfil de las patentes identificadas**

<b>Nombre de la patente</b>	<b>Autores</b>	<b>Año y lugar</b>	<b>Temas de interés</b>	<b>Códigos</b>
<b>proceso para la obtención de diésel a partir de aceites vegetales o animales por hidrotreamiento con tiempos de residencia reducidos y productos obtenidos a partir del mismo [32]</b>	Manuel laureo Núñez Isaza Ecopetrol	2007 Colombia	Hidrotreamiento	C10L1/00; C10L1/04; C10G3/00; C07C1/00; C10G45/00; C11B13/00; C10G67/00
<b>Producción de combustible diésel a partir de cargas de alimentación Bio renovables. [33]</b>	Terry Louise	2009 Argentina	Hidrogenación Hidrotreamiento	C10L 1/08 C10G 3/00 C10G 45/08  C10G 3/46
<b>Producción de combustible diésel a partir de cargas de alimentación Bio renovables con menor consumo de hidrogeno. [34]</b>	Pulichola Abdul Das Kottotil Seshu Adiseshaiah Ortiz Eduardo Isidro	2009 Argentina	Hidrogenación	C10G 3/00 C10L 1/08 C10G 45/08
<b>Procedimiento de hidrogenación. [35]</b>	Gudde Nicholas John y Townsend James Adam	2011 España	Hidrogenación	C10G 3/00 (2006.01)
<b>Catalizador de sulfuro de rutenio promovido sin soporte y con soporte con alta</b>	Ornelas Gutiérrez Carlos Elías Álvarez Contreras Lorena	2012 Estados Unidos	Catalizadores Hidrotreamiento Hidro procesamiento.	B01J 27/045 B01J 35/0006 B01J 35/002

<b>actividad catalítica para hidrotratamiento de hidrocarburos y su método. [36]</b>	Farias Mancilla José Rurik Aguilar Elguezabal Alfredo			B01J 35/1014 B01J 35/1019 B01J 37/0201 B01J 37/031 B01J 37/18 B01J 37/20 C10G 45/10
<b>Método mejorado para la obtención de diésel a partir de fuentes renovables mediante el control del nivel de instauración. [37]</b>	Monsalve Guzmán Alexander, Fuentes Garzón Laura Liliana, Macias Torres Juan Esteban	2013 Colombia	hidrogenación hidrotratamiento	C10G 3/00 (2006.01), C10G 65/04 (2006.01)
<b>Proceso para la fabricación de hidrocarburos en el intervalo del diésel. [38]</b>	Myllyoja Jukka; Aalto Pekka; Savolainen Pekka; Grönqvist Johan; Purola Velimatti y Alopaeus Ville	2015 España	Hidrotratamiento	C10G 3/00 (2006.01) C10G 45/02 (2006.01) C10G 45/58 (2006.01)
<b>Estrategia renovable de refinería de diésel. [39]</b>	Shabaker, John, W	2015 España	Hidro-procesamiento	C10G 45/04 C10G 49/22 C10G 3/00 C10G 3/46 C10G 3/52 C10G 45/04 C10G

				49/22 C10G 2300/1011 C10G 2300/1014
<b>Proceso de hidrodeshidrogenación de aceites vegetales para la obtención de diésel verde. [40]</b>	Luis Felipe Ramírez Verduzco Jorge Arturo Aburto Anell Myriam Adela Amezcu Allieri María Del Rosario Socorro Luna Ramírez Leonardo Díaz García Blanca Lucia Medellín Rivera Javier Esteban Rodríguez Rodríguez	2020 México	Hidro - desoxigenación hidrogenación descarboxilación	C10G 3/00 C07C 1/22 C07C 1/207 C10L 1/02 C10L 1/08 B01J 23/28 B01J 21/06 B01J 21/04
<b>Proceso de hidrodeshidrogenación de aceites vegetales para obtener diésel verde. [41]</b>	Instituto Mexicano del Petróleo	2020 Canadá	Hidro - desoxigenación	C11C 3/12 C10G 3/00 C11C 3/00

Las patentes a nivel nacional son pocas como se puede observar en la tabla 1, estas patentes trabajan específicamente con el proceso de hidrotreatment aplicado a aceites vegetales [33] y grasas animales en combinación con aceites no reusables [32], lo que si se resalta en todas las patentes es la temperatura de reacción, algunas trabajan en temperaturas entre los 280°C y los 350°C [32], [40], [37], [36], [1]. Con respecto al diseño de producción de diésel verde con la planta piloto de la universidad de Cundinamarca se trabaja a una temperatura de reacción comprendida entre los 350°C y los 500°C [10], otra característica observable en

varias de las patentes es la presencia de catalizadores los cuales se encargan de limpiar y purificar el líquido procesado para la obtención de un biocombustible de calidad y cumpla las normas establecidas por cada país.

Los códigos que se observan en la tabla 1 hacen referencia a la nomenclatura usada en la (clasificación internacional de patentes-CIP). Ya que son códigos usados a nivel internacional hace posible realizar una búsqueda detallada en todo lo relacionado y relevante para lo que se quiere proteger sea un proceso o un diseño. En este proyecto se realizó la búsqueda de patentes relacionadas al proceso de hidrotratamiento aplicado a ácidos grasos obtenidos de grasa animal para la obtención de un diésel renovable, de acuerdo con SIC y la CIP el código representativo es el de clase C10, se compone de industrias del petróleo, combustibles, lubricantes, entre otros [1]. En la categoría C10 existen diferentes subgrupos con relación a procesos avanzados aplicados a aceite vegetal o animal para la obtención de combustibles renovables [1], el subgrupo C10G65 [1] refiere específicamente sobre los tratamientos de aceites de hidrocarburos, aplicando diferentes procesos de hidrotratamiento comprendido solamente en etapas de refinado. De la búsqueda realizada se puede decir que la mayoría de las patentes están enfocadas en el uso de hidrocarburos para la obtención de un diésel verde mediante hidrotratamiento que está comprendido en el subgrupo C10G45 [39], [35] el cual se puede observar en casi todas las patentes referidas en la tabla 1 [1].

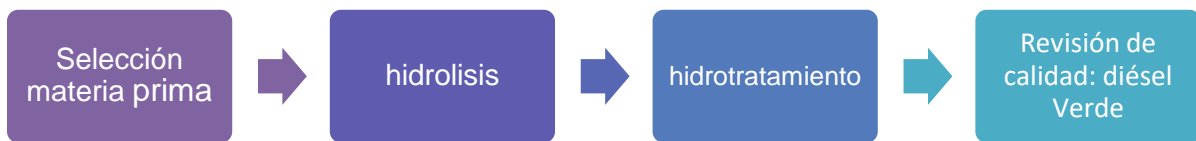


## 2. DISEÑO METODOLÓGICO

---

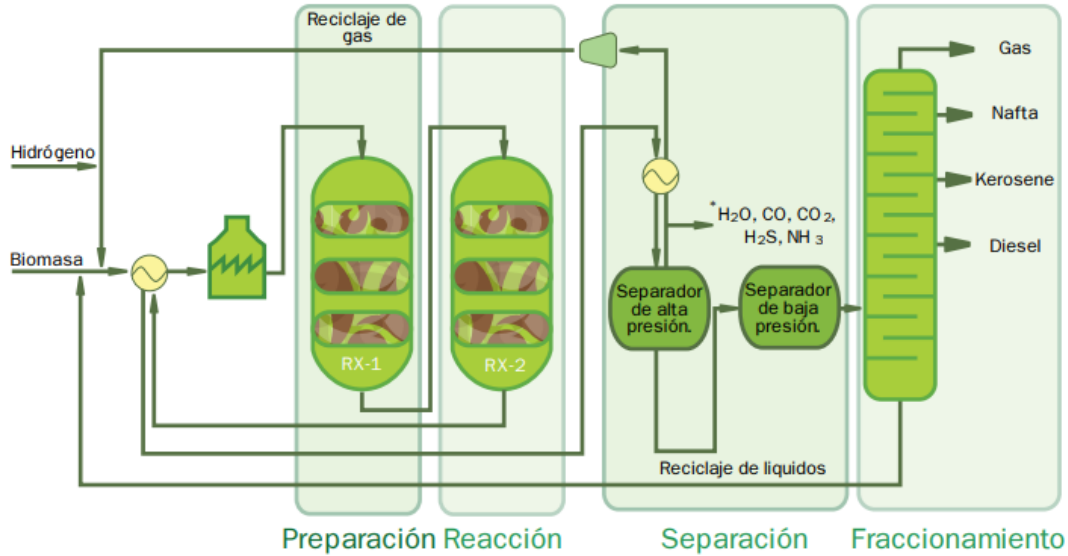
El proceso por utilizar para la elaboración de los biocombustibles avanzados teniendo en cuenta el estipulado y trabajado por los estudiantes junto a los ingenieros docentes de la Universidad de Cundinamarca, el proceso que ellos describen se divide en diferentes segmentos, búsqueda de la materia prima, método de elaboración, revisión de calidad y comercialización. Estas etapas se pueden observar en la figura 5.

**Figura 5. Etapas para la producción del diésel verde.**



Por otro lado, la SIC también describe que una unidad de hidrot ratamiento típica se divide en cuatro secciones básicas: preparación de la materia prima, reacción, separación del producto y fraccionamiento, tal como se observa en la figura 6.

**Figura 6 Unidad de Hidrotratamiento típica.**



Fuente: avances tecnológicos biocombustibles [1]

En ambos casos se observa 4 segmentos a diferencia que el último segmento de la SIC se enfoca en la separación de los posibles productos generados a partir de la separación por hidrotratamiento.

A continuación, se describen las etapas y objetivos a cumplir en la producción del biocombustible específicamente el conocido como diésel renovable.

## 2.1. Primera etapa

Seleccionar la materia prima adecuada para la obtención del biocombustible, la cual debe encontrarse disponible como residuo en el departamento de Cundinamarca, específicamente en la búsqueda de grasas provenientes del pollo. Esta debe ser caracterizada según los requerimientos y diferentes métodos de ensayo tales como:

**Tabla 2. Requerimientos y métodos de ensayo**

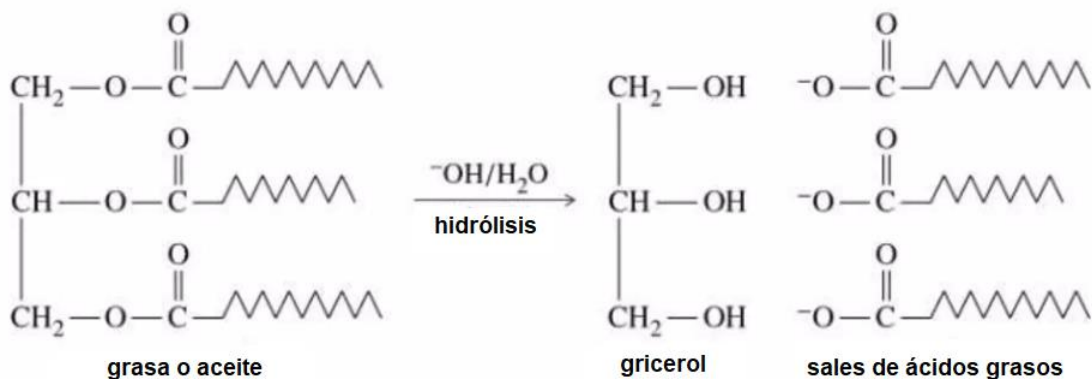
Caracterización	Método de ensayo
Índice de yodo	(ASTM D-5554)
Índice de saponificación	(ASTM D-5558)

Porcentaje de acides	(ASTM D-1980)
Peso molecular	(Cromatografía CG-MS)
Contenido de material insaponificable o gomas	(ASTM D-1965)
Composición de ácidos grasos	(Cromatografía CG-MS)

## 2.2. Segunda etapa

Esta se enfoca en determinar las mejores condiciones que se deben presentar para la obtención de los ácidos grasos mediante el proceso de hidrolisis aplicado a los residuos grasos del pollo. La reacción se realiza en un reactor semi batch de alta presión por 30 minutos con temperaturas entre 200°C y 400°C con una presión autógena que no debe ser mayor a 100bar, esta reacción se muestra en la figura 7. Hidrolisis de grasa/aceites. En la cual se representan las reacciones químicas presentes en el proceso de hidrolisis. Se tiene inicialmente la grasa y su composición en enlaces de hidrogeno y oxígeno, después de realizar el proceso de hidrolisis se obtienen las composiciones de los ácidos grasos, glicerol y algunos subproductos.

**Figura 7. Hidrólisis a grasas/aceites**

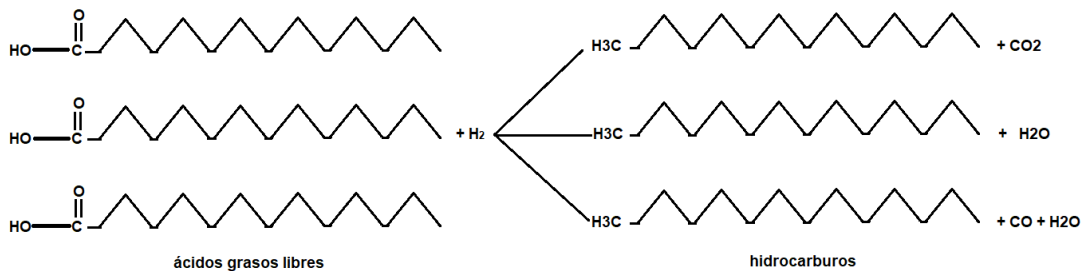


Fuente: adaptado de Diseño experimental del prototipo para el desarrollo del proceso de hidrotratamiento para la obtención de diésel renovable de ácidos grasos de origen animal [10]

## 2.3. Tercera etapa

Se sintetiza y evalúa el desempeño de catalizadores para la producción de hidrocarburos tipo diésel mediante el hidrotratamiento de los ácidos grasos derivados del aceite de pollo obtenido de la etapa anterior donde se realiza el proceso de hidrolisis. Al proceso de hidrotratamiento también se le conoce como de desoxigenación, se representa su enlace en la figura 8.

**Figura 8 Hidrotratamiento de ácidos grasos.**



Fuente: Diseño experimental del prototipo para el desarrollo del proceso de hidrotratamiento para la obtención de diésel renovable de ácidos grasos de origen animal [10]

En esta etapa es necesario la implantación de un catalizador comercial, para este caso es un catalizador de Níquel-Molibdeno el cual se soporta en sílice y modificado con azufre. El análisis de la reacción de desoxigenación, se evaluará un diseño experimental factorial  $3^3$ , que incluye la modificación de 3 variables de entrada [10].

Variables de entrada:

- temperatura (tres niveles),
- presión (tres niveles)
- tiempo (tres niveles).

Variables de salida: conversión y pureza del biocombustible obtenido. Estos se estiman a partir de cromatografía gaseosa. Se busca reducir los gastos de energía del proceso debido a condiciones de reacción menos drásticas (menor presión, temperatura y tiempo), reducir el consumo de hidrogeno y categorizar como un nuevo biocombustible no isomerizado el cual puede mezclarse con combustibles comerciales tipo diésel empleados en el país [10].

## 2.4. Cuarta etapa

Analizar las propiedades de los biocombustibles tipo diésel obtenidos (caracterización del diésel renovable y evaluación de mezclas con diésel fósil). Determinar un grado de mezcla para la producción de un biocombustible a partir de diésel fósil y diésel renovable, donde las propiedades se encuentren dentro de las especificaciones de calidad establecidas en la normativa nacional por la Resolución 90963 de 2014 del ministerio de minas y energía las cuales se identifican en la tabla 2.

**Tabla 3. Condiciones de calidad de biocarburantes para motores diésel renovable para mezcla con los combustibles diésel petroquímico.**

Propiedad	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo o equivalentes
Número de cetano	-	70	-	ASTM D613
Densidad a 15 °C	Kg/m <sup>3</sup>	765	800	ASTM D4052
Punto de inflamación	°C	>55	-	ASTM D93
Viscosidad a 40 °C	Mm <sup>2</sup> /s	2	4.5	ASTM D445
Destilación IBP del 95 % (v/v) recuperada	°C	160	360	ASTM D86
Residuos de carbón micro (10 % fondos)	% (mm)	-	0.30	ASTM D4530
Contenido de agua	Mg/kg	-	500	ASTM E 1064
Apariencia	Pasa-no pasa	-	-	ASTM D4176
Contaminación total	Mg/kg	-	24	EN 12662
Corrosión a la lámina de cobre	Clasificación	Clase 1	-	ASTM D130
Estabilidad a la oxidación	h	20(2)	-	EN 14112
Punto de fluidez	°C	-	3	ASTM D97

<b>Tendencia al bloqueo de filtros (FBT)</b>	-	-		ASTM D2068
--	---	---	--	------------

Fuente: MME. Normatividad general de los biocombustibles en Colombia, Resolución 90963.2014 [42]

El diésel renovable obtenido en la etapa de desoxigenación será caracterizado mediante la medición de índices claves de calidad de combustibles según la tabla 2 [42], donde se presenta los requisitos de calidad del biocombustible para motores diésel denominado Diésel Renovable el cual se puede mezclar con los combustibles diésel.

Una vez se finalicen las cuatro etapas, el resultado será la obtención de un biocombustible que cumple con todas las normas de calidad, con posibilidad de mezclarse con el diésel fósil sin dañar el motor del vehículo o herramienta a base de hidrocarburos, razón por la cual se puede pensar en la comercialización del producto en la región o departamento.

## 3. DESARROLLO DEL TRABAJO

---

En este capítulo se debe evidenciar el cumplimiento de los objetivos específicos que se plantean para el correcto desarrollo del proyecto en cuestión, el cual se divide en tres puntos: viabilidad técnica, estudio de novedad junto la aplicación industrial y los parámetros que estipula la superintendencia de industria y comercio para la postulación de una patente.

### 3.1. Viabilidad del prototipo

Este capítulo da cumplimiento al segundo objetivo específico, el cual se caracteriza por seguir la indicación brindada por la SIC, para verificar si el prototipo de la planta piloto en la fase de simulación para la producción de un diésel verde es viable y se puede llegar a comercializar.

#### 3.1.1. Viabilidad Técnica

Con el estudio de viabilidad se intenta predecir el éxito o fracaso de un nuevo producto antes de sacarlo al mercado [43], [44], detectar las ventajas y desventajas que puede tener el diésel verde para saber si la producción de este biocombustible es factible y el proyecto resulta rentable. Según la norma que indica la SIC un estudio de viabilidad del prototipo se lleva a cabo con la búsqueda de patentes y/o investigaciones relacionadas [11] con el proceso mencionado en este trabajo el cual hace referencia a la producción de biocombustible tipo diésel mediante hidrotratamiento catalítico.

Se puede decir que la viabilidad de un proceso o prototipo se puede establecer con el desarrollo de un marco de referencia en el cual se contempla el estado del arte y la técnica, por esto se mencionan particularidades y parámetros que debe cumplir como mínimo el proceso para ser llevado a cabo.

