

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 1 de 11

Código de la dependencia. 21.1

FECHA | jueves, 7 de julio de 2022

Señores
UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
 BIBLIOTECA
 Ciudad Fusagasugá

UNIDAD REGIONAL	Sede Fusagasugá
TIPO DE DOCUMENTO	Trabajo De Grado
FACULTAD	Ciencias Agropecuarias
NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO	Pregrado
PROGRAMA ACADÉMICO	Ingeniería Agronómica

El Autor(Es):

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS	No. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN
Ceballos Ramírez	Elizabeth	1003520042
Cruz Calderón	Wendy Meliza	1069746988

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

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS
Prada Castro	Yorley Milena

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca
 Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: 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*

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 2 de 11

TÍTULO DEL DOCUMENTO

Producción y comercialización de aceite de semillas de higuierilla (*Ricinus communis* L.) para uso en la elaboración de biocombustibles.

SUBTÍTULO

(Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos Virtuales de Aprendizaje)

EXCLUSIVO PARA PUBLICACIÓN DESDE LA DIRECCIÓN INVESTIGACIÓN

INDICADORES	NÚMERO
ISBN	
ISSN	
ISMN	

AÑO DE EDICIÓN DEL DOCUMENTO	NÚMERO DE PÁGINAS
2022	37

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

ESPAÑOL	INGLÉS
1. Higuierilla.	Castor oil
2. Biodiésel.	Biodiésel
3. Combustible Fósil.	Fossil fuel
4. Biocombustible.	biofuel
5. Aeronáutico.	Aeronautical
6. Aceite vegetal.	vegetable oil

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

1. AE. Biodiésel y la gran minería en Colombia [Internet]. Federación Nacional de Biocombustibles. 2019 [citado el 20 de abril de 2022]. Disponible en: <https://www.fedebiocombustibles.com/>
2. AGROSAVIA. CORPOICA lanza primera variedad colombiana de higuierilla para clima frío moderado [Internet]. 2011 [citado el 16 de abril de 2022]. Disponible en: www.corpoica.org.co
3. AGROSAVIA HIGUERILLA: alternativa productividad, energética y agroindustrial para Colombia. Agosto 2008; Disponible en:

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

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 3 de 11

http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/3818/1/20089291615_Cartilla_higuerilla_CORPOICA.pdf

4. Álvarez E, Ortiz I. La transición energética en Alemania (Energiewende). Orkesta instituto vasco de competitividad. Marzo de 2016;(ISSN 2340-7638):21
5. Alzamora Y, Villar P, González Á. Evaluación ambiental de la producción de combustibles fósiles y renovables: avances y perspectivas. 2015. Disponible en: https://evaluación%20ambiental%20de%20la%20producción_Alzamora%20Pupo_Y%20essith_USBCTG_2015.pdf
6. Andrade-Castañeda H, Arteaga-Céspedes C, Segura-Madrigal M. Emisión de gases de efecto invernadero por uso de combustibles fósiles en Ibagué, Tolima (Colombia). Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria [Internet]. 2016 jun 28; Disponible en: http://dx.doi.org/10.21930/rcta.vol18_num1_art:561
7. Arellano HEG, Andrade ML, Hernández AO. Cadena productiva de la higuerilla (*Ricinus communis* L.) comercialización: un eslabón con oportunidad económica para pequeños productores de Guanajuato. [Internet]. 2017 [citado 14 abril 2022];3(2):1194–9. Disponible en: <https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/1936>
8. Barrios-Gómez EJ, Canul-Ku J, Hernández-Arenas MG, Solís-Bonilla JL. Evaluación de dos ciclos de higuerilla en Morelos, México: siembra y rebrote. Rev Mex De Cienc Agric [Internet]. 2018;9(8):1663–73. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.29312/remexca.v9i8.679>
9. Baquero MA. Modelo de Negocio para el Cultivo de Higuierilla (*Ricinus communis* L) en la Finca Capuriche Ubicada en el Municipio de Hato Corozal, Departamento de Casanare. Repositorio Udistrital [Internet]. 13 Noviembre de 2017; Disponible en: <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/14255/BaqueroParraManuelAndr%c3%a9s2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
10. Benavides A, Benjumea P, Pashova V. EL BIODIESEL DE ACEITE DE HIGUERILLA COMO COMBUSTIBLE ALTERNATIVO PARA MOTORES DIESEL. Universidad nacional de Colombia, Medellín. 29 de Marzo de 2007;(ISSN 0012-7353):141–150
11. COLBIO. VARIETADES DE HIGUERILLA COLBIO [Internet]. COLOMBIANA DE BIOCOMBUSTIBLES S.A. 2011 [citado el 18 de abril de 2022]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/102296728/5-Varietades-de-Higuerilla-2011>
12. Cabrales R, Marrugo J, Abril J. Rendimientos en semilla y calidad DE Los aceites del cultivo de higuerilla (*Ricinus communis* L.) en El Valle Del sinú, departamento DE Córdoba [Internet]. Docplayer.es. 2014 [citado el 23 de abril de 2022]. Disponible en: <https://docplayer.es/71294639-Rendimientos-en-semilla-y-calidad-de-losaceites-del-cultivo-de-higuerilla-ricinus-communis-l-en-el-valle-del-sinu-departamento-de-cordoba.html>
13. Cabrera DG. La transición energética de Alemania y su impacto en la Unión Europea: implicaciones para la seguridad energética del proceso de descarbonización económica. Universidad Complutense de Madrid. Octubre del 2013;(2530–3570):4–80.
14. Delgado AE, Aperador Chaparro W, Silva Gonzalez JR. Influencia del porcentaje de mezcla del aceite de higuerilla en la obtención de combustible alternativo para motores diésel. Rev Fac Ing Univ Antioq [Internet]. 2011 [citado el 24 de abril de 2022];(58):46–52. Disponible en:

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 4 de 11

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-62302011000200005

15. De Jesús Arboleda F, Guzmán ÓA, Mejía LF. Efecto de extractos cetónicos de higuera (Ricinus communis LINNEO.) sobre el nematodo barrenador [Radopholus similis (COBB. Luna Azul. 20 de agosto de 2012; ISSN 1909-2474(35):1–20.
16. De Jesús Córdoba O. Comportamiento ecofisiológico de variedades de higuera (Ricinus communis L.) para la producción sostenible de aceite y biodiesel en diferentes agroecosistemas colombianos. [Medellin]: universidad nacional de Colombia, sede medellin; 2012. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/11660/15511686.2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
17. De Rivas BL. Metodología para la caracterización de aceites usados en aviación basada en técnicas espectroscópicas [internet]. [valencia]: universitat politècnica de valència, departamento de proyectos de ingeniería; 2014. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/48468/LEAL%20-%20Metodolog%C3%ADa%20para%20la%20caracterizaci%C3%B3n%20de%20aceites%20usados%20en%20aviaci%C3%B3n%20basada%20en%20t%C3%A9cnicas%20espec....pdf?sequence=1>
18. Escobar JA. La investigación en la universidad EAFIT propone estrategias para elevar el nivel de vida de las comunidades del campo colombiano y enfrentar el TLC [2018] [Internet]. AGROSAVIA Y FAO. 2018 [citado el 22 de abril de 2022]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12324/21433>
19. Escoto T, Murillo R, Rodríguez A, Hernández JA, Jesús Rivera J. Obtención de celulosa blanqueada de Ricinus communis L. mezclada con fibra industrial para fabricar papel bond. Revista Mexicana de Ciencias Forestales. 12 junio del 2015; 6(núm 28):1–20.
20. FAO. OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2020-2029 [Internet]. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). 2020 [citado el 22 de abril de 2022]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1787/a0848ac0-es>
21. Fundación Heinrich Böll Cono Sur- fundación Terram. Atlas del carbón (hechos y cifras de un combustible fósil). 2020; 20:4–60.
22. Gasca Quezada V, Salinas Callejas E. Los biocombustibles. Cotid línea [Internet]. 2009;(157):75–82. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=32512739009>
23. Goytia MA, Gallegos CH, Núñez CA. Relación entre variables climáticas con la morfología y contenido de aceite de semillas de higuera (Ricinus communis L.) DE CHIAPAS. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. 2011;17(1):41–8. Disponible en: doi: 10.5154/r.rchscfa.2010.08.048
24. Herrera D. Guía ambiental para el cultivo de la higuera en el corredor Guía ambiental para el cultivo de la higuera en el corredor central del departamento de Boyacá central del departamento de Boyacá [Internet]. 2006 [citado el 25 de abril del 2022]. Disponible en: https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1688&context=ing_ambiental_sanitaria
25. IAE Agencia Internacional de la Energía. Balance energético a nivel mundial [Internet]. IEA. 2019 [citado el 21 de abril de 2022]. Disponible en: <https://www.iea.org/reports/world-energy-balances-overview/world>
26. IRENA (Agencia Internacional de las Energías Renovables EÁU. Global renewables outlook: energy transformation 2050 [Internet]. 2020 [citado el 23 de abril 2022]. Disponible en: <https://www.irena.org/>

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 5 de 11

/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Apr/IRENA_Global_Renewables_Outlook_2020.pdf.

27. Llaven G, Borbon A, Ochoa X, Antuna O, Hernández A, Coyac JL. Productividad de higuierilla (*Ricinus communis* L.) en el norte de Sinaloa. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 13 de agosto;10(5):1–12
28. López PR. Plan de negocios empresa: c.i. higuierilla de Colombia S.A.A [Internet]. [Pereira]: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA; 2010. Disponible en: <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/9b92e299-1e62-48a8-ac35-5a02a5656b05/content>
29. Machado R, Suárez J, Alfonso M. Caracterización morfológica y agro productiva de procedencias de *Ricinus communis* L. para la producción de aceite. Pastos y Forrajes. 2012;35, (núm 4):1–11.
30. Medina I, Chávez N, Rincón JJ. Biodiesel, un combustible renovable [Internet]. Redalyc.org. 2012 [citado el 23 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/674/67424409008.pdf>
31. Novobilski M. Fueling the future: AF works to 'home-grow' biofuels for DOD, industry. Air Force. 2006.
32. Obstfeld M, Milesi G, Arezki R. Los precios del petróleo y la economía mundial: Una relación complicada [Internet]. Fondo Monetario Internacional. 2016 [citado el 21 de abril de 2022]. Disponible en: <https://www.imf.org/es/home>
33. Organización de países exportadores de petróleo POEP. Países exportadores de petróleo [Internet]. OPEP. 2022 [citado el 21 de abril de 2022]. Disponible en: https://www.opec.org/opec_web/en/946.htm
34. Pacheco JD. empresa cultivemos H.G. - S.A.S., siembra y comercialización de higuierilla (*Ricinus communis* L.) en el municipio de zona bananera del departamento del magdalena, Colombia. [Barranquilla]: UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS; 2019.
35. Pacheco H, Tituaña SM. "Industrialización de la higuierilla en la producción de aceite crudo." [Latacunga – Ecuador]: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI; 2019.
36. Pontobón R. El Biocombustible en el mundo. Bolsa de Comercio De rosario. 2013;(ISSN 2796 7824): 4. Disponible en: <https://www.bcr.com.ar/es/print/pdf/node/63940>
37. PROCOLOMBIA (exportaciones turismo inversión marca país). 3. PREPÁRESE PARA EXPORTAR [Internet]. PROCOLOMBIA. 2022 [citado el 24 de abril de 2022]. Disponible en: <https://www.colombiatrade.com.co/herramientas-del-exportador/ruta-exportadora/preparese-para-exportar>
38. Ramírez M, Vela C, Rincón J. Biodiesel, un combustible renovable. investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. 2012;(55):62–70.
39. Reatiga SJ. Factibilidad para la implementación de biocombustibles en la aeronave T-90 Calima de la Fuerza Aérea Colombiana [Bogotá DC]: Universidad Militar "Nueva Granada"; 2020
40. Reatiga SJ. Factibilidad para la implementación de biocombustibles en la aeronave T-90 Calima de la Fuerza Aérea Colombiana [Bogotá DC]: Universidad Militar "Nueva Granada"; 2020
41. Rivera-Brenes PA, Hernández-López J. Evaluación del rendimiento y calidad del aceite de siete variedades de *Ricinus communis*. Agron Mesoam [Internet]. 2015;27(1):183. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15517/am.v27i1.21898>
42. Rubio MC. Cultivos de altos vuelos. Técnica Industrial 299. 1 de septiembre de 2012;1, (1).