La fabricación de un biocombustible avanzado el cual puede llegar a remplazar el diésel fósil a nivel departamental o incluso a nivel nacional es una gran apuesta por el futuro ya que, “en los últimos años, el interés mundial en el desarrollo de tecnologías para convertir materias primas renovables y de bajo costo en diésel verde han aumentado de una forma exponencial incontrolada” [8]. Al incorporar el diésel verde en el departamento de Cundinamarca este generará beneficios en la comunidad, tales como la reducción en el consumo del diésel tradicional, mitigación del daño ambiental causado por las emisiones de humo o su fabricación, generando

una apropiación del conocimiento a partir de estas nuevas tecnologías. Producir diésel renovable de forma local implica avanzar hacia una tecnología de producción de combustibles alternativos y subproductos asociados amigables con el medio ambiente, permitiendo ingresar a un país en un mercado de alto valor agregado y con perspectivas de crecimiento.” [30]

Cuando se habla de diésel verde o renovable, las personas lo tienen a confundir o relacionar con el biodiésel, razón por la cual se presenta en la tabla 3. Las características del diésel y las alternativas renovables.

**Tabla 4. Características del diésel y sus sustitutos renovables.**

Parámetros	unidades	diésel	biodiésel	diésel verde
Densidad	Kg/m <sup>3</sup>	840	880	780
Contenido de oxígeno	%m/m	0	11	0
Contenido de parafinas	%m/m	67.8	0	100
Contenido de azufre	mg/Kg	<10	<1	<1
Poder calorífico	MJ/Kg	43	38	44
Índice de cetano	%	40	50-65	70-90
Punto de enturbamiento	°C	-5	-5 a 15	-20 a 20
Emisiones de NOx	Frente al diésel %	-	+10	-10
Emisiones de CO2	Kg/MJ	0.08	0.06	0.4

Fuente: “Algunos aspectos de producción de diésel verde a partir de materias primas de segunda generación y la tecnología del hidrotratamiento” [3].

De la tabla anterior se puede inferir que el diésel verde es mejor a comparación del biodiésel en la mayoría de los parámetros a excepción de las emisiones de CO<sub>2</sub>, esta emisión de carbono es mayor que la del biodiésel. Pero ya que los demás parámetros son favorables permite que la combinación de diésel verde con el diésel petroquímico resulta más eficiente [3].

Otra gran causante por la cual la producción de diésel verde es viable es por la disminución de las reservas de petróleo y la preocupación mundial por los problemas medioambientales, han originado un aumento de las investigaciones que buscan ofrecer un combustible limpio y renovable que reemplace o disminuya el consumo de los combustibles fósiles. [4]

Son bastantes los artículos o documentos que avalan la inversión y exploración para la producción de diésel verde pues es una mirada hacia el futuro cercano donde la humanidad acaba con las reservas fósiles y obliga a los países a buscar nuevas



alternativas para su propio abastecimiento, producción y distribución de nuevos combustibles.

### 3.1.2. Viabilidad ambiental

En esta sección se busca demostrar el impacto ambiental que tendría el proceso para la producción del diésel verde, por lo tanto, es importante conocer de ante mano el estado del arte, la búsqueda brinda información donde explican y dan opiniones basadas en resultados de posibles alternativas para la reducción de daños al ambiente al pasar al uso de nuevas alternativas para la producción de combustibles renovables.

De entrada, se puede decir que es viable ya que la generación de este biocombustible es muy diferente a la producción masiva del combustible fósil, también reducen emisiones contaminantes de CO<sub>2</sub> [8], reduce el consumo de combustibles fósiles, recuperan la energía de los residuos que no son aprovechados o no son reusables [45].

Los biocombustibles ofrecen a los países independencia energética, aunque puede llegar a ser costosos y así posiblemente generar un aumento en el consumo eléctrico, también son renovables, limpios y menos proclives a falta de suministro como el combustible fósil [46]. pero nada que no se pueda solucionar con energías renovables o alternativas de *nuevo conocimiento*.

### 3.1.3. Viabilidad en el funcionamiento del prototipo simulado

El diseño de la planta piloto fue desarrollado por ingenieros electrónicos de la Universidad de Cundinamarca con ayuda de herramientas de diseño asistido por computadora y el software Hysys Aspen Plus. Para el diseño de la planta piloto se tuvieron presente estudios realizados por la universidad de Antioquia, es la encargada de realizar el proceso de hidrolisis a los residuos del pollo (aceite de pollo) para la obtención de ácidos grasos, este ácido graso obtenido del aceite del pollo presenta características adecuadas las cuales se presentan en la tabla 4.

**Tabla 5. Propiedades de los ácidos grasos obtenidos del aceite de pollo.**

Propiedad	Norma	Resultado
Índice de yodo	ASTM D-5554	89,19 g I/100 g
Índice de saponificación	ASTM D-5558	198,64 mg KOH/g
Porcentaje de acidez	ASTM D-1980	204,69 mg KOH/g
Peso molecular	Cromatografía CG-MS	274,74 g/mol

Contenido de material insaponificable o gomas	ASTM D-1965	2,72 %
Humedad (Karl Fisher)	ASTM D-4377	<1

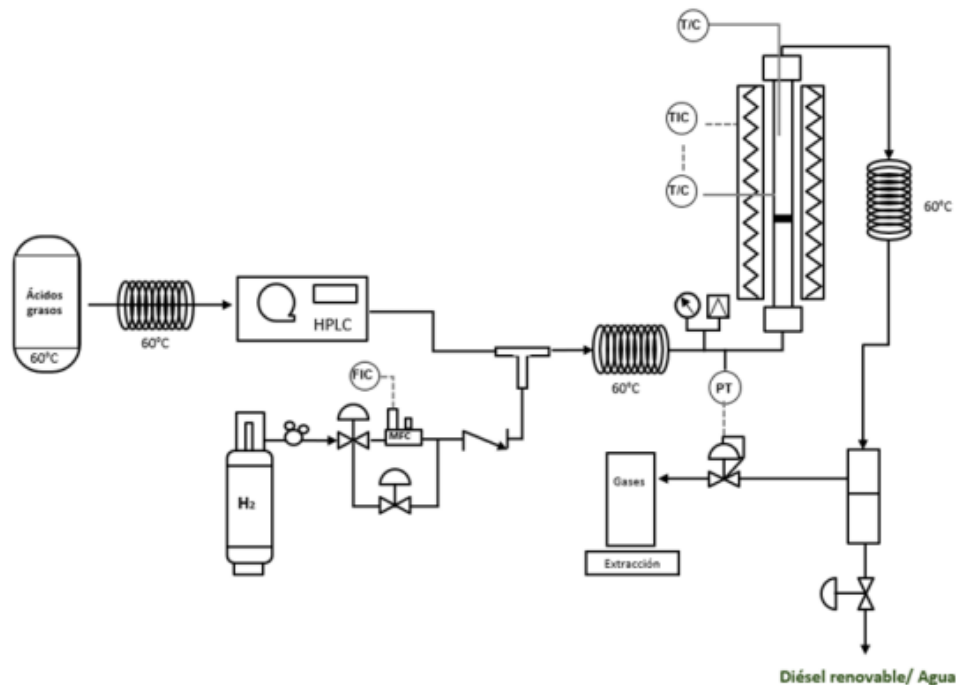
Fuente: adaptado del informe técnico 6 presentado a Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación [47]

Según las pruebas realizadas por la universidad de Antioquia y como se observa en la tabla 4 las propiedades del ácido graso obtenido del aceite del pollo se encuentran dentro de lo esperado [47], razón por la cual se pudo continuar con diseños asistidos por computadora de la planta piloto.

Se realizó un diseño 3D del prototipo de la planta piloto como se puede apreciar en la figura 10, el prototipo es diseñado a partir del esquema del proceso de hidrotratamiento desarrollado por la universidad de Antioquia, este esquema se presenta en la figura 9. [10] con base al esquema se realizan simulaciones en el programa Hysys Aspen la cual fue desarrollada por el ingeniero Pablo Andrés Muñoz Ávila en el trabajo de tesis “Diseño de un módulo de lectura y adquisición de datos de la variable temperatura en el prototipo de planta experimental para el proceso de extracción del diésel renovable.” [48], Hysys Aspen Plus es un software de ingeniería que permite la simulación de procesos químicos y a su vez simular los controles de seguridad requeridos en el proceso [48], de igual manera se puede revisar la temperatura y presión durante el tiempo estimado para la obtención de un diésel renovable. La temperatura, presión y tiempo son variables que pueden cambiar dentro del todo el proceso esto según el requerimiento que se necesita para cada etapa, son variables importantes en cada una de las etapas ya que dependiendo del ajuste de cada variable se busca producir un diésel renovable apto para el comercio. En el trabajo del ingeniero Muñoz también se realiza un estudio para determinar el sensor de temperatura adecuado en el proceso que aplica el horno split tubular que no debe sobrepasar una temperatura de 500°C, la temperatura de reacción en el horno se estima en los 350°C con la que se puede obtener el diésel verde, se demostró que la opción viable son las sondas PT100 de tres hilos estas pueden soportar temperaturas bajas por debajo de los 500°C [48], la temperatura que se debe manejar durante todo el proceso debe ser de 60°C [10], [48], [49], a excepción de la etapa de reacción. Por otro lado, en el trabajo de tesis “Identificación de las mejores condiciones de producción de ácidos grasos mediante hidrólisis y el diseño e implementación de un módulo de flujo y adquisición de datos en el proceso de hidrólisis” realizado por el ingeniero Cristian Hurtado Martínez donde se observa un diseño simulado con la herramienta SketchUp 2020 de un módulo de flujo para la obtención de datos en el proceso [49], en el cual se maneja la variable de presión la cual debe mantenerse entre 70bar y 90bar [10], [48], [49]. a excepción de algunas etapas que pueden requerir un poco más de presión.

La viabilidad para la producción de diésel verde se basa en el funcionamiento según las simulaciones realizadas que presentan características estimadas, el producto obtenido en estas simulaciones cumple con los parámetros establecidos por el gobierno colombiano los cuales se mencionan en la tabla 2. El proceso de hidrotratamiento es la base teórica y metódica de este trabajo, razón por la cual se tubo presente en cada uno de los artículos investigados, alguno otros se enfocaban en métodos muy similares como: la desoxigenación del aceite de canola se realizó en un reactor continuo de lecho fijo [29], otra investigación muestra que una alternativa a la transesterificación es el hidrotratamiento de aceites vegetales o grasas animales para producir un combustible con propiedades más similares a las del diésel del petróleo y a las del diésel obtenido por transesterificación. [20], El hidrotratamiento actualmente es de las tecnologías más relevantes en la industria de refinación de petróleo [21] y así como estas hay más posturas e investigaciones que le apuntan al hidrotratamiento como una etapa clave para la producción de diésel verde a nivel nacional o internacional, razón por la cual se valida su funcionamiento y su proceso o prototipo pueden ser protegidos a nivel nacional o internacional ante la Superintendencia Industria y Comercio (SIC).

**Figura 9. Diagrama esquema del proceso de hidrotratamiento.**



Fuente: Diseño experimental del prototipo para el desarrollo del proceso de hidrotratamiento para la obtención de diésel renovable de ácidos grasos de origen animal [10]

## **3.2. Estudio de Novedad y Aplicación Industrial**

Este capítulo muestra el desarrollo del objetivo específico tres, caracterizado por un estudio de novedad y aplicación industrial del prototipo diseñado de la planta piloto para la producción del diésel verde. El resultado de este objetivo es la postulación de un artículo científico tipo C el cual se ve reflejado en el anexo C.

### **3.2.1. Estudio de novedad**

Si se quiere determinar que el diseño simulado de la planta piloto para la producción de diésel verde mediante hidrotreamiento aplicado a ácidos grasos derivados de residuos animales es novedoso en el campo de la producción de biocombustibles, se debe comprobar que dicha invención, proceso u objeto no existe previamente en el estado del arte y la técnica.

En el estado del arte se busca todo lo referente en artículos, libros y procesos donde se estipula la producción de biocombustibles tipo diésel mediante la aplicación de hidrotreamiento, en esta búsqueda se resaltan los procesos químicos y elementos característicos utilizados para producir un biocombustible. Características como la temperatura, la presión, el tiempo y catalizadores utilizados varían en la teoría encontrada. En lo que refiere a la variable de temperatura se puede observar en el documento biocombustibles avanzados [1] presentado por la SIC que para la aplicación del hidrotreamiento catalítico es necesaria una temperatura de reacción de 350°C [1]; en el trabajo de “modelado y simulación de hidrotreamiento aplicado a aceite de palma” [6], se trabajó con una temperatura de reacción entre los (300-400)°C; para la obtención de diésel verde mediante hidrotreamiento en aceites no comestibles [18], la temperatura que se trabaja para la reacción esta entre los (350-420)°C. y así dentro de un rango entre lo (250 y 420)°C se encuentran teorías relacionadas a la producción de biocombustibles. Del mismo modo pasa con la variable de presión, tiempo y catalizadores. Las características de estas variables cambian dependiendo de la materia prima o planta dispuesta para la aplicación del hidrotreamiento.

Al tener claro los conceptos de las variables encontradas y estipuladas en el estado del arte se puede reducir la búsqueda en palabras claves como hidrotreamiento, diésel verde o diésel renovable. Para lo que respecta al estado de la técnica se comprenden todas las patentes relacionadas a la producción de un diésel verde, de este modo verificar que el diseño de la planta piloto para la aplicación de hidrotreamiento realizado por los ingenieros de la Universidad de Cundinamarca es nuevo y no se encuentra estipulado en ninguna de las patentes encontradas. Para

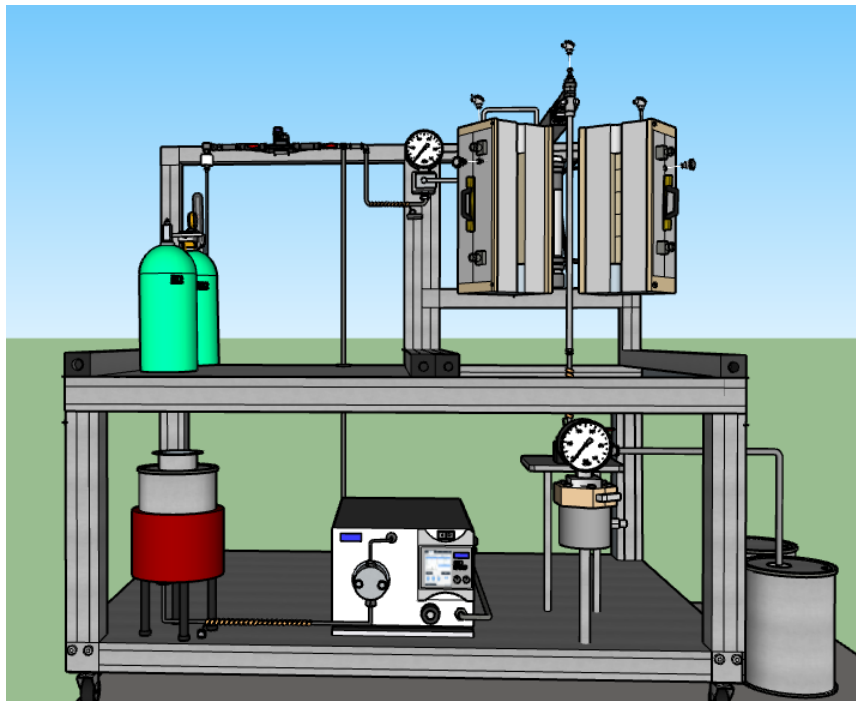
realizar la búsqueda de patentes se emplearon las bases de datos Google patents, WIPO patents, patentes.com, la plataforma SIPI de la SIC, entre otras bases de datos gratuitas. Los resultados de la búsqueda de patentes arrojan información pertinente a la producción de diésel renovable la gran mayoría obtenidos de aceites vegetales como el “proceso de hidroxigenación de aceites vegetales para la obtención de diésel verde” [40] o el “proceso de hidroxigenación de aceites vegetales para obtener diésel verde”[41], entre otros que hablan sobre las mejoras que se pueden realizar dentro de una planta de refinado de combustibles. Esto a nivel internacional, en el país según la base de datos de la SIC son cuatro las solicitudes de patente relacionadas con procesos de hidrotreatmento, las cuales fueron radicadas por dos empresas: Ecopetrol S.A. de Colombia, en los años 2007 y 2009 y Petrobras de Brasil, en el año 2007. Petrobras tiene solicitudes radicadas en Argentina, Europa y Estados Unidos. Ecopetrol radico la patente nº (09-138350) ante Estados Unidos, Europa, Brasil, Malasia e Indonesia [1]. La patente de mayor importancia a nivel nacional es la nº(07126779) que radico Ecopetrol S.A. ante la SIC en el año 2007 que tiene por título “Proceso para obtención de diésel a partir de aceites vegetales o animales por hidrotreatmento con tiempos de residencia reducidos” [1], en la cual se utilizan mezclas de hidrocarburo fósil con aceites vegetales o animales para la obtención de un biocombustible tipo diésel denominado bioetanol, en donde se aplica un reacción de temperatura entre los (280-350)°C acompañado de catalizadores para limpiar las impurezas [1] y de este modo producir un biocombustible tipo diésel.

De lo anterior se puede decir que la mayoría de las investigaciones hablan de procesos similares casi idénticos unos entre otros tanto como en el proceso químico para la obtención de ácidos grasos(triglicéridos) y el proceso de hidrotreatmento. Por tales razones son varios los parámetros que hacen que el prototipo de la planta piloto desarrollado por la Universidad de Cundinamarca en la etapa de simulación con pruebas realizadas en el software Hysys Aspen [48] y un diseño en tercera dimensión con SketchUp [10] sea novedoso. La primera razón es la diferencia en los implementos utilizados en cada módulo de la elaboración del diésel verde, estos son: alimentación de hidrogeno que cuenta con reguladores de presión para su flujo con una presión de 70bar, alimentación del ácido graso por medio de una bomba HPLC que suministre el líquido que se combina con el hidrogeno para pasar al momento de reacción, debe contar con un control de presión y seguridad antes de la reacción, el módulo de reacción es el más importante es acá donde se realiza la transformación de la materia en diésel renovable a una temperatura entre los (350-500)°C y por último la separación del producto obtenido y los subproductos. Dentro de estos módulos se resaltan elementos específicos que no deben variar, la distribución de algunos componentes como el reactor split-tubular de lecho fijo

encargado de realizar la reacción entre los  $(350-500)^{\circ}\text{C}$ , los parámetros de temperatura constante y presión que se deben mantener para la distribución correcta del líquido en las diferentes etapas del proceso, durante todo el proceso la temperatura establecida para el flujo adecuado está en los  $60^{\circ}\text{C}$ .

Con el diseño realizado en SketchUp que se presenta en la figura 10 se podría decir que no existe ninguno igual ya que en la investigación no se encontró ningún diseño similar a la planta piloto diseñada.

**Figura 10. Diseño 3D planta piloto para obtención de diésel mediante hidrotratamiento.**



Fuente: Diseño experimental del prototipo para el desarrollo del proceso de hidrotratamiento para la obtención de diésel renovable de ácidos grasos de origen animal [10]

De la figura 10 se puede apreciar que lo novedoso en la planta piloto, es la disposición de cada uno de sus componentes y los parámetros para su correcto funcionamiento para así tener al final de este proceso un diésel renovable que supla la necesidad de una zona, región o departamento.

### 3.2.2. Verificación de la Aplicación Industrial

En general todo lo relacionado a un proceso cuyo resultado es un producto aplicado para el funcionamiento de motores tiene una aplicación industrial, en base al estado de la técnica se puede decir que en Colombia la empresa que lidera y es pionera en proceso de refinado de petróleo y en la producción de nuevos biocombustibles a escala industrial es ECOPETROL, por tal razón es la única empresa en Colombia que ha radicado patentes ante la superintendencia de industria y comercio [1]. Esto deja un camino libre a la sana competencia empresarial en el área de producción del diésel verde a nivel industrial.