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

43. Sánchez M, Castañeda R, Castañeda S. M. Usos y potencialidad de la Higuierilla (*Ricinus communis*) en sistemas agroforestales en Colombia. PubVet [Internet]. 2016 [citado el 14 de abril de 2022];10(6):507–12. Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/bf6d/9e28fb7799938552031b95f596959e94a6fb.pdf>
44. Sandoval Fabiola, Méndez Carlos, Solano Isabel, Cuevas Carlos, Cortés Nayeli, Hernández Ochoa. Proceso para la obtención de Biodiesel de Higuierilla [Internet]. Instituto Tecnológico Superior de Perote. 2011 [citado el 17 de abril de 2022]. Disponible en: <https://citt.itsm.edu.mx/ingeniantes/articulos/ingeniantes1/Proceso%20para%20la%20obteni%C3%B3n%20de%20Biodiesel%20de%20Higuierilla.pdf>
45. Sebastián J, Nieto D. Plan de negocios para el cultivo de higuierilla, estudio de caso municipio de balboa (RISARALDA) Daniel Eduardo Rodríguez Arias [Internet]. 2010 [citado 24 de abril de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/c77875ec-c953-4303-befd-bd8773a24201/content>
46. Soares Severino L, Souza Gondim DTM. El cultivo de la higuierilla. 2007 [citado el 24 de abril 2022]; Disponible en: <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/21432>
47. Torroba A. Biocombustibles líquidos: Institucionalidad y formulación de políticas. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 2021;5–112. Disponible en: <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/18566/BVE21088316e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
48. Torroba A. Atlas de los biocombustibles líquidos 2019-2020. Instituto colombiano agrícola (ICA) [Internet]. 2020; disponible en: <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/13974/BVE20128304e.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Los%20cinco%20principales%20productores%20de%20biodi%C3%A9sel%20en%20el%20mundo%20son,Pa%C3%ADses%20Bajos%20C%20Tailandia%20y%20Malasia>
49. Trigo E, Chavarria H, Pray C, Smyth S, Torroba A, Wesseler J, et al. The Bioeconomy and Food Systems Transformation. food systems summit brief [Internet]. 14 de Marzo de 2021; Disponible en: https://sc-fss2021.org/wp-content/uploads/2021/03/FSS_Brief_Bioeconomy_and_Food_Systems_Transformation.pdf
50. Universidad Javeriana. Guía “paso a paso” del proceso de exportación en Colombia [Internet]. 2022 [citado el 24 de abril de 2022]. Disponible en: <https://www2.javerianacali.edu.co/cuenca/noticias/guia-paso-paso-del-proceso-de-exportacion-en-colombia>
51. Valenzuela FGD. Cultivo de higuierilla (*Ricinus communis* L.) como materia prima para la elaboración de biodiésel. [Santiago - Chile]: UNIVERSIDAD DE CHILE; 2013.
52. Vasco J, Hernández I, de J. Méndez S, Ventura E, Cuellar ML, Mosquera J. Relación entre la composición química de la semilla y la calidad de aceite de doce accesiones de *Ricinus communis* L. Revista mexicana de ciencias agrícolas [Internet]. 15 de mayo de 2017;8(núm. 6, 2017). Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/2631/263153306009/html/>

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 7 de 11

RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS
(Máximo 250 palabras – 1530 caracteres, aplica para resumen en español):

Resumen

La higuierilla (*Ricinus communis*) es una planta monoica, con flores masculinas y femeninas, pertenece a la familia de la Euphorbiaceae, se caracteriza por su capacidad de adaptabilidad. Al ser una planta oleaginosa, su principal producto es el aceite de ricino o de castor, del cual se puede obtener 700 productos industriales como pinturas, esmaltes, plásticos, fabricación de lubricantes, entre otros. Siendo la materia prima de mayor importancia para la elaboración de biocombustibles, además, contribuye a la reducción de los gases de efecto Invernadero disminuyendo el uso de combustibles fósiles, los cuales generan gran cantidad de contaminación.

Los principales países consumidores de biodiésel son Estados Unidos, Brasil, Indonesia, China, Francia, Argentina, Canadá, Tailandia, Colombia y Paraguay. Colombia se comporta como importador neto, pero en los últimos años se ha incentivado el establecimiento del cultivo de higuierilla, por consiguiente Agrosavia crea la primera variedad mejorada y adaptada a condiciones agroclimáticas de clima frío moderado "Nila Bicentenaria", esta semilla es considerada de alta calidad a nivel nacional, ya que está constituida entre el 46 % y 48 % de su peso en aceite, por esta razón Colombia puede ser un potencial exportador de semillas de alta calidad para la industria de biocombustibles.

Abstract

The castor (*Ricinus communis*) is a monoecious plant, with male and female flowers, it belongs to the Euphorbiaceae family, it is characterized by its ability to adapt. Being an oleaginous plant, its main product is castor or castor oil, from which 700 industrial products such as paints, enamels, plastics, lubricants, among others, can be obtained. Being the most important raw material to produce biofuels, it also contributes to the reduction of greenhouse gases by reducing the use of fossil fuels, which generate a large amount of pollution.

The main consuming countries of biodiesel are the United States, Brazil, Indonesia, China, France, Argentina, Canada, Thailand, Colombia, and Paraguay. Colombia behaves as a net importer, but in recent years the establishment of the cultivation of castor oil has been encouraged, therefore Agrosavia creates the first variety improved and adapted to agroclimatic conditions of moderate cold climate "Nila Bicentenaria", this seed is considered of high quality at the national level, since it is constituted between 46 % and 48 % of its weight in oil, for this reason Colombia can be a potential exporter of high quality seeds for the biofuel industry.

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 8 de 11

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	
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)

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 9 de 11

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 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:

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 10 de 11

- 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. 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.

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



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).

Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. Nombre completo del proyecto.pdf)	Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.)
1. Producción y comercialización de aceite de semillas de higuera (<i>Ricinus communis</i> L.) para uso en la elaboración de biocombustibles. pdf	Texto
2.	
3.	
4.	

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

APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS	FIRMA (autógrafa)
Ceballos Ramírez Elizabeth	
Cruz Calderón Wendy Meliza	

21.1-51-20.

**PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE ACEITE DE SEMILLAS DE
HIGUERILLA (*Ricinus communis* L.) PARA USO EN LA ELABORACIÓN DE
BIOCOMBUSTIBLES.**

**PRODUCTION AND COMERCIALIZATIÓN OF CASTOR SEED OIL (*Ricinus
communis* L.) FOR USE IN THE ELABORATION OF BIOFUELS.**

Elizabeth Ceballos R.¹, Wendy M. Cruz C¹

¹ Universidad de Cundinamarca, Facultad de ciencias agropecuarias, Ingeniería Agronómica, sede Fusagasugá.

eceballos@ucundinamarca.edu.co, wmcruz@ucundinamarca.edu.co

Resumen

La higuierilla (*Ricinus communis*) es una planta monoica, con flores masculinas y femeninas, pertenece a la familia de la Euphorbiaceae, se caracteriza por su capacidad de adaptabilidad. Al ser una planta oleaginosa, su principal producto es el aceite de ricino o de castor, del cual se puede obtener 700 productos industriales como pinturas, esmaltes, plásticos, fabricación de lubricantes, entre otros. Siendo la materia prima de mayor importancia para la elaboración de biocombustibles, además, contribuye a la reducción de los gases de efecto Invernadero disminuyendo el uso de combustibles fósiles, los cuales generan gran cantidad de contaminación.

Los principales países consumidores de biodiésel son Estados Unidos, Brasil, Indonesia, China, Francia, Argentina, Canadá, Tailandia, Colombia y Paraguay. Colombia se comporta como importador neto, pero en los últimos años se ha incentivado el establecimiento del cultivo de higuera, por consiguiente Agrosavia crea la primera variedad mejorada y adaptada a condiciones agroclimáticas de clima frío moderado "Nila Bicentenario", esta semilla es considerada de alta calidad a nivel nacional, ya que está constituida entre el 46 % y 48 % de su peso en aceite, por esta razón Colombia puede ser un potencial exportador de semillas de alta calidad para la industria de biocombustibles.

Palabras Claves: Higuera, Biodiésel, Combustible fósil, biocombustible, Aeronáutico.

Abstract

The castor (*Ricinus communis*) is a monoecious plant, with male and female flowers, it belongs to the Euphorbiaceae family, it is characterized by its ability to adapt. Being an oleaginous plant, its main product is castor or castor oil, from which 700 industrial products such as paints, enamels, plastics, lubricants, among others, can be obtained. Being the most important raw material to produce biofuels, it also contributes to the reduction of greenhouse gases by reducing the use of fossil fuels, which generate a large amount of pollution.

The main consuming countries of biodiesel are the United States, Brazil, Indonesia, China, France, Argentina, Canada, Thailand, Colombia, and Paraguay. Colombia behaves as a net importer, but in recent years the establishment of the cultivation of castor oil has been encouraged, therefore Agrosavia creates the first variety

improved and adapted to agroclimatic conditions of moderate cold climate "Nila Bicentenario", this seed is considered of high quality at the national level, since it is constituted between 46 % and 48 % of its weight in oil, for this reason Colombia can be a potential exporter of high quality seeds for the biofuel industry.

Keywords: Castor oil, Biodiésel, Fossil fuel, biofuel, Aeronautical.

Introducción

La higuera (*Ricinus communis*), es una planta oleaginosa, que se caracteriza por su capacidad de adaptabilidad a diversas condiciones topográficas y climatológicas, es originaria del continente Africano, específicamente Etiopía. (1) En la actualidad es cultivada en todas las regiones tropicales, subtropicales del mundo, con especial adaptación a zonas semiáridas y en suelos arenosos. Los principales productores a nivel mundial son: India, China y Brasil, obteniendo el 96 % de la producción: en América del sur, Paraguay se destaca como un productor de Higuera importante, teniendo el 1 % de la producción mundial. En Colombia durante los últimos años se ha incentivado el cultivo de higuera mediante líneas de crédito ofrecidas por el Banco Agrario para el establecimiento del cultivo (2).

Esta planta es conocida por la población rural como una maleza sin significancia económica, debido a que sus frutos, flores y parte vegetativa no son comestibles, sin embargo, las semillas tienen gran importancia económica debido a que de esta se extrae aceite en un 40 % y 60 % (3) su principal componente es el ácido ricinoleico, el cual forma el triglicérido simple que se denomina triricinoleína, también se encuentran pequeñas cantidades de tripalmitina, triestearina y otros

triglicéridos mixtos. Del aceite de las semillas se puede obtener 700 productos industriales (4), producción de plástico y fibras sintéticas, así mismo con este aceite se pueden elaborar, pinturas, esmaltes, productos para el área de cosmetología y fertilizantes.

A causa de sus capacidades de no cambiar su viscosidad bajo altas temperaturas, tiene usos importantes en los sectores aeronáuticos y energéticos, al ser empleado en la fabricación de lubricantes para motores de aviones, autos fórmula uno, líquidos para frenos, en la elaboración del biodiésel, extracción de proteína para alimentación animal y elaboración de biocombustibles con residuos lignocelulósicos (5). Además de estas aplicaciones es utilizado como insecticida y nematocida por la presencia de metabolitos secundarios como albúminas, ricina, alcaloides y ricinina (6). El tallo también es un órgano que se ha empleado como fuente de celulosa para la elaboración de papel (7).