El diésel renovable es un biocombustible fabricado a partir de biomasa, el cual tiene propiedades similares o mejores que las de un combustible fósil, este producto renovable en la actualidad es probable que se beneficie de la amplia agenda climática del presidente Joe Biden, en ella se manifiesta un alejamiento de los combustibles fósiles en futuro [50].

La distribución y comercialización de algunos biocombustibles usados en Colombia como el biodiesel requieren de camiones especiales que mantenga una temperatura mayor a los 13°C [1], esto genera un costo adicional en la distribución. Por el contrario, el diésel renovable está compuesto por parafinas de cadenas largas que no presentan inconvenientes con la temperatura al momento de ser transportados. Además, se puede transportar y almacenar utilizando la infraestructura y los sistemas de los combustibles fósiles [1], en un futuro cercano los combustibles que menos contaminen el ambiente serán una mejor alternativa para los vehículos terrestres, marítimos y aéreos [46]. Con respecto a la demanda de diésel a nivel mundial y a al crecimiento del uso de biocombustibles en países europeos, se puede analizar un escenario de mayor magnitud como la producción del diésel renovable para el mercado internacional. Para lograr esto es necesario precisar algunos aspectos que harían viable la producción sostenible y rentable, estos aspectos son: disponibilidad de materia prima certificada para la protección ambiental estas pueden ser aceite de palma, algas marinas, nuez o materias primas económicas y de fácil obtención como algunas grasas animales [1].

La producción de diésel renovable en Colombia es una opción viable si se implementa e incentiva ciertos aspectos que inducirían tanto como al sector Público y privado a la industrialización en la producción de biocombustibles y su distribución inicialmente en el mercado nacional [1].

### 3.3. Patente ante la SIC

Para presentar una solicitud de protección ante la SIC se debe conocer a cabalidad el diseño, producto y/o proceso a proteger. También se debe tener claro si es un patente de invención, de modelo de utilidad o solo un diseño industrial con esto agilizar y facilitar el proceso ante la SIC.

Para solicitar una protección se debe pagar una tasa para la evaluación y aceptación de la protección, tanto para el modelo de utilidad y la patente de invención si se desea seguir la protección después del tiempo estipulado para cada una de ellas se debe hacer un nuevo pago para continuar con la protección. Las tablas de costos fueron extraídas de la página oficial de la SIC.

#### 3.3.1. Tasas de cobro para patente

Las tasas de cobro pueden variar para cada una de las opciones que se puede proteger ante la SIC, en este documento se hace referencia a los cobros para modelo de utilidad y patente de invención.

##### Modelo de utilidad

A continuación, se presentan las tasas correspondientes al año 2023. Es importante revisar constantemente la página oficial de la SIC para conocer los precios actuales, de haber una inconsistencia en algún valor, se debe tomar el valor indicado en la Resolución 66173 de 2022.

**Tabla 6. Tasas patente modelo de utilidad año 2023.**

<b>Modalidad</b>	<b>En línea</b>	<b>En Físico</b>
Solicitud Patente de Modelo de Utilidad (contiene el derecho a presentar las 10 primeras reivindicaciones), incluidas las modificaciones relacionadas con el cambio de solicitante por cesión de la solicitud, momento de la publicación, modificación del resumen, inventor, datos de prioridad o datos de solicitud PCT y correcciones de errores materiales (se entenderá en todo caso correcciones de errores materiales posteriores a la concesión)	\$87.000	\$107.000



Reivindicación adicional para Patente de Modelo de Utilidad (a partir de la undécima 11° reivindicación)	\$27.000	\$29.500
Examen de Patentabilidad de una solicitud de Patente de Modelo de Utilidad.	\$857.000	\$1.022.500
<b>Actuaciones en trámite- Modelo de Utilidad</b>		
Divisional de una solicitud de patente de Modelo de Utilidad (Contiene el derecho de presentar las 10 primeras reivindicaciones)	\$81.500	\$101.000
Solicitud de examen de Patentabilidad de una Solicitud Divisional de una Patente de Modelo de Utilidad	\$698.500	\$752.000
Solicitud de modificaciones y correcciones a solicitudes en trámite relacionadas con el capítulo descriptivo o reivindicatorio o el listado de secuencias o dibujos.	\$196.000	\$235.500
Presentación de oposición	\$510.000	\$612.000
Presentación de caución	\$408.000	\$488.500
Fusión de solicitud	\$196.500	\$235.500
Solicitud de inscripción de licencias	\$180.500	\$220.500
Modificación o limitación al alcance de las reivindicaciones o solicitud divisional de patente concedida.	\$782.000	\$946.000
Inscripción de cambios de titularidad de la nueva creación (transferencia) o modificación de inventor por registro a afectar.	\$403.000	\$488.500
Inscripción de licencias.	\$446.000	\$543.000
Fusión de patentes	\$477.000	\$581.500
Solicitud de licencia obligatoria	\$1.986.500	\$2.395.500
<b>Tasas de mantenimiento patente modelo de utilidad</b>		
Tasa anual para el mantenimiento de patente de modelo de utilidad	\$299.000	\$363.000
Tasa anual para el mantenimiento de patente de modelo de utilidad con recargo en plazo de gracia	\$402.000	\$480.000

Fuente: Superintendencia Industria y Comercio [11]

### Patente de invención

A continuación, se presentan las tasas correspondientes al año 2023 para una patente de invención. Al igual que el modelo de utilidad es importante estar actualizado con la tasa a pagar por lo que se desea proteger. En caso de haber una inconsistencia en algún valor, se debe tomar el valor indicado en la Resolución 66173 de 2022.

Tabla 7. Tasa patente de invención año 2023.

<b>Modalidad</b>	<b>En línea</b>	<b>En Físico</b>
Solicitud Patente de invención (contiene el derecho a presentar las 10 primeras reivindicaciones), incluidas las modificaciones relacionadas con el cambio de solicitante por cesión de la solicitud, momento de la publicación, modificación del resumen, inventor, datos de prioridad o datos de solicitud PCT y correcciones de errores materiales (se entenderá en todo caso correcciones de errores materiales posteriores a la concesión)	\$98.000	\$121.500
Reivindicación adicional para Patente de invención (a partir de la undécima 11° reivindicación)	\$49.500	\$58.500
Examen de Patentabilidad de una solicitud de Patente de invención.	\$1.516.000	\$1.816.000
Invocación de una prioridad	\$252.500	\$308.000
<b>Actuaciones posteriores a la concesión- Patente de Invención</b>		
Divisional de una solicitud de patente de invención (Contiene el derecho de presentar las 10 primeras reivindicaciones)	\$92.500	\$116.000
Solicitud de examen de Patentabilidad de una Solicitud Divisional de una Patente de invención.	\$1.325.500	\$1.589.500
Solicitud de prórroga de términos o plazo adicional previstos en los artículos 39, 42, 43, 45, 120, 122 y 123 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina.	\$167.000	\$204.500
Solicitud de modificaciones y correcciones a solicitudes en trámite relacionadas con el capítulo descriptivo o reivindicatorio o el listado de secuencias o dibujos.	\$196.000	\$235.500
Presentación de oposición	\$510.000	\$612.000
Presentación de caución	\$408.000	\$488.500
Fusión de solicitud	\$196.500	\$235.500
Solicitud de inscripción de licencias	\$180.500	\$220.500
Modificación o limitación al alcance de las reivindicaciones o solicitud divisional de patente concedida.	\$782.000	\$946.000
Inscripción de cambios de titularidad de la nueva creación (transferencia) o modificación de inventor por registro a afectar.	\$403.000	\$486.500
Inscripción de licencias.	\$446.000	\$543.000

Fusión de patentes	\$477.000	\$581.500
Inscripción de renuncia a derechos	\$446.000	\$543.000
Solicitud de licencia obligatoria	\$1.986.500	\$2.395.500
<b>Tasas de mantenimiento patente de invención</b>		
Tasa anual para el mantenimiento de patente de invención del primer al cuarto año.	\$322.000	\$386.000
Tasa anual para el mantenimiento de patente de invención del quinto al octavo año.	\$500.500	\$600.500
Tasa anual para el mantenimiento de patente de invención del noveno al duodécimo año.	\$750.000	\$900.500

Fuente: adaptado de la Superintendencia Industria y Comercio [11]

El primer pago se da al realizar la solicitud inicial de una patente donde se adjuntan los documentos requeridos para la protección, ante la superintendencia de industria y comercio (SIC) ya sea físico o en línea, en esta etapa se debe presentar todos los requerimientos dados por la SIC para la aceptación de la solicitud. [11]

Lo siguiente es realizar el pago para el examen de fondo con un tiempo no mayor a 3 meses luego de ser aprobada la solicitud de patente, durante ese plazo la SIC podría requerir correcciones o aclaraciones antes de pasar a un examen de fondo estos serán reportados al correo del usuario que radica la solicitud.

Una vez completado los pasos anteriores se realizará el examen de fondo donde se determina hasta qué punto es viable que la nueva invención obtenga una patente.

### 3.3.2. Contenido de la solicitud para una patente.

Para presentar una solicitud de patente hay que contar con una serie de documentos, indicados de forma general en normativa de patentes:

**Petitorio:** es un formulario mediante el cual se solicita formalmente la patente, incluir los datos de identificación del solicitante, inventor, apoderado o representante legal (si es el caso), título o nombre de la invención. Este formulario se encuentra con el código PI02-F01 en la web [11].

Se debe incluir al inventor involucrado con el proyecto el cual debe ser una persona natural y en caso de ser varios inventores, todos deben estar identificados y relacionados en el petitorio [11].

**Documento técnico de la solicitud de patente:** en este segmento el inventor describe de una manera detallada la invención, siguiendo una estructura establecida. Estructura del documento técnico de patente:

**Descripción:** explicación clara y completa de la invención en términos entendibles para cualquier lector.

**Resumen:** síntesis de la divulgación técnica contenida en la solicitud de patente. El resumen sirve sólo para fines de información técnica, por lo cual no tendrá efecto alguno para interpretar el alcance de la protección solicitada. Debe ser claro y conciso como lo permita la descripción, no debe excederse de 250 palabras con preferencia entre 50 a 150 palabras, puede incluir formulas químicas, fórmulas matemáticas y cuadros de texto. No debe contener declaraciones relativas a las ventajas relacionadas con la invención. Estructura: objeto de la invención, características de la invención y campo de aplicación [11].

De no saber cómo enfocar o a que campo pertenece la invención se podrá guiar de la siguiente tabla para enfocar así el resumen de la invención a proteger.

**Tabla 8. Tipos de invención y resumen por desarrollar**

Invención	Resumen por desarrollar
Artículo	Su identidad, aplicación, construcción, organización y método de fabricación
Compuesto químico	Su identidad estructural, método de preparación si corresponde, propiedades y aplicación.
Mezcla o composición de materia	Su naturaleza, ingredientes esenciales la proporción de sus ingredientes si esto es importante y eventualmente su preparación.
Máquina, aparato o sistema	Su naturaleza, aplicación, construcción, organización y funcionamiento.
Procedimiento	La secuencia lógica de etapas, su naturaleza y características esenciales, materiales usados, condiciones empleadas.

Fuente: adaptado de la Superintendencia Industria y Comercio. [11]

**Reivindicaciones:** se contempla entre una o más que definan la materia, proceso o fragmento a proteger. Las reivindicaciones son las características técnicas y novedosas de la invención, para las cuales se reclama la protección legal mediante la patente. Existen diferentes tipos de reivindicaciones para este caso la recomendada es una reivindicación combinada [11].

**Dibujos o figuras:** de ser necesario agregar las figuras o dibujos pertinentes para comprender la invención, si hay un dibujo o figura debe incluir únicamente un número de referencia y en el capítulo descriptivo se debe incluir una breve descripción o resumen de lo contemplado en cada dibujo o figura [11].

Si la invención corresponde al campo de la química, el dibujo puede ser la fórmula química y estructural de uno o más compuestos [11].

Si la invención es un esquema eléctrico, los dibujos pueden ser utilizados para señalar las conexiones entre los diferentes elementos que componen el circuito [11].

De igual manera, si la invención corresponde a un proceso, los dibujos pueden mostrar bloques o diagramas esquemáticos donde se indica la secuencia lógica de etapas [11].

**Comprobante de pago:** correspondiente a la tasa establecida por la presentación de la solicitud.

**Otros documentos:** en caso se requieran, se deberá adjuntar: Poderes que otorgan autoría a un abogado para intervenir como apoderado; Documento que acredite la existencia y representación legal, para personas jurídicas sin apoderado; Documento de cesión de derechos del inventor al solicitante, entre otros requeridos.

El desarrollo del documento técnico se puede observar en el anexo D donde se encuentra la estructura diligenciada, se observa la descripción detallada del proceso y figuras que con ponen la planta piloto de esta manera contar con un documento para la postulación de la patente ante la SIC.

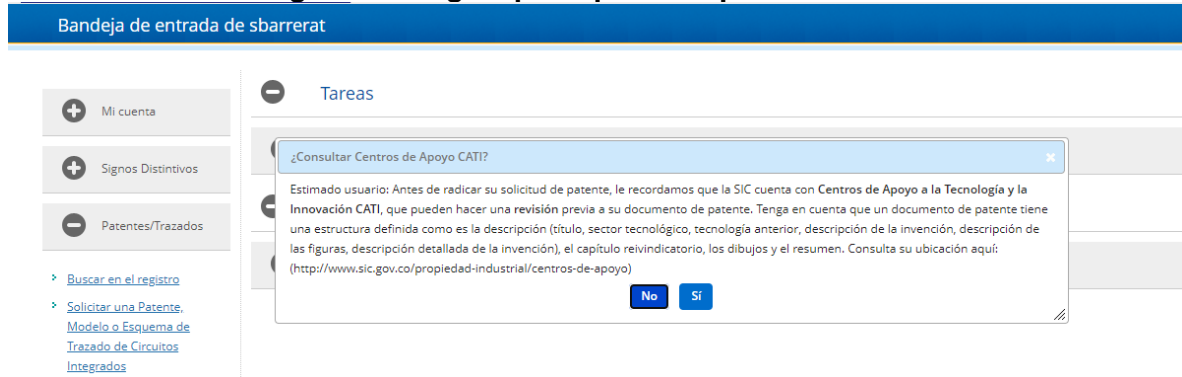
### 3.3.3. Postulación de patente en la web.

Para la postulación de la planta piloto para la producción de diésel renovable como una patente de invención se puede realizar en físico o virtual, este método se habilito debido a la coyuntura de salud por la que atravesó la sociedad, por lo que no era posible dirigirse a las oficinas de la superintendencia de industria y comercio. Esto opción facilita la radicación y presentación de patentes. [11]

En la página web de la SIC se debe crear un usuario, este será el encargado de presentar la solicitud y recibirá las respuestas u observaciones que presenta lo que se desea proteger, este trámite se puede hacer de manera personal por uno de los inventores o a través de un apoderado.

Al ingresar con el usuario y contraseña designados se observará un panel de opciones en la parte izquierda de la pantalla, en el menú de patentes/trazados la se deba dar clic en la opción solicitar una patente, modelo o esquema de trazado de circuitos integrados como se muestra en la figura 11.

**Figura 11. Página principal de la plataforma SIPI**



Fuente: extraído de la Superintendencia de Industria y Comercio. [11]

Como se observa en la figura 11 antes de comenzar con el proceso de solicitud de la patente modelo de utilidad aparece una ventana emergente que sugiere consultar el centro de apoyo CATI (Centro de Apoyo de la Tecnología y la Invención, donde se puede entablar una comunicación para solicitar acompañamiento y sugerencias por si se tiene alguna duda del documento técnico, esta plataforma no va a ayudar a consolidar el documento pero si da pautas de cómo se debe diligenciar para evitar ser rechazado.

Luego se procede a llenar los campos obligatorios como el tipo de patente, que en este caso en particular es de invención como se ha venido mencionando, el sector tecnológico que es “Ingeniería Química” y el subsector tecnológico “procesos químicos”, como se muestra en la figura 12.

La Universidad de Cundinamarca será la propietaria de la patente, por esto se debe realizar una cesión de los derechos a la institución y debe ser anexada a la solicitud.

**Figura 12. Sección de información tecnológica de la patente Plataforma SIPI**

The screenshot displays the 'Información de la Patente' section. It prompts the user to 'Introduzca los detalles de su solicitud de patente aquí'. The form includes several fields: 'Tipo de Patente' (Patente de Modelo de Utilidad), 'Sector Tecnológico' (Química), and 'Sub-Sector Tecnológico' (Ingeniería química). There is a 'Buscar' button for inventor information and an 'Adicionar' button for the assignee. The 'Título' field contains the text: 'PRODUCCIÓN DE DIÉSEL RENOVABLE MEDIANTE HIDROTRATAMIENTO DE ACIDOS GRASOS DERIVADOS DE RESIDUOS AN'. A note indicates that the title will be public upon publication.

Fuente: extraído de la Superintendencia de Industria y Comercio. [11]

En la opción de inventores se ingresan los datos de todos los involucrados en la creación del dispositivo como se muestra en la figura 13, cada campo es obligatorio.

Para la opción de documentos se debe incluir de manera individual las secciones de descripción, resumen, dibujos y reivindicaciones en documentos separados en alguno de los formatos admitidos para cada sección como se observa en la figura 13.

**Figura 13. Ingreso de los documentos que componen la patente**

Documentos

Descripción

Documento

Descripción

Adicionar

Resumen

Adicionar

Se presenta la solicitud de patente de modelo de utilidad para la producción de un diésel renovable mediante hidrot ratamiento a ácidos grasos derivados de residuos animales(sebo), este proceso es llevado a cabo mediante una planta pilota capaz de recibir residuos animales para estos transformá los en un producto conocido en la actualidad como biocombustible en este caso un tipo diésel, amigable con el ambiente y con el cual se busca reducir el consumo masivo de combustibles tradicionales a base de

Dibujos

Las extensiones de archivo disponibles son: .jpg,.gif

Adicionar

Reivindicaciones

Adicionar

Número de Reivindicaciones

Recuerde que:  
-El número de Reivindicaciones diligenciado deberá estar coherente con el contenido del documento anexo  
-A partir de la undécima Reivindicación, deberá presentar pago por cada una de ellas para que éstas sean tenidas en cuenta

5

Declaraciones

Declaración sobre el uso de Recursos Genéticos o Biológicos

Declaro que el objeto de la presente solicitud de patente fue obtenido a partir de recursos genéticos o biológicos de los que cualquiera de los países miembros de la Comunidad Andina es país de origen.

SI  No

Note: En caso afirmativo deberá anexar copia del contrato de acceso de recursos genéticos o productos derivados, o certificado o número de registro, expedido por la Auto

Cerrar Guardar Siguiente

Fuente: extraído de la Superintendencia de Industria y Comercio. [11]

Una vez completado todas las opciones y terminado el proceso de solicitud se genera un recibo de pago que representa el costo de la solicitud de dicha patente. Al realizar dicho pago la superintendencia se comunicará dentro de los siguientes tres meses de la solicitud comunicando si se requieren correcciones o la patente pasa a un estado de revisión detallada [11].

Dando cumplimiento a la postulación de la patente se creo el documento donde se presentan los ítems mencionados en el contenido para la patente en el siguiente orden: resumen, título, sector tecnológico al cual pertenece, tecnologías anteriores, descripción del invento, descripción de las figuras si las hay, reivindicaciones y figura si las hay este documento se presenta en el anexo D. se debe presentar un formulario PI02-F01\_Vr1 si es en físico o virtual se le denominado petitorio, también se agrega este en el anexo D.