Por otra parte, el director de Agrosavia, Juan Lucas Restrepo Ibiza, aseguró “que el cultivo de higuera es una alternativa económica para el país”, debido a que es un importador neto de este tipo de aceites, pero se podría posicionar como uno de los líderes en la producción de este aceite vegetal, generando así posibilidades para los agricultores (9). En Colombia, gracias a las investigaciones realizadas entre instituciones lideradas por Agrosavia, se obtuvo la primera variedad Nila Bicentenario adaptada a condiciones agroclimáticas de clima frío moderado (8).

La comercialización de semillas de higuera para procesos de aceite industrializados como el biodiésel, contribuye a la reducción de gases de efecto invernadero, aportando a la mitigación del cambio climático. El biodiésel es considerado una alternativa viable para reemplazar a los combustibles fósiles (10) porque tiene baja toxicidad derivada de la ausencia de compuestos aromáticos y de azufre, además su proceso de elaboración está basado en la transesterificación de aceites vegetales.

Por consiguiente, el establecimiento de este cultivo garantiza un mercado seguro con respecto a la producción y exportación de semillas de higuera, ya que es considerada una materia prima adecuada para la elaboración de biocombustible por su alto contenido de aceite y las características de este; en las que se destaca la alta solubilidad en alcohol a temperatura ambiente (11). De acuerdo con esto, el objetivo de este artículo consistió en hacer la revisión de información acerca de la producción y comercialización de semilla de higuera de alta calidad para la elaboración de biocombustible.

Metodología

En el presente trabajo se llevó a cabo una investigación teórica descriptiva de tipo exploratoria y cualitativa, porque se utilizaron atributos o categorías de estudio sobre la producción, comercialización y exportación de la semilla de higuera. Exploratoria, porque es un tema que presenta escasa e incipiente información, debido a que no ha sido muy estudiado, pero con el que se pretende reforzar aspectos nuevos de los conocimientos ya existentes.

Para recolectar la información necesaria sobre la producción, comercialización y exportación de semillas de higuera para la elaboración de biocombustibles, se tuvo en cuenta información de tipo científica, como artículos y tesis, de igual forma documentos como cartillas e informes estadísticos, tanto nacionales como internacionales. Dicha búsqueda de información se realizó en bases de datos como Scielo, Google Académico y revistas de diferentes universidades, además, se utilizaron fuentes confiables como AGROSAVIA, ICA, FAO, entre otras, teniendo como parámetros o palabras claves a aquellos que hablen sobre el cultivo de higuera, aceite de ricina, biocombustibles, biodiésel, exportación de biodiésel y biocombustibles en el sector aeronáutico. Cabe resaltar, que se tuvo como filtro una ventana de tiempo, principalmente desde 2012 hasta la fecha, Aunque, por la escasa literatura se llegó a tomar desde el 2007.

Los documentos consultados como artículos, tesis, cartillas, informes y demás fuentes obtenidas en la búsqueda se sometieron a una revisión sistémica, con el objetivo de seleccionar 52 documentos, de interés, importancia y pertinencia, con el tema de producción y comercialización de semillas de higuera para la elaboración de biocombustibles.

Resultados y Discusión

Obtención de semilla de higuera (*Ricinus communis* L.)

Para la obtención de semilla de calidad dirigidas a mercados internacionales, se deben tener en cuenta los requerimientos del cultivo, por lo cual a continuación se presentan algunas generalidades.

La higuera (*Ricinus communis*) es una planta monoica, con flores masculinas y femeninas, tiene hábitos de crecimiento perennes, anuales y de ciclo corto, pertenece a la familia de la Euphorbiaceae, su principal producto es el aceite de ricino o de castor, este aceite tiene más de 600 aplicaciones, industriales entre las que se destacan fabricación de lubricantes de alta calidad, para aeronáutica y maquinaria pesada, sector energético, el área de cosmetología, fertilizantes y pesticidas (12).

La higuera es una especie que tiene diversos hábitos de crecimiento, se desarrollan como árboles (>7 m), plantas enanas (<1.8 m) y medias (1,8 a 2,5 m) (13), de acuerdo con esto puede establecer con sistemas agroforestales, intercalándose con cultivos de porte bajo y de ciclo corto como las hortalizas o cultivos de porte medio como el maíz, además, puede servir como sombrío de frutales, esto permite que el productor además de la utilización de la semilla para usos industriales, pueda generar ingresos adicionales (14).

Para lograr que el cultivo sea eficiente, competitivo, rentable y obtener altas producciones, se debe establecer en suelos fértiles, con una profundidad efectiva entre 30 a 40 cm, bien drenados y un pH superior a 5.5, con respecto a la densidad poblacional se deben sembrar entre 2.000 y 3.000 plantas/ha. En cuanto al estadio de germinación y floración se debe asegurar la fluctuación de lluvias entre 700 y 2.000 mm, la cosecha se debe realizar en época seca para facilitar el proceso de secado natural (15), aunque estas cosechas dependen del piso térmico donde esté sembrada, en el caso de las plantas para el clima cálido (2.090 m.s.n.m) se cosecha al cuarto mes de siembra, en el clima medio (1.650 m.s.n.m) al quinto mes, para zonas frías moderadas (431 m.s.n.m) después del sexto mes (14); de acuerdo con esto y lo dicho por Herrera, se evidencia que Colombia, gracias a sus pisos térmicos se puede cultivar la higuera en localidades como Antioquia, Santander, el Tolima y Boyacá (16).

Semilla de higuera var Nila Bicentaria.