## 4. CONCLUSIONES

---

Los combustibles alternativos denominados renovables tendrán una participación de manera importante en avance energético. Por esta razón, los biocombustibles permiten el crecimiento de las refinerías y son esenciales para la superposición de criterios de sostenibilidad.

Con lo relacionado a la protección de un proceso para la elaboración del producto, se debe conocer la calidad y el ingreso a un comercio local o nacional. Con esto se podrá saber si el producto tendrá éxito y aprobación por el consumo mundial. también es importante proteger el proceso cuando su producto apunta al futuro y cuidado del medio ambiente es lo fundamental para todas las tecnologías venideras.

La búsqueda de patentes y artículos permite tener una visión clara, acá se observa que existen diferentes procesos aplicados a una variedad de distintas materias primas, pero todas conllevan al mismo objetivo el cual es producir un combustible alternativo capaz de competir y remplazar el diésel fósil.

Con el desarrollo de la viabilidad del prototipo se puede concluir la necesidad e importancia del promover tecnologías pasivas con enfoque ambiental. Apoyar y cumplir con los estándares en el desempeño del diésel verde se debe considerar un pilar para evitar la estandarización en tecnologías antiguadas u obsoletas sumamente contaminantes.

En el estudio de novedad se observa las ventajas y fortaleza que puede tener la producción y distribución del diésel verde, en Colombia hasta ahora se está empezado a relajar un cambio dirigido consumo de energías limpias y producción de estas con alternativas sustentables, lo que conlleva a optar por alternativas renovables y amigables con la humanidad reduciendo así los daños y riesgos colaterales.



## BIBLIOGRAFÍA

- [1 É. F. C. C. P. M. C. S. Carlos Peña, «biocombustibles avanzados procesos de hidrotreatmento[en línea ],» junio 2013. [En línea]. Available: [https://www.sic.gov.co/sites/default/files/files/Propiedad%20Industrial/Boletines\\_Tecnologicos/Bocombustibles\\_Avanzados.pdf](https://www.sic.gov.co/sites/default/files/files/Propiedad%20Industrial/Boletines_Tecnologicos/Bocombustibles_Avanzados.pdf).
- [2 D. P. V. D. A. J. E. Galvis Pinzón, «Universidad San Buenaventura Colombia,» 20 julio 2017. [En línea]. Available: <http://hdl.handle.net/10819/4533>.
- [3 I. E.-M. R. M. Balan-Chan, «SCIELO,» 14 febrero 2018. [En línea]. Available: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-97532018000100005&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-97532018000100005&script=sci_arttext).
- [4 O. A. O. Oyola, «Universidad de Antioquia,» 2020. [En línea]. Available: <http://hdl.handle.net/10495/16115>.
- [5 M. C. Álvarez, L. J. H. Marín y L. G. Z. Camargo, «Scielo; Modelado del proceso de hidrotreatmento de diésel,» 27 noviembre 2012. [En línea]. Available: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-100X2012000200002](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-100X2012000200002). [Último acceso: abril 2023].
- [6 C. A. G.-F. J. R. S. Meliza Plazas-González, «science direct,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652618306073>.
- [7 N. O. J. W. Mustika Ruangudomsakul, «science direct,» 2021. [En línea]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.mcat.2021.111422>.
- [8 V. P. CA Scaldaferrri, «Producción de diesel verde a partir de la mejora del líquido de cáscara de nuez de marañón,» 18 mayo 2019. [En línea]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.04.057>.
- [9 E. K. Sotiris Lycourghiotis, «science direct,» 2021. [En línea]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.08.059>.
- [1 C. Arias, «Repositorio Universidad de Cundinamarca,» 26 abril 2023. [En línea]. Available: <https://hdl.handle.net/20.500.12558/4875>. [Último acceso: 26 abril 2023].

- [1 SIC, «Superintendencia Industria y Comercio,» 2022. [En línea]. Available:  
1] <https://www.sic.gov.co/>.
- [1 J. P. Pariente, Biocombustibles, Mexico: Fondo de cultura económica, 2016.  
2]
- [1 A. C y C. E, «biocombustibles de primera generacion,» *REvista peruana de*  
3] *Quimica y de ingenieria Quimica*, vol. 18, nº 2, p. 12, 2015.
- [1 L. B. Fabiola Serna, «scielo,» 28 enero 2011. [En línea]. Available:  
4] <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-27242011000100009> . [Último acceso: marzo  
2023].
- [1 M. S. D. M. A. V. Fernando Daniel Ramos, «repositorio institucional CONICET  
5] digital,» 01 ENERO 2016. [En línea]. Available:  
<http://hdl.handle.net/11336/25791> . [Último acceso: MARZO 2023].
- [1 V. G. Q. Edmar SALinas Callejas, «Redalyc.org; el cotidiano,» octubre 2009.  
6] [En línea]. Available: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=32512739009>.  
[Último acceso: marzo 2023].
- [1 M. A. R. L. S. F. R. C. M. F. P. Cláudia JS Cavalcanti, «Simulación del proceso  
7] de hidrotratamiento de aceite de soja para la producción de diésel verde,» 13  
febrero 2022. [En línea]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.clce.2022.100004>.
- [1 F. T.-Z. R. S.-B. D. Martínez-Romero, «Obtención de diesel verde mediante  
8] hidrotratamiento de aceite no comestible,» 16 enero 2013. [En línea]. Available:  
<http://repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/11303>.
- [1 J. R. S. Holmgren, «fedepalma.org,» 01 enero 2010. [En línea]. Available:  
9] <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/1581>. [Último  
acceso: 2023].
- [2 J. F. V. Manco, «universidad Nacional de Colombia,» 2014. [En línea].  
0] Available: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/55709>.
- [2 M. C. Á. Martínez y L. J. H. Marín, «instituto colombiano de petroleo (ICP),» 27  
1] NOVIEMBRE 2012. [En línea]. Available:  
<https://www.researchgate.net/profile/Magda-Alvarez->

Martinez/publication/262503859\_Diesel\_hydrotreating\_process\_modelling/links/548b98570cf2d1800d7db8c3/Diesel-hydrotreating-process-modelling.pdf.

- [2 L. F. R. V. y. M. J. H. Sánchez, «J.gate,» 2021. [En línea]. Available:  
2] <https://org.ucundinamarca.basesdedatosezproxy.com/10.1007/s12155-020-10183-y>.
- [2 P. Liu, C. Chen, M. Zhou, J. Xu, H. Xia, S. Shang y J. Jiang., «J.Gate,» 12  
3] febrero 2021. [En línea]. Available: <https://doi.org/10.1039/D1SE00104C>.
- [2 J. G. T. y. T. W. M. Paulo André Cremonez, «J.Gate,» 2020. [En línea].  
4] Available: <https://doi.org/10.1021/acs.energyfuels.0c03805>.
- [2 Y. H. T.-Y. y. D. D. Muhammad Fadhli Kamaruzaman, «J.Gate,» marzo 2020.  
5] [En línea]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2020.105476>.
- [2 S. J. y. S. Darbha, «energy & fuels,» 1 diciembre 2018. [En línea]. Available:  
6] <https://doi.org/10.1021/acs.energyfuels.8b03588>.
- [2 L. Z. y. A. Lawal, «ACS publications,» 5 diciembre 2014. [En línea]. Available:  
7] <https://doi.org/10.1021/ef502258q>.
- [2 E. D. C. T. D. S. V. W. G. M. F. P. T. P. y. R. L. M. Jacob S. Kruger\*Orcid,  
8] «ACS publications,» 22 agosto 2017. [En línea]. Available:  
<https://doi.org/10.1021/acs.energyfuels.7b01867>.
- [2 S. K. Arsia Afshar Taromi, «science direct,» 2018. [En línea]. Available:  
9] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378382017310639>.
- [3 M. I. P. A. R. M. S. G. T. M. Kronfeld Alexandra, «Producción de diésel  
0] renovable para uso como biocombustible,» 2018. [En línea]. Available:  
<https://hdl.handle.net/20.500.12008/22122>.
- [3 G. Z. y. V. K. MG Borkowski, 2 julio 2012. [En línea]. Available:  
1] [10.1109/ISSST.2012.6227997](https://doi.org/10.1109/ISSST.2012.6227997).
- [3 E. S.A, «proceso para la obtencion de deisel apartir de aceites vegetales o  
2] animales por hidrotratamiento con tiempos de residencia reducidos y productos  
obtenidos a partir del mismo». Colombia Patente 07126779, 29 noviembre  
2007.

- [3 F. G. L. L. M. T. J. E. Monsalve Guzman Alexander, «google patents,» 14 3] febrero 2013. [En línea]. Available:  
<https://patents.google.com/patent/WO2013021334A1/es?q=hidrogenaci%C3%B3n+en+grasas>.
- [3 T. J. A. Gudde Nicholas John, «google patents,» 11 octubre 2011. [En línea]. 4] Available:  
<https://patents.google.com/patent/ES2365873T3/es?q=hidrotratamiento+acidos+grasos&aq=+hidrotratamiento+acidos+grasos>.
- [3 M. JUKKA, «google patents,» 22 julio 2015. [En línea]. Available: 5] <https://patents.google.com/patent/ES2550259T3/es?q=proceso+de+hidrotratamiento&aq=proceso+de+hidrotratamiento+>.
- [3 A. C. L. Ornelas Gutierrez Carlos Elias, «WIPO patents,» 11 abril 2012. [En 6] línea]. Available:  
[https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=US82139213&\\_cid=P11-KU6MBU-96500-1](https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=US82139213&_cid=P11-KU6MBU-96500-1).
- [3 T. LOUISE, «WIPO patents,» 18 noviembre 2009. [En línea]. Available: 7] [https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=AR5428890&\\_cid=P11-KU6LQA-86634-1](https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=AR5428890&_cid=P11-KU6LQA-86634-1).
- [3 P. ABDUL, «WIPO patents,» 18 noviembre 2009. [En línea]. Available: 8] [https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=AR5428891&\\_cid=P11-KU6LW4-89279-2](https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=AR5428891&_cid=P11-KU6LW4-89279-2).
- [3 J. W. SHABAKER, «WIPO patents,» 17 noviembre 2015. [En línea]. Available: 9] [https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=ES154527474&\\_cid=P11-KU6LW4-89279-2](https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=ES154527474&_cid=P11-KU6LW4-89279-2).
- [4 L. F. R. Verduzco, «WIPO patents,» 02 abril 2020. [En línea]. Available: 0] [https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=US291928044&\\_cid=P11-KU6M21-92051-1](https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=US291928044&_cid=P11-KU6M21-92051-1).
- [4 I. M. D. PETROLEO, «WIPO patents,» 27 marzo 2020. [En línea]. Available: 1] [https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=CA291890994&\\_cid=P11-KU6M21-92051-1](https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=CA291890994&_cid=P11-KU6M21-92051-1).

- [4 M. d. M. y. Energia(MME), 10 septiembre 2014. [En línea]. Available:  
2] [https://www.minenergia.gov.co/documents/10192/24104363/280519\\_1120619\\_Proyecto+Resoluci%C3%B3n+Calidad+Diesel-Biodiesel\\_MADS\\_MME\\_publicacion.pdf/baa26d48-1481-4cd9-97ff-050d1c0d31ac](https://www.minenergia.gov.co/documents/10192/24104363/280519_1120619_Proyecto+Resoluci%C3%B3n+Calidad+Diesel-Biodiesel_MADS_MME_publicacion.pdf/baa26d48-1481-4cd9-97ff-050d1c0d31ac).
- [4 L. R. Ariza, «UGR Emprendedora,» 1 junio 2017. [En línea]. Available:  
3] <https://ugremprendedora.ugr.es/viabilidad-de-proyectos/#:~:text=El%20estudio%20de%20viabilidad%20t%C3%A9cnica,desarrollar%20eficientemente%20nuestros%20productos%2Fservicios..> [Último acceso: 2023].
- [4 «INFINITIA Industrial Consulting,» 28 octubre 2021. [En línea]. Available:  
4] <https://www.infinitiaresearch.com/noticias/estudio-de-viabilidad-de-un-proyecto-como-realizarlo/>.
- [4 a. team, «Manos Verdes,» 01 11 2021. [En línea]. Available:  
5] <https://www.manosverdes.co/combustibles-alternativos-usados-en-colombia/>.
- [4 EcuRed, «Combustibles Alternativos,» [En línea]. Available:  
6] [https://www.ecured.cu/Combustibles\\_alternativos](https://www.ecured.cu/Combustibles_alternativos).
- [4 C. A. C. Díaz, «Producción de diésel renovable mediante hidrotreamiento de  
7] ácidos grasos derivados de residuos animales (informe #6),» Fusagasugá; Medellín, 2022.
- [4 P. A. M. Avila, «Universidad de Cundinamarca; Repositorio Institucional,» 26  
8] 04 2023. [En línea]. Available: <https://hdl.handle.net/20.500.12558/4871>. [Último acceso: 2023].
- [4 C. N. H. Martinez, «Universidad de Cundinamarca,» 26 04 2023. [En línea].  
9] Available: <https://hdl.handle.net/20.500.12558/4878>. [Último acceso: Mayo 2023].
- [5 A. Urrego, «COMERCIANTES AGRÍCOLAS DEL MUNDO SE EMPIEZAN A  
0] BENEFICIAR DEL AUGE DEL DIÉSEL VERDE,» 30 marzo 2021. [En línea]. Available: <https://www.agronegocios.co/agricultura/comerciantes-agricolas-del-mundo-se-empiezan-a-beneficiar-del-auge-del-diesel-verde-3146756>.

# ANEXOS

## Anexo A. Ponencia ACOFI 2023

### Presentar resumen

Figura 14. Evidencia postulación de resumen

Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería

← Volver a Envíos

2986 / Casas Díaz et al. / Producción de diésel renovable mediante hidrot ratamiento de ácidos grasos derivados de residu [Biblioteca de envío](#)

Flujo de trabajo **Publicación**

Envío **Revisión** Organizador Producción

Archivos de envío [Q Buscar](#)

No hay archivos

Discusiones previas a la revisión [Añadir discusión](#)

Nombre	De	Última respuesta	Respuestas	Cerrado
▶ <a href="#">Comentarios para el organizador</a>	sbarrert	-	0	<input type="checkbox"/>
	13-04-2023 09:40			

f u e n t e : a u t o r í a p r o p i a .

## Presentar poster

El día 30 de junio se adjunto el poster requerido para la presentación de la ponencia en ACOFI, esta tuvo respuesta el día 1 de julio donde se confirma el radicado del poster para su presentación esto se muestra en la figura 15.

Con lo anterior es necesario evidenciar el poster diseñado para la presentación en ACOFI este se puede observar en la figura 16.

**figura 15. Correo de ACOFI, poster recibido.**

e

**EIEI ACOFI | Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería**

para mí ▾

Buenos días.  
Muchas gracias por el envío de su póster.

Cordial saludo,



**Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería ACOFI**

**Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería**

---

+57 601 4273065 ext. 101

[eiei@acofi.edu.co](mailto:eiei@acofi.edu.co)

---

Nuestras redes sociales: 

---

 [Carrera 68D 25B 86 OF 205 Ed. Torre Central](#)  
[Bogotá, D.C., Colombia – Suramérica](#)  
[C.P.: 110931389](#)

 [www.acofi.edu.co](http://www.acofi.edu.co)

Conozca nuestra política sobre protección de datos en [acofi.edu.co/datos](http://acofi.edu.co/datos)

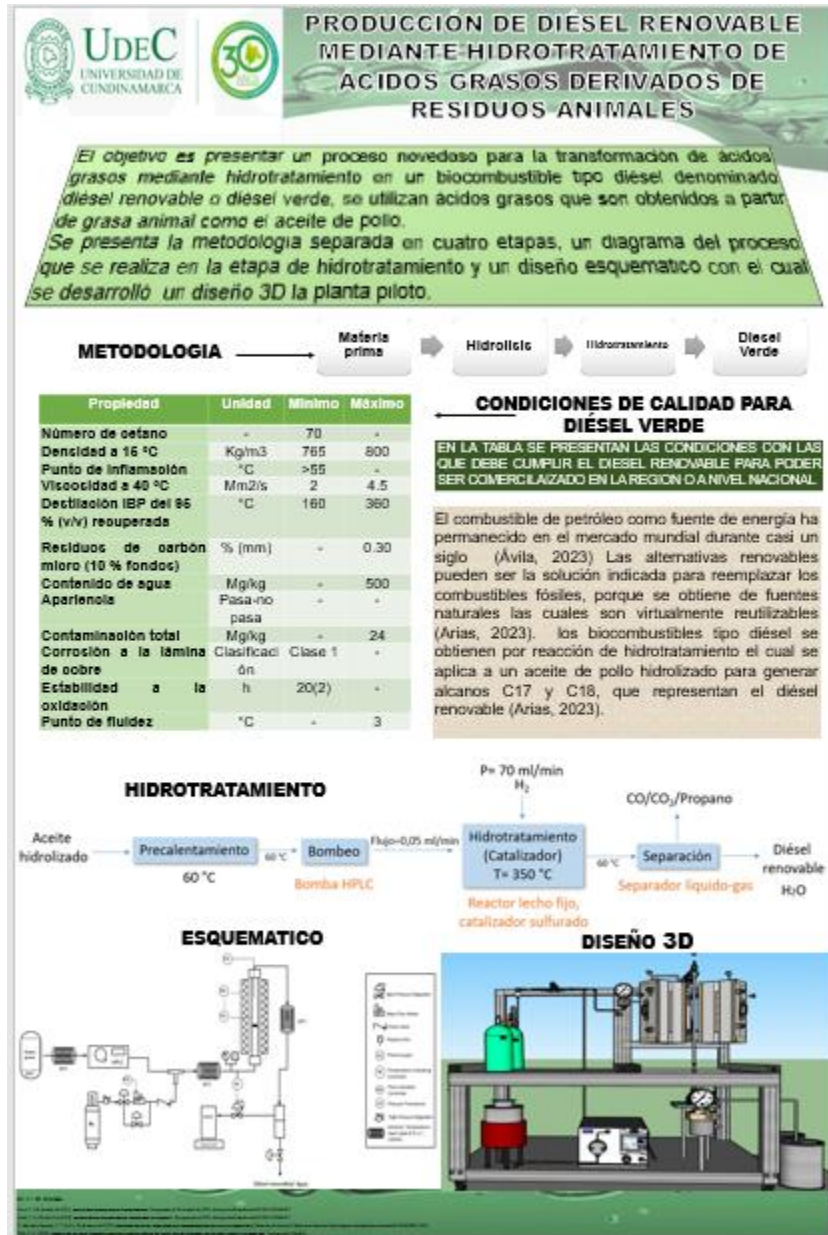
De: Sebastian Triana <[sebastri.1595@gmail.com](mailto:sebastri.1595@gmail.com)>

Enviado el: viernes, 30 de junio de 2023 6:53 p. m.

Para: EIEI ACOFI | Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería <[eiei@acofi.edu.co](mailto:eiei@acofi.edu.co)>

Asunto: poster 2986

figura 16. Poster presentación ACOFI





## **Anexo B. Talleres de sensibilización**

Tres (3) Talleres de sensibilización, dirigidos a la comunidad académica, (Dos (2) grupos de estudiantes Semillero de Investigación en Agrónica, Medio Ambiente y Energías Limpias – SIAMEL, y Grupo de Investigación en Generación, Apropriación y Transferencia de Tecnologías - GIGATT, y en general en Cundinamarca (Dos (2) empresas avícolas, plantas de Beneficio – Pollo extra colombiano y Pollos Carioco).

Primer taller se realizado en la universidad de Cundinamarca en la fecha 11/05/2022 a los estudiantes de ingeniería electrónica al cual asistieron 16 personas.

Segundo taller de socialización realizado en la universidad de Cundinamarca en la fecha 12/05/2021, con los estudiantes de ingeniería electrónica la cual conto con una participación de 14 estudiantes.

El tercer taller de sensibilización se realizó en la planta de sacrificio de pollo extra colombiano en la fecha 11/05/2022 en la cual se contó con la participación de cuatro personas en las cuales se encontraban un técnico de granja de la empresa carioco, el jefe de planta extra colombiano, un auxiliar de calidad, un pasante zootecnista y tres representantes de la universidad de Cundinamarca.

El listado de asistencia a cada uno de los talleres de sensibilización se encuentra en el informe técnico presentado a el ministerio de ciencias.

## Anexo C. Artículo científico tipo C

Se presenta la ilustración 17 la cual presenta una captura de pantalla donde se aprueba el resumen presentado en el Wessex Institute.

### *Ilustración 1. postulación de resumen en el wessex institute*

Enviado: lunes, 24 de abril de 2023 3:47

Para: FAIDER HUMBERTO BARRERO SANCHEZ <fnbarrero@ucundinamarca.edu.co>

Asunto: Re: Energy and Sustainability 2023 - Abstract Submission

Dear Prof. Barrero Sanchez,

Thank you for submitting your abstracts for the above conference.

It has come to my attention that this is the third abstract you have submitted for this conference. Please note that in order to be fair to all participants, each delegate can only present one paper. For this reason, I have to ask you to select one abstract out of the three you have submitted for us to process. Unless, you can confirm that, if accepted, each paper will be presented by a different author at the conference. Please note that every author who is presenting at the event is required to register for the conference.

I look forward to hearing from you.

Yours sincerely,

Marta Graczyk

También se anexa el artículo tipo C que se postula.

### **EXPERIMENTAL DESIGN OF THE PROTOTYPE FOR THE DEVELOPMENT OF THE HYDROTREATMENT PROCESS FOR OBTAINING RENEWABLE DIESEL FROM FATTY ACIDS OF ANIMAL ORIGIN**

Cesar a. Casas<sup>1</sup>, Cristian Arias<sup>2</sup>, Sebastián barrera t<sup>2</sup>, Lina m torres q<sup>1</sup>, Faider h barrero<sup>1</sup>

1: University of Cundinamarca. TCO teacher, Researcher, Fusagasugá, Colombia

2: University of Cundinamarca. Research Assistant, Fusagasugá, Colombia

#### Abstract

This project aims to transform fatty acids obtained from fat of animal origin into a biofuel of the diesel type or also called renewable diesel, through a process known as Hydro treating, to generate this reaction a prototype design of an experimental plant is proposed, which is a fixed-bed tubular reactor, of which the elements for its feeding, operation, supervision and protection are presented in detail, the process simulation is carried out in a simulation environment known as Hysys Aspen, which allows the simulation of the plant, the inputs necessary to carry out the process, the conditions, the catalyst and the results obtained are presented, in which we find a 88% efficiency of transformation of fatty acids into hydrocarbons, in addition, the current Colombian legal regulations on biofuels are presented, the wholesale fuel producers of Colombia and a search of the service stations (EDS) in the department of Cundinamarca.

*Keywords: Renewable Diesel, Hydrotreating, Biofuels, Renewable Energy, Hydrocarbons, Catalyst, Animal Fats.*

introduction

The hydrotreatment reaction is the chemical process through which a hydrolyzed oil passes to generate C17 and C18 alkanes, which represent Renewable Diesel, this hydrotreatment process, being a complex process, is slow, but its reaction time can be optimized, minimize hydrogen consumption and also seek to reduce energy costs in the process, to achieve this a tubular fixed-bed reactor is necessary, it is a multiphase reactor. [1] Two (2) or three (3) phases are present in the reactor, the reactants and products they offer can be in a gaseous, liquid or solid state. But the solid phase can get other roles such as the inert catalyst to provide adequate heat flow distribution or even create suitable surfaces for mass transfer. [2]

Currently reactors can be found in multiple applications, in the production of petroleum products and / or derivatives, also in the production of chemical specialties, or in pharmaceuticals, herbicides and pesticides. [1] For the operation and design of the reactor, there are several factors that have a reciprocal relationship with the reactor, some of them are hydrodynamics, kinetics, contact, transport phenomena and surface phenomena. Among the heat and matter transfers there are several dominant factors that have a great importance in the reaction rate of the reactor, its conditions, the type of reactor and the appropriate method for each system are determined. For the generation of renewable diesel, it is generally carried out with castor oil or jatropha as non-edible sources, it is also possible to do it with animal fatty waste, as reported in the work of Kaewmeesri, et al. [3] who analyzed the effect of water content (0 or 4%) and free fatty acids on the conversion, yield and liquid / gas distribution of the product obtained from the hydrotreatment of chicken fatty waste, using Ni / -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> as a catalyst. [1]

The reaction was carried out in a packed bed reactor, after reducing the catalyst at 330°C, at a volumetric ratio of H<sub>2</sub> / fat of 1000 and a pressure of 5 MPa. The space velocity was varied between 0.5 and 2 h<sup>-1</sup>, the liquid and gaseous products were collected every 3 h for their characterization. The addition of water did not significantly affect the conversion, while the yield increased with the presence of water and free fatty acids. In turn, accelerated the decomposition of triglycerides for the production of fatty acids and propane. To obtain an optimal Hydrotreating process for hydrolyzed oil from animal fatty waste, it is necessary to resort to the best design that would correspond to a fixed-bed reactor, thus obtaining a high rate of transformation of the material to renewable diesel, with lower conditions and an efficient process. [1].

#### ANALYSIS OF THE DISTRIBUTION OF BIOFUELS AT THE WHOLESALE AND RETAIL LEVEL IN THE DEPARTMENT OF CUNDINAMARCA

In Colombia, the entity in charge of setting mixtures with biofuels is the Ministry of Mines and Energy and the entity in charge of setting environmental policies that affect fuel quality is the Ministry of Environment and Sustainable Development; These two entities through Resolution No. 9-0963 of September 10, 2014 modified Article 4 of Resolution No. 898 of 1995, modified by Resolution No. 18-2087 of 2007, in relation to quality criteria of biofuels for use in Diesel engines as a component of the mixture with Diesel fuel of fossil origin in combustion processes. [11]

Likewise, in Article 7 of Law 939 of 2004, it was stated that Diesel fuel (ACPM) used in the country may contain biofuels of plant or animal origin for use in Diesel engines in the qualities established by the Ministry of Mines y Energy and the Ministry of Environment, Housing and Territorial Development, today the Ministry of Environment and Sustainable Development; Likewise, Article 6 of Law 939 of 2004, in addition to establishing the concept of biofuel of plant or animal origin for use in diesel engines, provides a minimum list of those that can be considered biofuels for diesel engines, including : Synthetic biofuels (synthetic hydrocarbons or mixtures thereof produced

from biomass). [12] On the other hand, the University of Cundinamarca through research project 63594 called "Production of renewable diesel by Hydrotreating fatty acids derived from animal waste", is conducting a market study, which allows establishing the potential of market to be exploited beyond the temporality of the project.

The chain of activities for the distribution of liquid fuels in Colombia is developed through authorized agents and they are regulated by Decree 1073 of 2015. Figure 1 explains the agents of the distribution chain and their product flows.

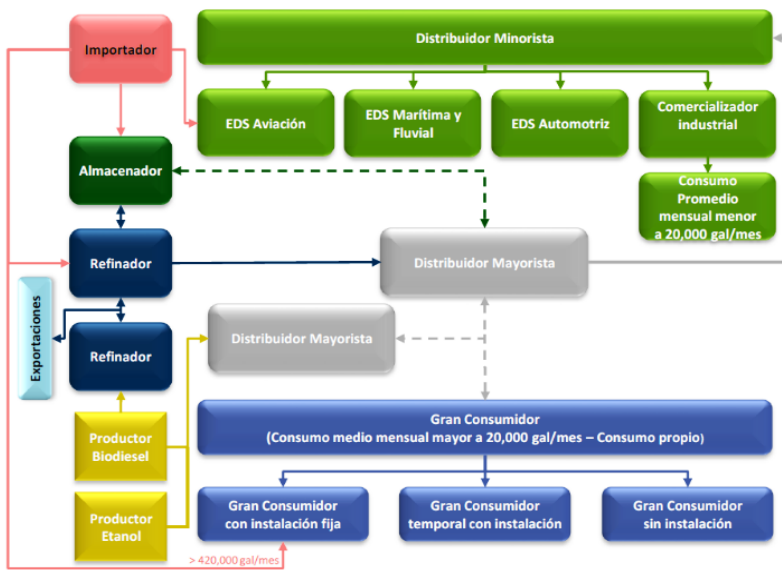


Figure 1. Interactions of the commercialization of fuels. Source: UPME, 2018

In relation to this issue, it should be noted that renewable diesel will be marketed with the wholesale distributor of the distribution chain, which is the recipient of the products of refiners and / or importers for delivery to the main consumption centers. In addition, it is in charge of adding the established level of biofuel mixture and adding its brand additives. Table 1 shows the participation of eighteen (18) wholesale distributors on the automotive and river service stations in the First Quarter 2017.

Table 1. Wholesale Distributors in Colombia.

AGENTE DISTRIBUIDOR MAYORISTA			
SICOM	NOMBRE COMERCIAL	DEPARTAMENTO AGENTE	MUNICIPIO AGENTE
330001	COOPERATIVA AYATAWACOOP	LA GUAJIRA	MAICAO
330002	ORGANIZACION TERPEL S.A.	BOGOTA D.C.	BOGOTA, D.C.
330003	BRIO (BIOMAX S.A.)	BOGOTA D.C.	BOGOTA, D.C.
330004	C.I. CORPORACION PETROLERA S.A.	ATLANTICO	BARRANQUILLA
330005	C.I. ECOSPETROLEO S.A.	ATLANTICO	BARRANQUILLA
330006	PUMA ENERGY COLOMBIA COMBUSTIBLE SAS	BOGOTA D.C.	BOGOTA, D.C.
330007	CHEVRON PETROLEUM COMPANY	BOGOTA D.C.	BOGOTA, D.C.
330008	PRIMAX COLOMBIA S.A.	BOGOTA D.C.	BOGOTA, D.C.
330009	PETROBRAS COLOMBIA COMBUSTIBLES S.A.	BOGOTA D.C.	BOGOTA, D.C.
330010	COMERCIALIZADORA PROXXON S.A.	ANTIOQUIA	MEDELLIN
330012	ZAPATA Y VELASQUEZ S.A.	ANTIOQUIA	MEDELLIN
330013	OCTANO DE COLOMBIA S.A. EN RESTRUCTURACION	CUNDINAMARCA	MADRID
330014	ZEUSS PETROLEUM SAS	ANTIOQUIA	GIRARDOTA
330015	BIOMAX	BOGOTA D.C.	BOGOTA, D.C.
330016	PETROLEOS DEL MILENIO S.A.S. - PETROMIL S.A.S.	BOLIVAR	CARTAGENA DE INDIAS
330019	PROMIN LTDA.	ATLANTICO	BARRANQUILLA
330023	COOPERATIVA MULTIACTIVA DE PIMPINEROS DEL NORTE - COOMULPINORT	NORTE DE SANTANDER	SAN JOSE DE CUCUTA
330024	DISTRIBUIDORA DE COMBUSTIBLES WAYUU SAS	LA GUAJIRA	MAICAO
330025	CASAMOTOR S.A.S.	TOLIMA	IBAGUE
330029	PETRODECOL S.A.	BOGOTA D.C.	BOGOTA, D.C.
330030	OCEAN ENERGY SAS	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA
330031	P Y B PETROLEOS Y BIODCOMBUSTIBLES S.A.S.	LA GUAJIRA	MAICAO
330032	PLUS MAS ENERGY S.A.S	TOLIMA	COELLO
330033	DISTRIBUIDORA DE COMBUSTIBLES DISCOM S.A.S.	BOLIVAR	CARTAGENA DE INDIAS

Source: Ministry of Mines and Energy, 2020

According to Table 1, it was identified that the wholesalers that distribute fuel to retailers or service stations (EDS) are the following: Organization Terpel SA, Brio (Biomax SA), Chevron Petroleum Company, Petrobras Colombia SA in restructuring and Primax SA from Colombia.

On the other hand, continuing with the distribution chain, it is observed in the 16 regions of the department of Cundinamarca there are 463 service stations (EDS) or retailers in charge of sales to the final consumer [13], as observed in the Figure 2.

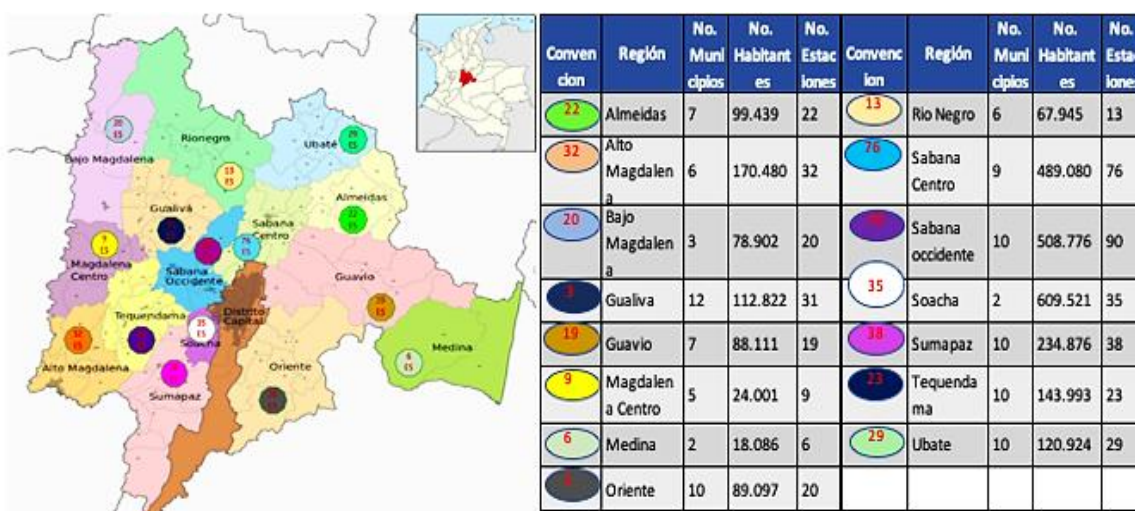


Figure 2. Service Stations of the Regions, Municipalities of Cundinamarca and conventions.

FIXED BED REACTORS

Fixed bed reactors can carry out a variety of multiphase chemical reactions, different fluids such as gases or liquids pass through this reactor through a solid granular material, which is known as a fixed bed, it is carried at high temperatures and a variety of pressures. In general, the reactor most used in the different processes of the

industry, it allows minimizing gas costs and the reuse of the catalyst, being a semi-batch type reactor, it is a continuous process and detailed control of the process. [4]

The job of this reactor is to put the reactants in contact with the solid catalyst generating the reaction and this progresses in an ideal way in the chemical process that incorporates it, this process is common and is known as solid or heterogeneous catalysis, although there are other types less common catalysis such as homogeneous, and enzymatic.

The hydrotreatment process is used in processes of the basic and secondary chemical industry and in the fraction of diesel, oil and renewable diesel. The fixed-bed reactor, the catalyst particles are immobilized and with a great contact with each other, it generates that the fluid when circulating through the small spaces of these particles resembles the piston flow model, it makes it complex to model. The flow of this process, although the modeling of the reactor is easy to understand. [2]

Regarding temperature transfer, the main transmission mechanism is the fixed bed, as the thermal conductivity of the bed is low, the formation of axial and / or radial temperature profiles is possible, which could be a problem that affects stability. Catalyst thermal. Thermal conduction is the main mechanism of heat transmission in a fixed bed. The size of the catalytic particles is between 1 and 2mm, in order to avoid problems of pressure losses and achieve an efficiency greater than 50%, as it has a slow loss of activity, the reactor is ideal since the catalysts generate deactivation when are in operation. [2]

## METHODOLOGY

For the analysis of the chemical process and the Hydrotreating reaction, the Aspen HYSYS simulator was used, [5] the raw material involved in the renewable diesel production process was used; they are animal fats, through the Hydrotreating process.

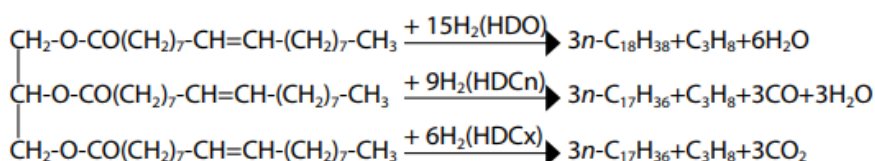


Figure 3. Scheme of the three main reactions for the conversion of triolein to renewable diesel by Hydrotreating: hydro deoxygenation (HDO), hydrodecarbonylation (HDCn), hydrodecarboxylation (HDCx).

The operating conditions such as pressure, temperature, mass flow of the process currents was entered through the simulator's Workbook interface. The process is associated with a reactor for the conversion of the raw material, three main reactions that occur simultaneously for the case of the Hydrotreating of fatty acids in Figure 3 were inserted into the simulator. Reaction of hydro deoxygenation, hydrodecarbonylation and hydro decarboxylation. For the determination of the activation energy and the pre-exponential factor A, from the Arrhenius graph in Figure 4. In obtaining renewable Diesel from fat.

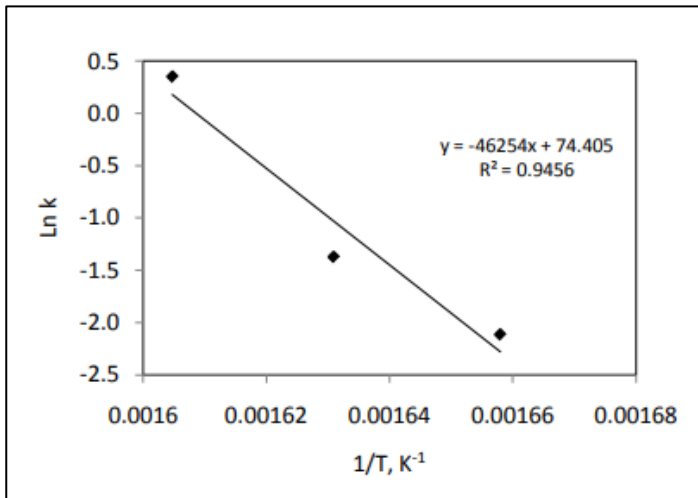


Figure 4. Arrhenius graph for the determination of the activation energy in obtaining renewable Diesel from fat. It was obtained the adjust value ( $R=0.972$ ). From the slope of the line the activation energy was found  $EA = 46,254 \times 1.987 = 91,900$  Cal/mol. The pre-exponential factor is  $\ln A = 74.405$  thus,  $A=2.059 \times 10^{32}$ .

### Reaction set.

To visualize the stages of hydrotreatment, the simulation in Hysys of each stage and characteristics of the flows involved is carried out. The tables generated by Hysys offer data on the input and output conditions of the flows in the different stages, as shown in Figure 5.