Agrosavia, presentó la primera variedad colombiana de higuera “Nila Bicentaria” que es un material mejorado y adaptado a las condiciones agroecológicas del clima frío moderado (1800-2100 msnm), con un ciclo de 180 días después de siembra (6 meses) para recolectar la primera cosecha, a partir de allí, cada mes y medio se hace una cosecha hasta acumular 5, para obtener un rendimiento total entre 3 y 4 toneladas por hectárea (ha) entre los 12-14 meses; las semillas de esta variedad son consideradas de alta calidad a nivel nacional, porque está constituida entre el 46 % y 48% de su peso en aceite, siendo su principal componente el ácido

ricinoléico (89 % – 90 %) que le confiere propiedades físicas y químicas muy interesantes, convirtiéndolo en una materia prima de alto valor en la industria oleoquímica, para la elaboración de biocombustibles, bactericidas, fungicidas y grasas lubricantes para motores de altas revoluciones (8).

Variedades de semillas dedicadas al mercado de biocombustibles en Colombia.

La empresa Colombiana de Biocombustibles S.A., (COLBIO) maneja una variedad pura y 15 variedades híbridas de semillas de higuera para la elaboración de biocombustibles que se clasifican de acuerdo con el piso climático donde se siembra (tabla 1) (17). Como se mencionan a continuación:

Variedad pura COLBIO RC-09: Es una planta muy productiva (4,3 toneladas/ha/año), tolerante a la necrosis apical, disminuyendo así las pérdidas de los frutos, se adapta altitudes de 100 a 1600 m.s.n.m.; tiene un ciclo medio de 200 días de la germinación al secado del último racimo y una precocidad de 60 días a la primera florecencia, cuenta con semillas semidehiscentes y racimos grandes; que generan bajos costos en la cosecha, aumentando la rentabilidad, presentan un alto contenido de aceite (47 – 49%) lo que garantiza un buen precio en el mercado(Figura 1) (17).



Figura 1: planta de higuerrilla variedad COLBIO RC-09. Fuente. (17)

Variedad híbrida COLBIO HR – 166: Es una planta con un ciclo de 190 días de la germinación al secado del último racimo, es de porte medio, con una producción de 4,3 toneladas/ha/año y una adaptación a altitudes de 800 a 2.100 m.s.n.m, tiene frutos semidehiscentes y racimos grandes, con contenidos de aceite de 48 %, este híbrido tiene un porcentaje promedio de germinación de 75 % (Figura 2) (17).



Figura 2: Híbrido COLBIO HR – 166. fuente (17)

Variedad Híbrida COLBIO HR-171: Es una planta de porte bajo, con un ciclo de 160 días, adaptabilidad en altitudes 0 a 1.200 m.s.n.m. y una producción de 4,3 toneladas/ha/año, presenta frutos semidehiscentes y racimos grandes; genera bajos costos en la cosecha, presenta un alto contenido de

aceite (49 %), lo que garantiza un excelente precio en el mercado (Figura 3) (17).



Figura 3: Variedad híbrida COLBIO HR-171. Fuente (17)

Tabla 1: Variedades empleadas según el piso climático, para la elaboración de biocombustibles.

Pisos climáticos	Variedad
Variedades híbridas de clima cálido (2.090 m.s.n.m)	Colbio HR-234, Colbio HR-172, Colbio HR-152 y Colbio HR-154.
Variedades híbridas de clima templado (1.650 m.s.n.m)	Colbio HR-164, Colbio HR-169, Colbio HR-268, Colbio HR-401 y Colbio HR-400.
Variedades híbridas de clima frío (431 m.s.n.m)	Colbio HR-205, Colbio HR-402, Colbio HR-157.

Fuente (17) - Elaboración propia

Calidad del aceite extraído para elaboración de biocombustibles.

La semilla de la planta de higuera se constituye el principal interés para la obtención de aceite con diversos fines como la elaboración de biocombustibles, es considerada también como “petróleo verde” (18). Además, a comparación de otras especies vegetales (tabla 2) la higuera trae mayores porcentajes de aceite de ricino, que la hace una planta más atractiva para la elaboración de biocombustibles para el sector aeronáutico (19).

Tabla 2: Porcentajes de aceite de diversas especies vegetales.

Nombre científico	Nombre común	% de aceite
<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla	45 y 55
<i>Helianthus annuus</i>	Girasol	38 y 48
<i>Glycine max</i>	Soja	40 y 47
<i>Gossypium</i>	Algodón	15 y 19

Fuente (19) - Elaboración propia.

Una semilla de calidad presenta las siguientes características: presencia del grupo hidroxilo (OH) en el carbón 12, ya que este confiere una alta lubricidad, viscosidad (varía entre 250.04 a 265.84 mm² s⁻¹) y una miscibilidad en el alcohol y en el ácido acético; también debe presentar un alto contenido de ácido ricinoleico que varíe entre 40 % a 60 %, ácido linoleico (3 % a 6%), ácido oléico (2 % a 4 %), ácidos iso-ricinoleico, ricinina y ácidos saturados (1 % a 5 %) (20); una densidad en el aceite extraído de 0.9463 g cm⁻³ y el porcentaje de ácidos grasos libres óptimo debe ser menor al 0.5 %; sin embargo, para la obtención de biodiésel es permitido hasta 3 % (21). Según Goytia y compañía, los porcentajes de estos caracteres pueden variar debido a los distintos factores, entre los que se destacan la variabilidad genética (las especies mejoradas presentan valores cercanos a los requeridos), las condiciones del sitio de colecta, la estacionalidad y otros factores ecológicos y de crecimiento (22).

La calidad del aceite de ricino para elaboración de biodiésel y lubricantes debe tener características entre las cuales se destaca: la alta viscosidad y lubricidad. Ya que estas son la resistencia de un líquido que le permiten el movimiento; además, en un amplio rango de temperaturas y la insolubilidad en combustibles y solventes petroquímicos alifáticos los hacen directamente aplicable como lubricante para

equipos que operan en condiciones extremas, garantizando de esta forma la integridad de este (23). Sin embargo, para que la lubricación sea buena, conviene que esta característica se seleccione de acuerdo con la velocidad, carga y temperatura de la máquina que se va a lubricar.