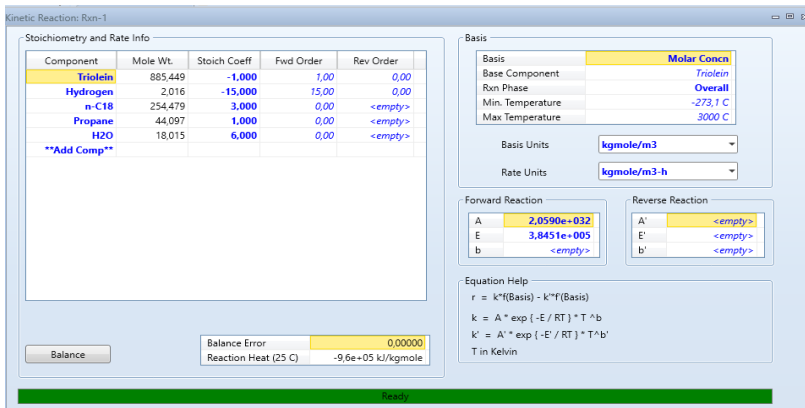


Figure 5. Hydro deoxygenation reaction and parameters in the Aspen Hysys simulator.

Subsequently, the process streams, equipment and energy streams were added respectively. Initial conditions were added for the fatty acids and hydrogen inlet streams in Figure 6. Initially entering three variables (Temperature, Pressure and flow), specifying compositions of the substances that make up the stream.

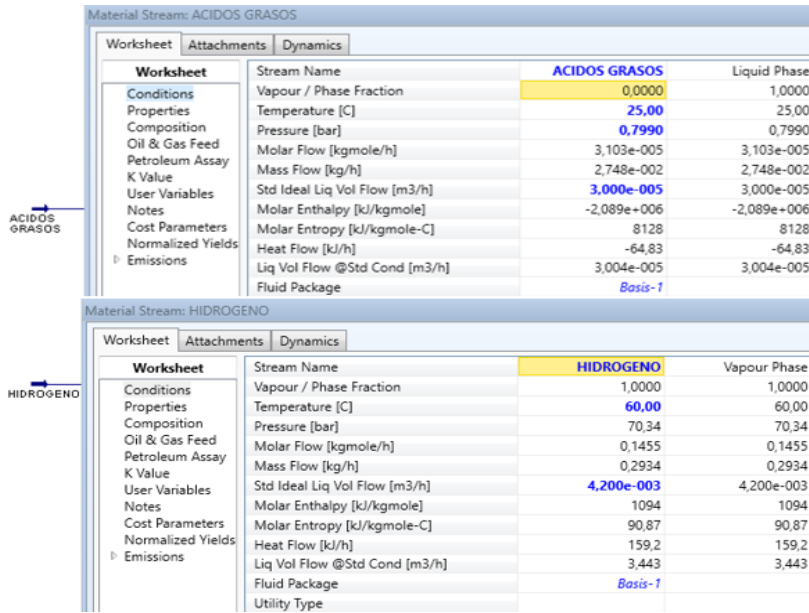


Figure 6. Fatty acid input stream and hydrogen input stream in the Aspen Hysys simulator.

Finally, the equipment was entered with its respective parameters, and the currents in each equipment with the desired conditions at the output of each process block shown in Figure 7.

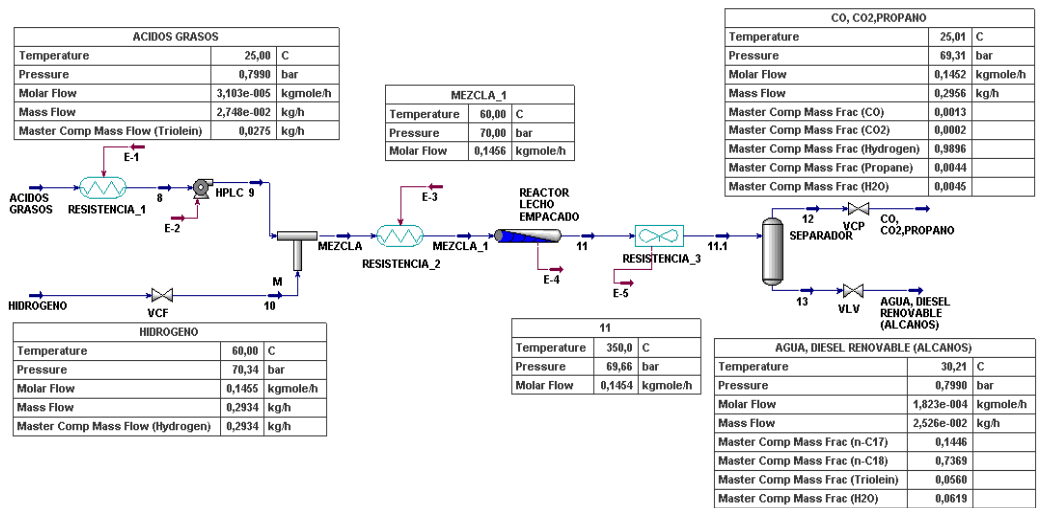


Figure 7. Final process simulation of renewable diesel production at Aspen Hysys.

General simulation of the Hydrotreating process based on the currents and initial parameters defined, in turn, the tables of the percentages of the substances obtained (Alkanes and By-Products) are shown as results of the process with purity indices.

PROTOTYPE DESIGN AND 3D ILLUSTRATION

Tubular reactors are used in continuous flow mode (semi-batch), with flowing reactants, fixed solid catalysts and products that are removed, in a two-phase flow this can be a co-current up flow, countercurrent which presents a descending liquid and an ascending gas, or more common a co-current descending flow. [6] The case of our pilot plant uses a two-phase reactor, a liquid and a gas phase, the liquid phase is a hydrolyzed oil from fatty animal waste, and the gas phase is a hydrogen gas two (H2) Together and in a co-current downflow reaction process, Figure 8 shows the general process diagram or process P&D and identifies each component of the pilot plant. [1]



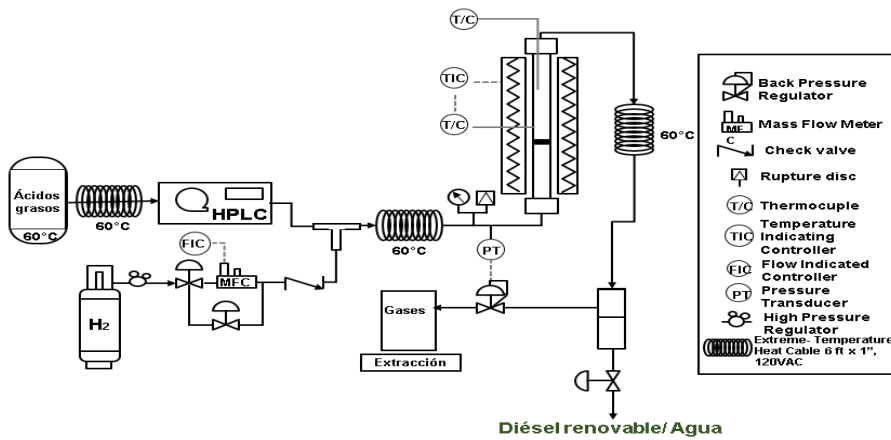


Figure 8. General diagram of the process or the P&D of the hydrotreating process.

This has six process modules that help the operation and safety of the reaction [7], these are:

- Gas supply.
- Feeding of liquids.
- Union of power lines.
- Pressure control and safety.
- Reaction.
- Separation.

### Gas supply

The gas feed stage, which is responsible for accurately controlling the gas flow and having versatility in operating conditions, is composed of the following implements. The gas supply line has a gas cylinder, a Hydrogen 2 (H<sub>2</sub>) bullet or cylinder is used that supplies pressure up to 207 bar, its respective high-high pressure regulator with pressure indicator, regulator of low-high pressure, to maintain desired pressure values for optimal operation, its riser pipe for connection to a controller and mass flow indicator with micro filters at the inlet, this allows mass flow circulation from 0.1ml / min up to 70ml / min, in addition to bringing a computer connection for better monitoring, these mass flow meters and controllers measure and control the gas flow through the heat capacity of the gas (C<sub>p</sub>), in our case the C<sub>p</sub> H<sub>2</sub> is 14.3193 [kJ / (kg \* K)], therefore it is necessary to calibrate this implement for this gas. [1]

### Liquid Feeding.

The liquid feeding stage is responsible for accurately controlling the flow of liquid and having versatility in operating conditions, it has the following implements. In the first elements of the liquid feeding line (the fatty acids), there is a two-liter storage tank in stainless steel, it has a heating jacket and a submersible thermal resistance, for moderate heating of water and achieving a heating uniform in the internal liquid matter of the tank, the outlet of the tank is in the lower part, to facilitate the exit and feeding of the plant. [1] Following the exit of the storage tank and liquid supply of the plant, there is a heating tape wound to the stainless-steel tube through which the fatty acids will transit, this heating tape is to maintain a stable temperature to improve the process of catalysis with hydrogen and the catalyst in the reactor, this temperature is 60 ° C, this also allows the temperature change when entering the reactor is not so abrupt. [1]

The high-performance liquid chromatography (HPLC) type high pressure pump is in charge of extracting the liquid from the storage tank through the stainless-steel pipe and supplying it to the next phase of the process the plant, allows it to handle flows from 0.01ml / min to 10ml / min, at a pressure of 207Bar. This high pressure piston pump is an important element for the hydrotreatment process, it generates the necessary pressure and equivalent to the pressure of the gas used at 70Bar, this is achieved thanks to the fact that the pump has a digital panel or through computer control From a process controller, which facilitates the graduation of flow to the desired pressure, a great variety of control is generated when carrying out the process on an experimental basis.

#### **Union of power lines.**

It is responsible for joining the feed lines and stabilizing the temperature of both feed lines to facilitate the mixing of the two before entering the reactor.

This section is made up of a T-type joint, both supply lines arrive, the functionality of this is thanks to the fact that both supply lines work the same pressure, even if they work a different type or flow rate, since when they are level the pressure both lines will maintain the flow direction towards the reactor, followed by this T-type joint, there is a thermal tape to level and maintain a temperature of 60 ° C. [1]

#### **Pressure control and safety.**

The pressure and safety control stage allows the monitoring of the reactor pressure to visualize the working force of the reactor since it has an overpressure protection element to prevent damage to the reactor due to excess force.

This is composed of a membrane manometer with output signal, the pressure in the reactor can be visually read at each of the operating moments, it also has a digital output for monitoring through process control with the help of a card for data acquisition, followed by a safety and relief valve with a maximum pressure of 100 bar, in the event of an overpressure, the safety and relief valve opens allowing the excess pressure to escape together with the gas and the liquid, the safety valve regulates the exit speed and relieving the internal pressure of the reactor. [1]

#### **Reaction.**

The fixed bed tubular reactor focuses the entire hydrotreatment or deoxygenation process, catalysis and reaction kinetics are presented in the reaction stage within this section the process that transforms fatty acids into diesel, this process happens thanks to many different conditions that are achieved through to the different implements and equipment that this section has.

The integral support of the reactor is in charge of supporting the tubular bed reactor in a fixed way, as well as the heaters with rotating supports, thus allowing a rotary movement towards the fixed-bed reactor, in order to reach the desired temperature. The pair of electric heaters that will shelter the reactor and achieve the desired temperature, achieves a maximum temperature of 900 ° C, with a power of 750W, this type of heater is known as Split tubular furnace, its center is in bronze which It allows temperature gradients isothermally, although for safety this center can only be heated up to 500 ° C, if it exceeds this temperature it could suffer deformations.

The oven has a thermal insulation coating, to avoid heating of the outer edges and of the fastener for manipulation of the positioning. The temperature rise is avoided with safety elements, they are 3 temperature transducers or PT100, this allow the temperature control of each of the furnace and reactor sections, such as the upper one that measures the internal temperature of the reactor and the temperature in which the solution of fatty acids with Hydrogen<sub>2</sub> (H<sub>2</sub>) is found, the second one is in the upper part of the heater, this measures the temperature generated by the electrical resistances to be able to see the heat transfer towards the reactor. [1]

Lastly, the side that comes into contact with the bronze center which allows the temperature control to prevent it from exceeding 500 ° C, to avoid damage to the reactor and to the bronze cover that comes into contact with the reactor, these transducers have an output signal for control through data acquisition cards, allowing automated control and temperature information readings at all times of reactor operation. [1]

This is the most important module of the experimental plant for the hydrotreating reaction, in it is the fixed bed catalyst and the 2 phases that enter the system go through it, they are fatty acids and Hydrogen<sub>2</sub> (H<sub>2</sub>), When it comes into contact with the tubular Split furnace, a heat transfer is generated, it greatly helps to generate the reaction of fatty acids, H<sub>2</sub> and the fixed bed or catalyst, it is the simplest model, it only has one transmission channel and a fixed bed, it is known as piston flow (FP), it is composed of a 316 stainless steel union that allows the entry of the line of the two united phases, a 316 stainless steel tube of internal diameter 9.5 mm and with an external diameter of 13mm and a length of 30.48cm, inside an upper and lower support for a fixed catalyst bed, to achieve a heterogeneous reaction, and the union at the outlet for the next process. [1]

A fixed bed is made up of solid tablets with a compact and immobile filling generally known as a catalyst, this is located inside the reactor tube, this tablet generally has a height between 1 mm and 5 mm and a diameter equal to the diameter internal to the reactor, and it is located internally in the tubular reactor. The conventional catalysts used in this process correspond to sulfur forms of Mo supported on alumina and / or zeolites, promoted with Ni or Co, resulting in a Ni-Mo and / or Co-Mo catalyst supported on alumina, [8] the Ni catalyst -Mo is synthesized by a wet impregnation method, using commercial  $\gamma$ -Alumina support [9].

There is a thermal tape to level and maintain a temperature of 60 ° C, to facilitate the separation of the reaction products in the separator pump.

### **Separation.**

The separation is the final process of the plant, the products produced in the previous stage are separated, it is composed of a horizontal two-phase separator, two stop valves, a gas collection and extraction tank and collection tank a diesel renewable and water. Each function and part that carries out the separation of the final product is described below. [1]

A two-phase separator is capable of separating immiscible liquids and gases, it is very common in the use of the fuel industry, it separates the oil and / or renewable diesel from the gases produced by the hydrotreatment process, all at pressures and temperatures defined, in this process a pressure of 70Bar and a temperature of 60 ° C are handled, the fluid enters the separator and connects with an inlet diverter, generating an impulse, the initial gross separation of liquid and gas, by generating an abrupt change of direction [6], the liquid droplets fall due to the gravity of the gas stream and go to the bottom of the collection container, it provides the necessary time for the entrained gas to leave the liquid and rise to the gas section It has a level controller that perceives changes in the liquid level and controls the liquid outlet valve, and the gas outlet valve to collect it. The gas extraction line of the horizontal two-phase separator has a valve, a storage tank, a pressure gauge with a signal output and an output connection for the extraction of the remaining gases from the process, which are 98.9% hydrogen. , CO by 0.13%, CO<sub>2</sub> by 0.02%, propane by 0.44% and water vapor or H<sub>2</sub>O by 0.45%.

The liquid outlet line of the horizontal two-phase separator, has a valve and a storage tank, receives the liquid products from the separator, they are composed of n-C18 in 73.69%, n-C17 in 14.46%, Triolein 5.6% and water 6.19%, would give us a renewable diesel transformation efficiency of 88.16%, these data were obtained thanks to a simulation in the Hysys Aspe chemical simulation software. [5]

In Figure 9, you can see the final result of the plant design in a 3D model made in the trial version sketchup software. [10]

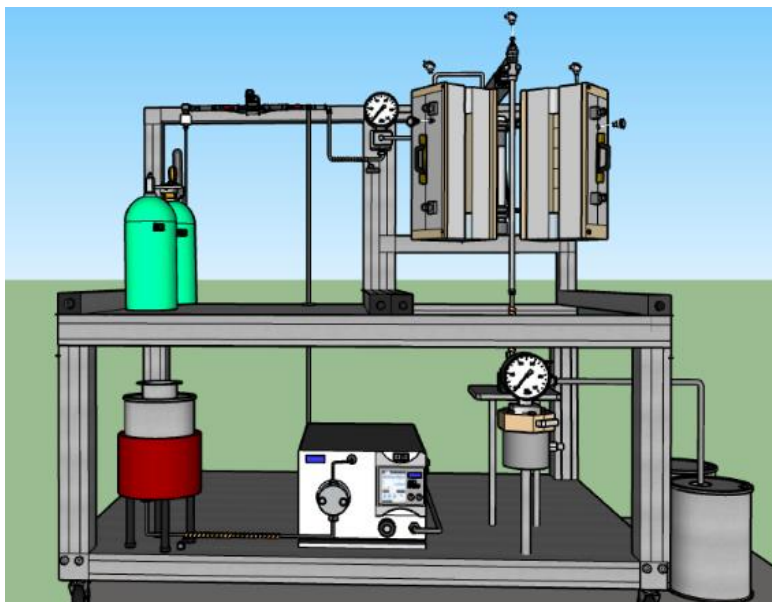


Figure 9. Pilot Plant for the Production of Renewable Diesel by Hydrotreating.

## CONCLUSIONS

In the Hysys Aspen chemical development environment, 88% efficiency was obtained in the transformation of fatty acids into C-17 and C-18 hydrocarbons or diesel-type biofuel, demonstrating that the Hydrotreating process of fatty acids of origin animal produces renewable diesel.

The verification of the 3D design for the hydrotreatment reaction, carried out with a fixed bed tubular reactor, was carried out from the results obtained in the simulation of the process that was carried out in Hysys Aspen, which allows determining that the hydrotreatment process dares of a fixed-bed reactor works and has a high efficiency.

There are 24 wholesale distributors distributed in different departments of the National territory, of which only Octano de Colombia SA in Re-structuring is the only wholesale distributor that has its plant located in the municipality of Madrid in the Department of Cundinamarca, not the only one that can supply the 463 Service Stations (EDS) of Cundinamarca. Likewise, it can be easily deduced that wholesale distributors, as recipients of the products of refiners and / or importers, do not add renewable diesel of animal origin to the biofuel mix, while some add renewable diesel of vegetable origin. for delivery to the main consumption centers and comply with Law 939 of 2004 that regulated that diesel fuel (ACPM) used in the country may contain biofuels of animal and vegetable origin for use in diesel engines in the qualities established by the Ministry of Mines and Energy and the Ministry of the Environment, Housing and Territorial Development today the Ministry of Environment and Sustainable Development and Resolution No. 9-963 of 2014 where the quality criteria of biofuels for motor use are stipulated Diesel as a mixture with diesel fuel of fossil origin in fuel processes.

## REFERENCES

- [1] C. A. Arias Vargas, EXPERIMENTAL DESIGN OF THE PROTOTYPE FOR THE DEVELOPMENT OF THE HYDROTREATMENT PROCESS FOR OBTAINING RENEWABLE DIESEL FROM ANIMAL ORIGIN FATTY ACIDS, Fusagasuga: Universidad de Cundinamarca, 2020.
- [2] M. IBORRA, J. TEJERO and F. CUNILL, «MULTIPHASE REACTORS,» UNIVERSITAT DE BARCELONA, 2013.
- [3] K. R., "Deoxygenation of Waste Chicken Fats to Green Diesel over Ni / Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: Effect of Water and Free Fatty Acid Content." Energy & Fuels, p. 29: 833–40., 2015.

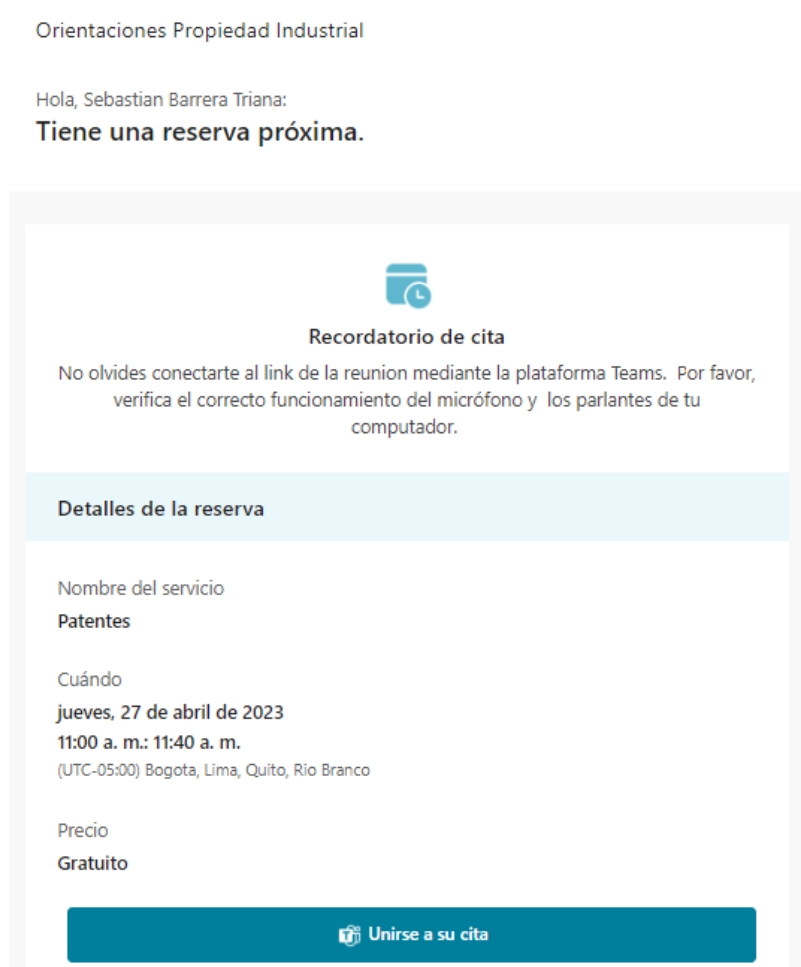
- [4] D. A. Asensio, «Modeling of low aspect ratio fixed bed reactors assisted by Computational Fluid Dynamics (CFD), » Universidad Nacional de La Plata, 2017.
- [5] Aspen Technology Inc, "Hysys Aspen."
- [6] P. I. C. "5400MB Series 5400 Tubular Reactor Sales Literature," [Online]. Available: <https://www.parrinst.com/products/tubular-reactor-systems/5400-continuous-flow-tubular-reactors/>. [Last access: 20 5 2020].
- [7] F. P. Peñuela, «Design, Construction, Assembly and Start-up of a Reaction System with Catalytic Fixed Bed (PBR) for Obtaining Reaction Kinetics., » Universidad de los Andes., Vol. Bogotá D.C., 2005,
- [8] R. M. M. F. By the Brs. Requena G. José L, «DESIGN AND EVALUATION OF TWO-PHASE AND THREE-PHASE SEPARATORS, » Central University of Venezuela, 2006.
- [9] B. A. L. and. L. A. R. Lorena Sánchez, «Production of Renewable Diesel from Higuera Oil using Nickel-Molybdenum Catalysts Supported on Alumina, » Technological Information, vol. - Vol. 28 N° 1, n° Universidad de Antioquia UdeA, pp. Industrial Chemical Processes Group, Faculty of Engineering, 2017.
- [10] Trimble Inc, "Sketchup 20 Trial Version."
- [11] Ministry of Mines and Energy and Ministry of Environment and Sustainable Development, Resolution No. 9.0963 of September 10, 2014, Bogotá, Bogotá D. C.: Ministry of Mines and Energy and Ministry of Environment and Sustainable Development, 2014.
- [12] Ministry of Environment and Sustainable Development, Law 939 of December 31, 2004, Bogotá D.C., Bogotá D.C.: Ministry of Environment and Sustainable Development, 2004.
- [13] SICOM, «SICOM, » 2020. [Online]. Available: <https://www.sicom.gov.co/>.

## Anexo D. Postulación de patente ante la SIC

### Orientación de patente

Se realizó una orientación con ayuda de la SIC para una verificación preliminar antes de radicar la patente de invención ante la SIC. La cual tuvo cabida en la plataforma teams a las 11:00 am (UTC - 5:00) Bogotá, lima, quito, rio blanco, como se presenta en la figura 14.

*Ilustración 2. Captura confirmación de orientación virtual con la SIC.*



*Fuente: autoría propia*

### PETITORIO

Es un documento que brinda la superintendencia de industria y comercio el cual se puede encontrar como PI02-F01\_Vr10.

**DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES**

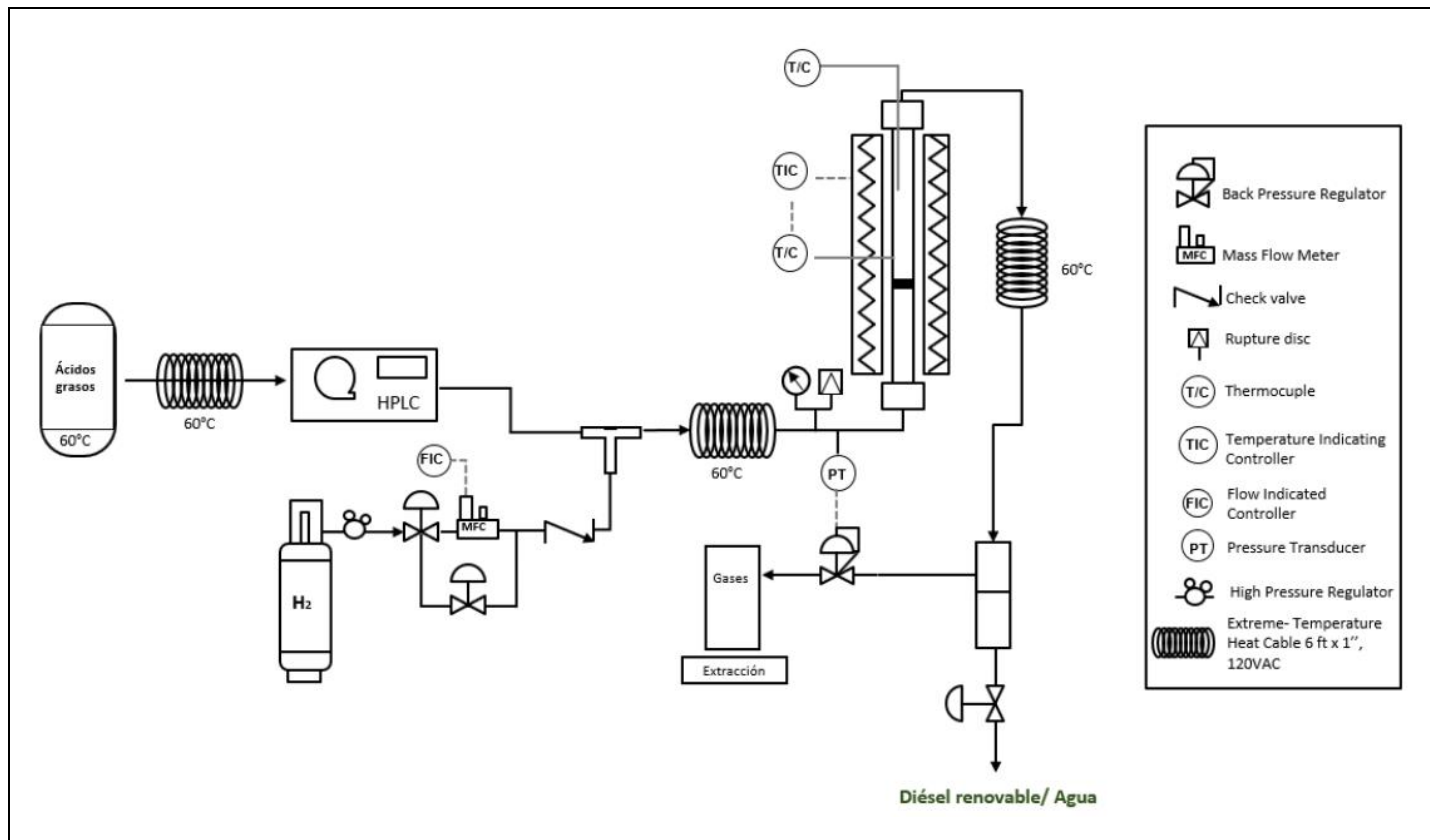
**SOLICITUD DE PATENTE - NACIONAL**

<b>1</b>	<b>TIPO DE SOLICITUD</b>	<input type="checkbox"/> Patente de invención <input checked="" type="checkbox"/> Patente de Modelo de Utilidad	
<b>2</b>	<b>TÍTULO DE LA INVENCION</b> (200 caracteres o espacios máximos)		
<b>PRODUCCIÓN DE DIÉSEL RENOVABLE MEDIANTE HIDROTRATAMIENTO DE ACIDOS GRASOS DERIVADOS DE RESIDUOS ANIMALES(SEBO)</b>			
<b>3</b>	<b>CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL (CIP)</b>		
<b>4</b>	<b>SOLICITANTE (S)</b> <input type="checkbox"/> Esta persona también es inventor. Para datos adicionales utilizar hoja de información complementaria		
APELLIDOS O RAZÓN SOCIAL 1Universidad de Cundinamarca		NOMBRE	IDENTIFICACIÓN 1 890.680.062-2
			TIPO [5]
<b>5</b>	<b>DATOS DEL SOLICITANTE</b>		<b>NUPI (Número Único de Propiedad Industrial)</b>
DIRECCIÓN  CIUDAD Fusagasugá  DEPARTAMENTO/ESTADO Cundinamarca  PAÍS DE RESIDENCIA Colombia (CO)		No. TELÉFONO  CORREO ELECTRÓNICO  NACIONALIDAD O LUGAR DE CONSTITUCIÓN Colombia (CO)	
<b>6</b>	<b>INVENTOR (ES)</b> Para datos adicionales utilizar hoja de información complementaria		
APELLIDOS 1 2 3. 4		NOMBRES	NACIONALIDAD
<b>DIRECCIÓN DE CORREO ELECTRÓNICO :</b>			
<b>7</b>	<b>DATOS INVENTOR (ES)</b> Para datos adicionales utilizar hoja de información complementaria		
PAÍS RESIDENCIA 1 Colombia (CO) 2 Colombia (CO) 3		DEPARTAMENTO/ESTADO	CIUDAD  DIRECCIÓN
<b>OTRO(S) SOLICITANTE(S) Y/O (OTRO(S)) INVENTOR(ES)</b>			
<input type="checkbox"/> Los demás solicitantes y/o (demás) inventores se indican en hoja de información complementaria.			
<b>8</b>	<input checked="" type="checkbox"/> REPRESENTANTE LEGAL <input type="checkbox"/> APODERADO		
APELLIDOS		NOMBRES	IDENTIFICACIÓN

		C.C .	T.P .
DIRECCIÓN	No. TELÉFONO		
CIUDAD	CORREO ELECTRÓNICO		
PAÍS	No. RADICACIÓN O PROTOCOLO DE PODER GENERAL		
<b>9</b>	<b>DECLARACION(ES) DE PRIORIDAD</b> <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO		
1.	(33) PAÍS DE ORIGEN	CÓDIGO PAÍS	(31) NÚMERO
2.			(32) FECHA (AAAA/MM/DD)
3.			

<b>10</b>	<b>DECLARACIÓN SOBRE USO DE RECURSOS GENÉTICOS O BIOLÓGICOS</b>		
<p><i>Declaro que el objeto de la presente solicitud de patente fue obtenido a partir de recursos genéticos o biológicos de los que cualquiera de los países miembros de la Comunidad Andina es país de origen.</i></p> <p><input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO</p> <p><b>Nota: En caso afirmativo deberá anexar copia del contrato de acceso de recursos genéticos o productos derivados, o certificado o número de registro, expedido por la Autoridad competente.</b></p>			
<b>11</b>	<b>DECLARACIÓN SOBRE USO DE CONOCIMIENTOS TRADICIONALES</b>		
<p><i>Declaro que el objeto de la presente solicitud de patente fue obtenido a partir de conocimientos tradicionales de comunidades indígenas, afroamericanas o locales de países miembros de la Comunidad Andina.</i></p> <p><input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO</p> <p><b>Nota: En caso afirmativo deberá anexar la licencia o autorización de uso de conocimiento tradicional, o certificado o número de registro.</b></p>			
<b>12</b>	<b>PARA PUBLICAR A PARTIR DE LA FECHA DE PRESENTACIÓN O DE LA PRIORIDAD INVOCADA:</b>		
<p>Si es Patente de Invención</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 6 meses <input type="checkbox"/> 12 meses <input type="checkbox"/> 18 meses <input type="checkbox"/> Otro Cual:</p>		<p>Si es Patente de Modelo de Utilidad</p> <p><input type="checkbox"/> 6 meses <input type="checkbox"/> 12 meses <input type="checkbox"/> Otro Cual:</p>	
<b>13</b>	<b>RESUMEN</b>		
<p>Se presenta la solicitud de patente de modelo de utilidad para la producción de un diésel renovable mediante hidrotatamiento a ácidos grasos derivados de residuos animales(sebo), este proceso es llevado a cabo mediante una planta piloto capaz de recibir residuos animales para estos transfórmalos en un producto conocido en la actualidad como biocombustible en este caso un tipo diésel, amigable con el ambiente y con el cual se busca reducir el consumo masivo de combustibles tradicionales a base de hidrocarburos.</p>			
<b>14</b>	<b>FIGURA CARACTERISTICA</b>		





	Back Pressure Regulator
	Mass Flow Meter
	Check valve
	Rupture disc
	Thermocouple
	Temperature Indicating Controller
	Flow Indicated Controller
	Pressure Transducer
	High Pressure Regulator
	Extreme-Temperature Heat Cable 6 ft x 1", 120VAC

15	COMPROBANTE DE PAGO O PAGO ELECTRÓNICO	N°	Fecha
16	<b>FIRMA DEL SOLICITANTE, DEL APODERADO O DEL REPRESENTANTE LEGAL</b> Junto a cada firma, indicar el nombre del firmante y su calidad (si tal calidad no es obvia al leer el petitorio)		

17	<b>DOCUMENTOS QUE ACOMPAÑAN LA SOLICITUD</b>		
<b>Documentación Técnica</b>		<b>Documentación Jurídica</b>	
1.	<input type="checkbox"/> Descripción	N° de folios:	11. <input type="checkbox"/> Poderes, si fuera el caso.
2.	<input type="checkbox"/> Reivindicaciones	N° Reivindicaciones:	12. <input type="checkbox"/> Documento que legalmente pruebe la cesión del inventor al solicitante o a su causante.
3.	<input type="checkbox"/> Dibujos y/o figuras	N° folios:	13. <input type="checkbox"/> Copia del contrato de acceso de recursos genéticos o productos derivados, o certificado o número de registro, si fuera el caso.
4.	<input type="checkbox"/> Resumen.		14. <input type="checkbox"/> Copia de la licencia o autorización de conocimientos tradicionales, o Certificado o número de registro, si fuera el caso.
5.	<input type="checkbox"/> Documento de Prioridad.		15. <input type="checkbox"/> Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud.
6.	<input type="checkbox"/> Traducción del documento de prioridad.		16. <input type="checkbox"/> Comprobante de pago por reivindicación de prioridad.
7.	<input type="checkbox"/> Certificado de depósito de material biológico si fuera el caso.		17. <input type="checkbox"/> Comprobante de pago por reivindicación adicional a 10.
8.	<input type="checkbox"/> Listado de secuencias de nucleótidos y/o aminoácidos en forma digital si fuera el caso.		
9.	<input type="checkbox"/> Arte final 12 x 12.		
10.	<input type="checkbox"/> Anexo formato digital.		

1	<b>(12) TIPO DE SOLICITUD</b>	NUMERO DE RADICACIÓN		
		FECHA DE PRESENTACIÓN		
<input type="checkbox"/> Patente de invención  <input type="checkbox"/> Patente de Modelo de Utilidad				
4	<b>(71) SOLICITANTE (S)</b>			
2. 3. 4.	APELLIDOS O RAZÓN SOCIAL	NOMBRE	IDENTIFICACIÓN	TIPO
5	<b>DATOS DEL SOLICITANTE</b>			
2. 3. 4.	PAÍS DE RESIDENCIA	DEPARTAMENTO/ESTADO	CIUDAD	DIRECCIÓN
2. 3. 4.	TELÉFONO	FAX	E-MAIL	NACIONALIDAD
6	<b>(72) INVENTOR (ES)</b>			
6. 7. 8. 9. 10. 11. 12.	APELLIDOS	NOMBRE	NACIONALIDAD	
7	<b>DATOS INVENTOR (ES)</b>			
6. 7. 8. 9. 10. 11. 12.	DIRECCIÓN	CIUDAD	DEPARTAMENTO/ESTADO	PAÍS RESIDENCIA
9	<b>(30) DECLARACIONES DE PRIORIDAD</b>			

PAÍS DE ORIGEN	CÓDIGO PAÍS	NÚMERO	FECHA (AAAA/MM/DD)
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			

## CÓMO DILIGENCIAR EL PETITORIO

### 1. TIPO DE SOLICITUD

Marcar en la casilla correspondiente si se trata de una solicitud de Patente de Invención o de Patente de Modelo de Utilidad. Únicamente se acepta una opción por cada solicitud.

### 2. TÍTULO DE LA INVENCION

Defina en forma breve y precisa el nombre técnico de la invención que deberá ser congruente con las reivindicaciones y la descripción. El título no debe referirse a marcas ni nombres comerciales. **Máximo 200 caracteres.**

### 3. CIP (Clasificación Internacional de Patentes)

Este espacio se deja en blanco para ser llenado por la entidad.

### 4. SOLICITANTE (S)

Si existieran más solicitantes, utilícese las hojas de información complementaria.

#### - Apellidos o Razón Social.

En el caso de ser el solicitante una persona natural, indíquese los dos apellidos.

En el caso de ser el solicitante una persona jurídica indíquese la razón social completa de ésta.

#### - Nombre.

Llénese únicamente para personas naturales.

#### - Identificación.

Solo para solicitantes nacionales: Las personas naturales indicarán su C.C. (cédula de ciudadanía) y las personas jurídicas indicarán el NIT (Número de Identificación Tributaria).

#### - Tipo de solicitante.

Las personas jurídicas habrán de contestar con un dígito: [1] Microempresa: menos de 10 trabajadores, activos totales inferiores a 501 salarios mínimos legales vigentes. [2] Pequeña empresa. Entre 11 y 50 trabajadores, activos totales mayores a 501 y menores a 5.001 salarios mínimos mensuales vigentes. [3] Mediana empresa: personal entre 51 y 200 trabajadores, activos totales entre 5.001 y 15.000 salarios mínimos mensuales legales vigentes. [4] La empresa no es PYME. Si la persona jurídica no es empresa, indicar [5] Institución educativa (universidad, colegio, instituto, etc.). [6] Centro de investigación. [7] Si es persona natural.