Se debe tener en cuenta la densidad, esta es la relación que hay entre el peso de un volumen de aceite y el peso de un volumen de agua, que puede variar entre 0.8-0.9 g cm³; también debe presentar valores cercanos a 3 mg KOH/g de acidez, ya que si se presenta valores mayores en lubricantes puede causar corrosión de metales y emulsificación de los aceites a altas temperaturas. En múltiples aplicaciones, el aceite de ricino al ser compuesto polihidroxiado de origen natural presenta como limitante una ligera reducción del índice de hidroxilo y del índice de acidez durante el almacenamiento, estas reducciones en los valores pueden ser causados por la reacción entre los grupos hidroxilo y carboxilo en la molécula de aceite dando lugar a la formación de estolidez. El índice de acidez en el aceite crudo se ve influenciado por los tratamientos postcosecha y de almacenamiento como temperatura y humedad, así que se deben controlar estos factores para el índice de acidez (24).

Efectos del uso de combustible fósil y biocombustible:

La diversificación que hay en la biomasa para producir biocombustibles contribuye a la reducción de los gases de efecto Invernadero (GEI), genera valor agregado y empleo (25). El craqueo de la biomasa da origen a diversos coproductos, como los biocombustibles líquidos, sólidos y gaseosos, que representan entre el 10 % y 14

% de la producción de la oferta energética a nivel mundial (26); también aporta a productos vinculados a la alimentación animal, humana, de valor agregado asociados a la industria farmacéutica, alcohólica y oleoquímica (Figura 4). En cuanto a la economía petrolera y de los combustibles fósiles, también se genera un subproducto. Normalmente, el proceso de refinación de petróleo da origen a tres grandes grupos de productos: livianos, medios y pesados, de estos se destacan los combustibles líquidos: la gasolina, el diésel, el combustible de avión (queroseno) y el fuel oil (embarcaciones marítimas) (27).

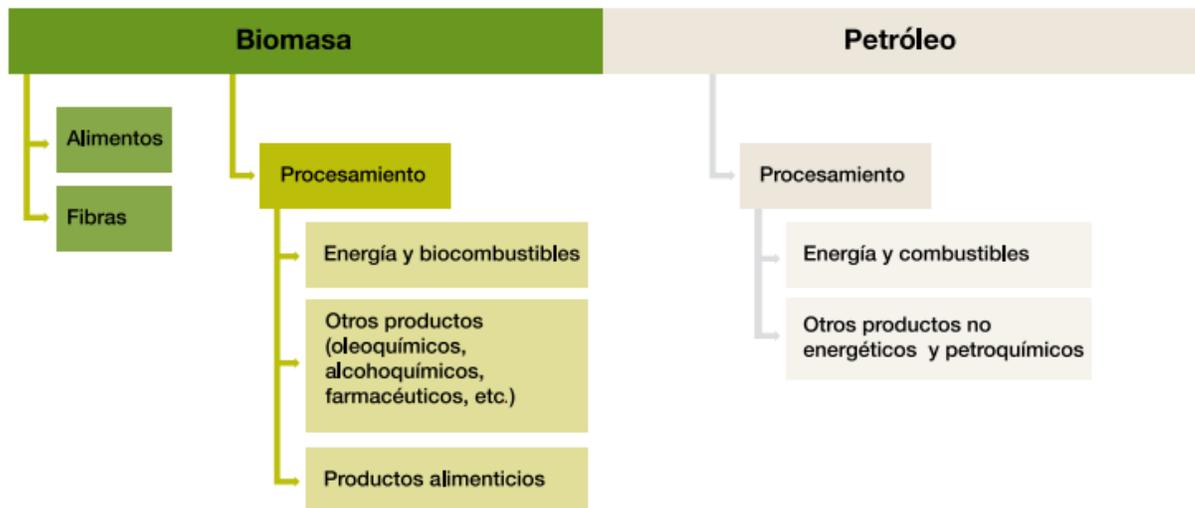


Figura 4: productos y subproductos generados del craqueo de biomasa y petróleo. Fuente (27)

El mundo basa su economía en la producción y comercialización de combustibles fósiles, implementando una enorme cantidad de petróleo para satisfacer la demanda de combustibles para el transporte. En un periodo entre el 2011 y 2035, la demanda mundial energética va a ir aumentando en un 30%, donde países de Oriente Medio representan aproximadamente un 10% de este incremento, mientras

que en países de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos), se esperaba una disminución del porcentaje de participación de los combustibles fósiles en la canasta energética (28).

El sector industrial es el principal causante de la contaminación en la atmosfera, desde la revolución industrial los niveles de dióxido de carbono (CO_2) fueron de 280 partes por millón (ppm), y hoy en día está cifra sobrepasa 400 ppm, esto es debido a que los motores de gasolina emiten 2,3 kg de CO_2 por cada litro de gasolina quemado y los motores diésel 2,6 kg de CO_2 por cada litro de combustible (29). La emisión de estos gases y otros como el metano (CH_4), el óxido nitroso (N_2O) y los hidrocarburos (Figura 5), son causantes del efecto invernadero, reportándose en los últimos 9 años un incremento en la emisión de CO_2 de aproximadamente 4'000.000 kt (Kilotonelada) a la atmosfera (28).



Figura 5: Emisiones atmosféricas. Fuente (29)

El cambio climático afecta más a los países en desarrollo, debido a su baja capacidad de adaptación. Según lo dicho por Andrade y compañía, Colombia

parece ser uno de los países más perjudicados, aunque solo contribuya con un 0,37% de las emisiones mundiales, sin embargo, a nivel nacional las emisiones de GEI ocasionadas por el transporte con combustible fósil es de 1,3 Tg CO₂e/año (1 Teragramo (Tg) = 10¹² g). En el 2011, Bogotá emitió entre 4,7 y 4,8 Tg CO₂e/año, representando así el 20% de lo emitido por toda la nación. En este aspecto, para mitigar el cambio climático se incluyen el mejoramiento de la cultura del transporte (biocombustibles), la implementación de sistemas agroforestales y especies perennes (30).