### 5. DATOS DEL SOLICITANTE

Los datos indicados en esta sección servirán para las posibles comunicaciones que la SIC realice, en caso de que la tramitación no se haga por intermedio de un representante o apoderado, y/o para la identificación de los usuarios de Propiedad Industrial

- NUPI Número Único de Propiedad Industrial

#### - Dirección, ciudad, departamento/estado/provincia y país de residencia.

Indíquese los datos completos de localización. Puede utilizar abreviatura del país (código de País según norma ST. 3 de OMPI). En caso de ser necesario, por falta de espacio, utilice las hojas de información complementarias.

#### - Nacionalidad.

Indíquese la nacionalidad del solicitante. En caso de ser una persona jurídica, indíquese el lugar de constitución.

Puede utilizar abreviatura del país (código de País según norma ST. 3 de OMPI).

En caso de ser necesario, por falta de espacio, utilice las hojas de información complementarias.

e-mail: Indicar claramente el correo electrónico con el fin de establecer comunicación.

### 6. INVENTOR(ES) Indicar Apellidos, nombre y nacionalidad del inventor o inventores (deben ser personas naturales) en las casillas correspondientes. En caso de ser necesario, por falta de espacio, utilice las hojas de información complementarias.

### 7. DATOS DE LOS INVENTORES

#### - Dirección, ciudad, departamento/estado/provincia y país de residencia.

Indicar los datos completos de localización. Puede utilizar abreviatura del país (código de País según norma ST. 3 de OMPI).

### 8. REPRESENTANTE O APODERADO

Si la solicitud la presenta una persona natural sin apoderado, no debe diligenciarse esta sección.

Si la solicitud la presenta una persona jurídica sin apoderado, debe diligenciarse esta sección indicando el nombre del representante legal.

Si la solicitud se presenta a través de apoderado, debe diligenciarse esta sección indicando el nombre del abogado que adelantará la actuación administrativa. Deberá anexarse el poder.

Número de Radicación / Protocolo: En caso de haber presentado poder general y tiene un número asignado este debe citarse.

### 9. DECLARACIÓN(ES) DE PRIORIDAD

Si el solicitante ha presentado inicialmente una solicitud de patente en otro país para la misma invención puede reclamar o reivindicar prioridad de esa solicitud, siempre y cuando la presentación en Colombia se haga dentro del año siguiente a la primera presentación.

- País de origen.

Indique el país donde se presentó por primera vez la solicitud.

Puede utilizar abreviatura del país (código de País según norma ST. 3 de OMPI).

- Número.

Indique el número asignado a la solicitud en el país del que se reivindica prioridad.

- Fecha (AAAA/MM/DD).

Indique la fecha de solicitud en el país del que se reivindica prioridad.

En caso de ser necesario, por falta de espacio, utilice las hojas de información complementarias.

### 10. DECLARACIÓN SOBRE USO DE RECURSOS GENÉTICOS O BIOLÓGICOS

Marcar "SI" cuando la invención fue desarrollada a partir de recursos genéticos o recursos biológicos de los que cualesquiera de los países miembros de la Comunidad Andina (Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú) es país de origen y anexar el contrato de acceso emitido por la Autoridad Nacional Competente (Ministerio del Medio Ambiente para Colombia)

### 11. DECLARACIÓN SOBRE USO DE CONOCIMIENTOS TRADICIONALES

Si la invención fue desarrollada usando conocimiento tradicional asociado a recursos genéticos o recursos biológicos de comunidades indígenas, afrodescendientes o locales de países miembros de la Comunidad Andina, debe anexar la licencia o autorización de uso de conocimiento tradicional emitido por la comunidad.

### 12. FECHA DE PUBLICACIÓN DE LA SOLICITUD

Indique el tiempo en el que se desea que se publique la solicitud, teniendo en cuenta el tipo de solicitud presentada. Si selecciona la casilla "otro" indicar el tiempo en el cual quiere que se publique la solicitud. Si no se selecciona ninguna, la SIC la publicará 18 meses después de la fecha de presentación o de prioridad de la solicitud para las patentes de invención y 12 meses para las patentes de modelo de utilidad.

### 13. RESUMEN

Consistirá en una síntesis de la divulgación técnica contenida en la solicitud de patente, redactado en forma clara, tan conciso como la divulgación lo permita, preferentemente de 50 a 150 palabras, de tal manera que pueda servir de instrumento eficaz de consulta a los fines de búsqueda en la técnica concreta, no tendrá efecto alguno para interpretar el alcance de la protección conferida por la patente.

### 14. FIGURA CARACTERÍSTICA. Cuando fuese necesario

### 15. COMPROBANTE DE PAGO O PAGO ELECTRÓNICO

Indique el número y fecha del recibo de pago de la tasa establecida o del pago electrónico. El comprobante de pago deberá anexarse.

### 16. FIRMA

Escribir el nombre completo y la firma de la persona que solicita la concesión de la patente.

Si se actúa a través de abogado la firma deberá ser la del apoderado; si actúa directamente una persona jurídica la firma deberá ser la del representante legal y si actúa directamente una persona natural ésta deberá firmar la solicitud.

### 17. DOCUMENTOS QUE ACOMPAÑAN LA SOLICITUD

La documentación de la solicitud deberá presentarse en el orden que viene la relación de documentos, primero la documentación técnica y luego la documentación jurídica.

Señale en las casillas correspondientes a los documentos que acompañarán la solicitud e indíquese los números de folios y el número de reivindicaciones que correspondan.

#### OTROS : LISTADO SE SECUENCIAS

Si la solicitud contiene listado de secuencias aminoácidos y/o secuencias nucleótidos, estas deben suministrarse también en formato digital CD o DVD con listado de secuencias en archivo de texto alfanumérico (.txt)

**Estructura del documento que se radica ante la SIC de forma virtual o en físico.**

## **RESUMEN**

Se presenta la solicitud de patente de modelo de utilidad para la producción de un diésel renovable mediante hidrotratamiento a ácidos grasos derivados de residuos animales(sebo), este proceso es llevado a cabo mediante una planta piloto capaz de recibir residuos animales para estos transfórmalos en un producto conocido en la actualidad como biocombustible en este caso un tipo diésel, amigable con el ambiente y con el cual se busca reducir el consumo masivo de combustibles tradicionales a base de hidrocarburos.

## **PRODUCCIÓN DE DIÉSEL RENOVABLE MEDIANTE HIDROTRATAMIENTO DE ACIDOS GRASOS DERIVADOS DE RESIDUOS ANIMALES EN PLANTA PILOTO**

### **SECTOR TECNOLÓGICO**

la presente invención consiste en un proceso para la obtención de un biocombustible tipo diésel a partir de grasas animales mediante hidrotratamiento, a condiciones de temperatura y presión adecuada, al biocombustible se le denomina diésel verde. La invención que se desea proteger requiere también de una planta piloto de lecho fijo en la cual se realiza el proceso de hidrotratamiento en presencia de catalizadores a ácidos grasos derivados de residuos animales en este caso los residuos del pollo los cuales se obtienen de empresas avícolas, después del hidrotratamiento en la misma planta se realiza una separación del líquido resultante y otros subproductos que se obtienen del proceso. Este invento entra en la categoría de tecnología de producción de energías limpias, ingeniería química.

### **TECNOLOGÍA ANTERIOR**

En la actualidad se observa una tendencia marcada por el consumo y/o utilización de biocombustibles los cuales son una alternativa para el transporte terrestre,

aéreo, fluvial y motores de maquinaria agropecuaria que requieren del combustible fósil para su correcto funcionamiento. Sabiendo que la fuente tradicional para la obtención de estos combustibles con los cuales han venido trabajando la humanidad es el hidrocarburo fósil (petróleo), el cual es un recurso no renovable en proceso de extinción de sus reservas. La producción del petróleo se lleva a cabo en grandes refinerías o plantas industriales con la capacidad de producir miles de litros al día. La producción de combustibles a base fósil tipo diésel es una tecnología antigua y destructiva para el ambiente donde se explota este hidrocarburo. Por esto las nuevas tecnologías en producción de biocombustibles se basen en materias reutilizables, de fácil obtención y con una baja contaminación ambiental en su transformación. Enfocados en establecer nuevas opciones para la producción de un biocombustible tipo diésel a partir de grasa animal que puede ser hidrogenada para producir parafinas que están dentro del rango de destilación del diésel.

Según Joaquín Pérez Pariente en “Biocombustibles sus implicaciones energéticas, ambientales y sociales”, son dos fenómenos que incitan al desarrollo y nuevos enfoques. Estos fenómenos son: escasez de petróleo y cambio climático, son las principales causas por las que se es necesario desarrollar combustibles alternativos para el transporte que no solo dependen del petróleo.

los biocombustibles se han inmiscuido en la vida cotidiana de muchos países occidentales y en especial con los que están en vías de desarrollo, actualmente se observa que ya hacen usos de estas alternativas en los automóviles y/o maquinaria agropecuaria.

Por tal motivo al revisar la base de datos se la superintendencia de industria y comercio encontramos la patente con expediente número **07-126779**, es una patente de origen colombiano presentada por la empresa ECOPETROL S.A, para la obtención de combustible diésel a partir de aceites vegetales o animales mediante la adición de hidrogeno en presencia de catalizadores, en un horno a temperatura de reacción la cual se encuentra entre los 280°C y 450°C el punto de reacción depende del catalizador.

Existe una patente de origen canadiense para la producción de un diésel de alto rendimiento a partir de aceites vegetales puros por hidrotatamiento **US4992605**,

se caracteriza porque pone en contacto los aceites vegetales con hidrogeno gaseoso a una temperatura de reacción entre los 350°C y 450°C en presencia de un catalizador que incluye cobalto-molibdeno o níquel-molibdeno lo que permite la producción de un diésel alternativo.

A diferencia de las patentes anteriores en esta invención se busca mejor la producción de un combustible alternativo denominado diésel verde por hidrotreamiento aplicado a ácidos graso-obtenidos del pollo, el cual pasa por un horno split tubular de lecho fijo a una temperatura de reacción entre los 350°C y 500°C en presencia de catalizadores como el Ni-Mo y Co-Mo, para obtener un diésel renovable.

## **DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION**

A la vista de estas figuras se puede observar cada módulo del proceso dando inicio con la línea de alimentación de líquidos donde se almacena el ácido graso dentro de un tanque de acero inoxidable con capacidad máxima de dos litros(1), el ácido graso será distribuido por una tubería hueca la cual debe mantener una temperatura moderada de 60°C con ayuda de una cinta térmica, el ácido graso se distribuye con ayuda de una bomba HPLC(3)(a), para posteriormente ser unida con la línea de alimentación de gas(4), este debe contar con dos cilindros de gas (bala de H<sub>2</sub>)(2)(b), un regulador de alta presión con indicador(d), regulador de alta-baja(d) presión esto con un marcador digital para poder leer la presión con la que se desea trabajar en este caso es de 207 bar y una tubería hueca de 9.5 mm interior por la cual se desplaza. Estas dos líneas de alimentación se mezclan en la unión denominada T(4)(c) por su forma similar a letra hecha de acero inoxidable, cabe resaltar que toda la tubería deber ser hueca. A la salida de la unión T a la cual llegan las dos líneas de alimentación debe ir enredada una cinta térmica para seguir manteniendo la temperatura de 60 °C en la tubería y el líquido se desplace con facilidad. Lo siguiente en el proceso es el control de presión y seguridad en este módulo se hace un constante monitoreo de la presión del reactor para ello se utiliza un nanómetro de membrana con lector(d) y en caso de exceso de presión se cuenta con una válvula de seguridad y alivio(d). En el módulo de reacción(e) se realiza el hidrotreamiento el cual consiste en llevar a una alta temperatura de

500°C con dos calefactores eléctricos los cuales se conocen como horno Split tubular(5) el cual alcanza una temperatura máxima de 900°C dentro de este horno se encuentra un reactor tubular(5) por donde pasa el líquido procesado, para mantener la temperatura deseada se utilizan tres transductores de temperatura (PT100)(e), el reactor tubular hueco cuenta con las siguientes características un diámetro interno de 9.5mm y longitud de 30.48cm por donde circulara el líquido al cual al dejar el horno se debe seguir manteniendo la temperatura de 60°C con una cinta térmica, todo esto debe estar sujeto a un soporte(e) para evitar movimientos o pérdidas de temperatura. En la separación(f) la fase final del proceso de la planta piloto donde se realiza una detallada separación bifásica horizontal (6) por medio de dos válvulas de paso (8), donde se separa los gases del líquido resultante denominado diésel renovable el cual se almacena en un tanque de acero inoxidable con capacidad de dos litros (7) y el gas extraído se almacena en un tanque aparte (8).

## DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Para complementar la descripción de la invención y facilitar la interpretación de sus características formales, estructurales y funcionales, se acompaña con dos figuras una representa el diagrama esquemático y la otra es una representación en 3D de la planta piloto de lecho fijo. Los cuales facilitan la interpretación del proceso estas figuras son:

**Figura 1.** Muestra el diagrama esquemático de la planta piloto de lecho fijo en el proceso de hidrotratamiento enumerada del 1 al 8.

**Figura 2.** Muestra el diseño en 3D de la planta piloto de lecho fijo.

Con ayuda de la figura 1 y 2 se da una idea clara del procedimiento que se realiza para la obtención de un biocombustible denominado diésel verde aplicando hidrotratamiento.



## REIVINDICACIONES

1. Proceso para la obtención de diésel verde a partir de grasas animales por hidrotratamiento desarrollado en las siguientes etapas:
  - a) Alimentar la línea de líquidos con el ácido graso (triglicérido) a su capacidad máxima con una temperatura moderada de 60°C. con presión de  $P=70$  bar.
  - b) Alimentar línea de gas. Se debe contar con dos cilindros de gas (hidrogeno  $H_2$ ), un regulador de alta presión con indicador, regulador de alta-baja presión esto con un marcador digital para poder leer la presión con la que se desea trabajar en este caso es de  $P=70$  bar y una tubería hueca de 9.5 mm interior por la cual se desplaza.
  - c) Combinar la etapa a) y b) en la unión T por medio de la bomba HPLC y reguladores de presión.
  - d) Calentar la etapa c) en un horno split tubular a la temperatura de reacción la cual se encuentra entre 350 °C y 500°C.
  - e) Pasar la etapa d) por el reactor tubular de lecho fijo en presencia de catalizadores sulfurados.
  - f) Separar el producto y subproductos obtenidos en la etapa e) en recipientes sellados. Producto: Diésel verde, subproductos: Agua y gas.
  
2. Proceso para la obtención de diésel verde a partir de grasas animales por hidrotratamiento según la reivindicación 1, caracterizado por mantener una temperatura ambiente de 60°C en la etapa a) por medio de una chaqueta calefacción que cubre la parte baja del tanque de almacenamiento, una resistencia térmica sumergible la cual va dentro del tanque de almacenamiento y una cinta térmica que rodea el tubo por donde pasa el líquido.

3. Proceso para la obtención de diésel verde a partir de grasas animales por hidrotratamiento según la reivindicación 2, caracterizado por tener una bomba HPLC encargada de extraer el líquido de la etapa a) y pasarlo a la etapa c) a una presión de 70 Bar.
4. Proceso para la obtención de diésel verde a partir de grasas animales por hidrotratamiento según la reivindicación 1, caracterizado por suministrar la etapa b) en la etapa C) con ayuda de un regulador de alta-alta presión con indicador análogo y un regulador de presión baja-alta para mantener los valores de la fuerza que ejerce el gas deseado para una óptima operación.
5. Proceso para la obtención de diésel verde a partir de grasas animales por hidrotratamiento según la reivindicación 3 y 4, caracterizado por juntar la etapa a) y la etapa b) por medio de una tubería de dos entradas una salida la cual tiene forma de T se debe seguir manteniendo una temperatura ambiente de 60°C con una cinta térmica enrollada a la salida de la unión T.
6. Proceso para la obtención de diésel verde a partir de grasas animales por hidrotratamiento según la reivindicación 5, caracterizado por tener un control de presión utilizando un manómetro de membrana con señal de salida, presión máxima 100bar, válvula de seguridad y alivio en caso de sobrepresión.
7. Proceso para la obtención de diésel verde a partir de grasas animales por hidrotratamiento según la reivindicación 1, caracterizado por pasar la etapa c) por la etapa d) la cual es un horno split tubular donde se aplica la

reacción hidrotratamiento a una temperatura comprendida entre los 350°C y 500°C.

8. Proceso para la obtención de diésel verde a partir de grasas animales por hidrotratamiento según la reivindicación 7, caracterizado por pasar la etapa d) por la etapa e) que cuanta con catalizadores sulfurados como el Ni-Mo y Co-Mo dentro de la tubería.
  
9. Proceso para la obtención de diésel verde a partir de grasas animales por hidrotratamiento según la reivindicación 8, caracterizado por utilizar un separador bifásico horizontal, dos válvulas de paso, un tanque de recolección y extracción de gases y un tanque de recolección para el producto final diésel renovable y agua.
  
10. el producto obtenido mediante el proceso definido en cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

FIGURA 1

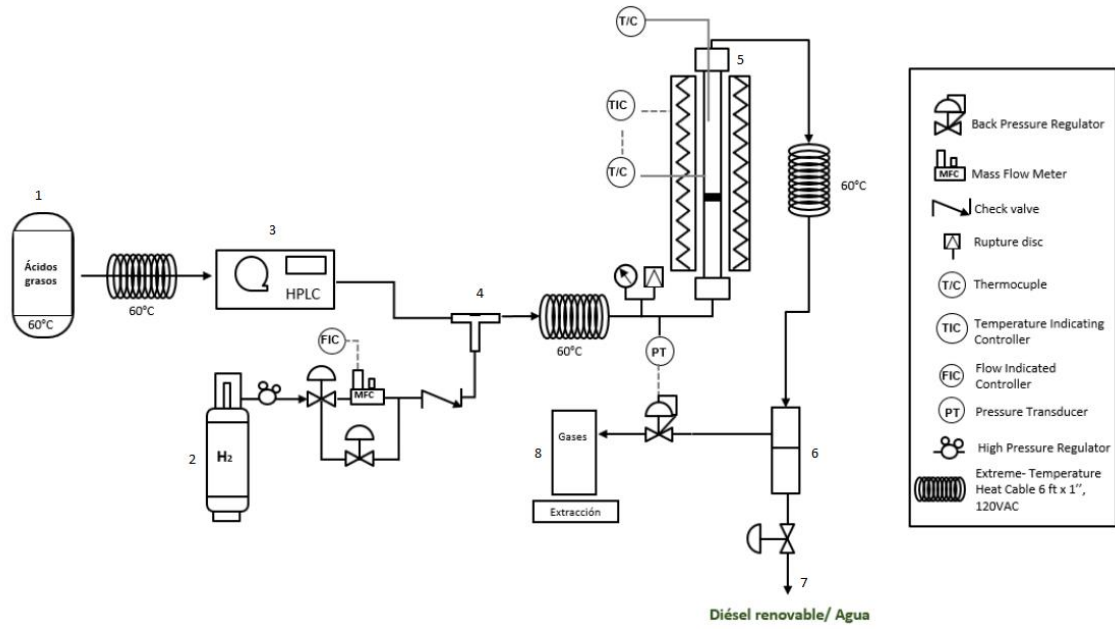


FIGURA 2.