Uso de biocombustible: Los biocombustibles son aquellos biocarburantes como alcoholes, éteres, ésteres y otros productos químicos que provienen de compuestos orgánicos, que sustituyen en gran parte los combustibles fósiles. Los biocomponentes actuales proviene de fuentes renovables, habitualmente del azúcar, trigo, maíz o semillas oleaginosas (31), la implementación de estos mitiga las emisiones de los gases de efecto invernadero que sobrecalientan la superficie terrestre y aceleran el cambio climático generado por procesos relacionados con la producción y la utilización de combustibles fósiles.

En los últimos años, la implementación de biocombustibles se ha impulsado progresivamente en el mercado, logrando así que las tecnologías convencionales se actualicen para permitir el empleo eficiente de los mismos (32). El uso de biocombustible está siendo implementado en países que tienen como prioridad la reducción de emisiones de gases de efecto

invernadero e impulsar una economía amigable con el medio ambiente, se han presentado diferentes tipos de biocombustibles, los cuales son clasificados en cuatro grupos (tabla 3) (29).

Tabla 3: Clasificación de cuatro tipo de Biocombustibles.

Clasificación	Descripción
Biocombustible de primera generación	Está basado en la utilización de materias primas que tienen usos alimentarios y tecnologías sencillas de fermentación (bioetanol) y transesterificación (biodiésel)
Biocombustible de segunda generación	Reemplaza los azúcares, el almidón y los aceites de las materias primas utilizadas por la primera generación, por diversas formas de biomasa lignocelulosa (residuos agrícolas y forestales primarios y secundarios, hierbas perennes, árboles de crecimiento rápido, etc.)
Biocombustible de tercera generación	Se basa en la utilización de cultivos energéticos especialmente diseñados o adaptados (a través de técnicas avanzadas de genética molecular, genómica y el diseño tradicional de cultivos transgénicos, etc.)
Biocombustible de cuarta generación	Representan un avance revolucionario en la mitigación del cambio climático al incorporar el concepto de "bioenergía con balance negativo de carbono".

Fuente (29)- Elaboración propia.

Biodiésel: Son biocombustibles sintéticos y líquidos que se obtiene a partir de lípidos naturales (aceites vegetales o grasas animales), sustituto total o parciales del petrodiesel o gasóleo obtenido del petróleo (32), reduce las emisiones del óxido de azufre, monóxidos, e hidrocarburos aromáticos, además de esto el biodiésel presenta una mayor lubricidad que el diésel de origen fósil, generando que la vida útil del motor sea extendida.

La obtención del aceite de higuera para la fabricación de biodiésel se realiza mediante calentamiento y prensado en máquinas especiales (Expeler), estas técnicas consisten en extraer cerca del 95 % del aceite por medio de la presión,

separándolo de la materia seca y el 10 % que queda incrustado se extrae mediante solventes. El aceite debe pasar por un proceso de neutralización, lavado, secado y decoloración, con el fin de darle las características que la industria requiere, como se muestra en la Figura 6 (33).

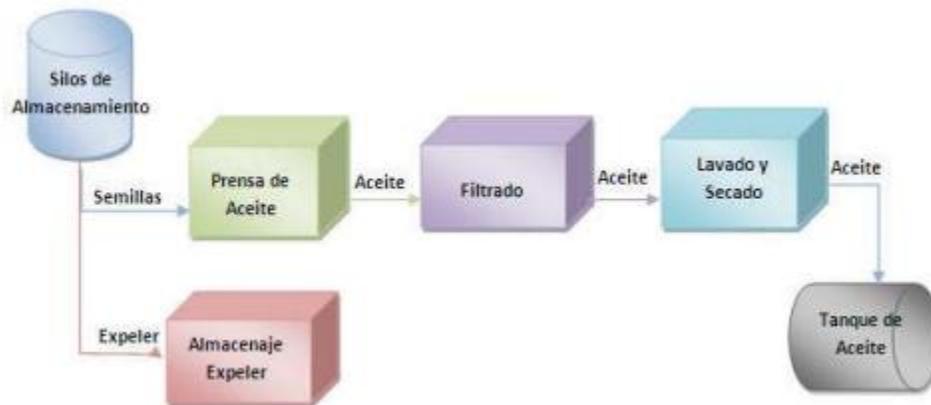


Figura 6: proceso de obtención de aceite para fabricación de biodiésel. Fuente (33)

Comercio de combustibles fósiles.

La organización de países exportadores de petróleo (OPEP) reportó que actualmente los principales países productores y exportadores de combustible fósil en su orden son: Estados Unidos, Arabia Saudita, Rusia y Venezuela (34). En 2010 Rusia fue considerado el país potencia, debido a que era el mayor productor y exportador de petróleo y gas natural, llegó a abarcar el 8,2 % del total mundial de gas natural y en cuanto al petróleo abarcó un 35 %, hoy en día su producción ha disminuido debido a la situación que están enfrentando (35).

El año 2014, los precios del petróleo presentaron una caída aproximadamente en un 65% afectando así la economía mundial, dado que las exportaciones disminuyen,

sin embargo, a partir de agosto de 2015, las cotizaciones bursátiles y los precios del petróleo han ido en aumento debido a que a nivel mundial se ha presentado una alta dependencia de las importaciones entre un 62 % y 84,3 % y se prevé que la tendencia continúe aumentando, esto debido a la transición energética que se proponen diversos países (36).

Dentro de los países que más importan combustible fósil se encuentra China, India, Estados Unidos, Rusia, Alemania, Chile y Colombia, aunque muchos de estos países han disminuido sus importaciones, como es el caso de China, que en el 2016 disminuyó alrededor de 4,7 % y se espera que para el periodo desde el 2020 al 2030 disminuya en un 62 % (37); otro país que ha disminuido la compra de combustibles es Alemania, ya que este busca reducir en un 20 % las emisiones de gases de efecto invernadero respecto a los niveles de los años pasados, en la actualidad ha disminuido un 11,1 % en el consumo, este porcentaje aún es bajo en comparación al petróleo (35 %), el carbono (24,6 %) y gas natural (20,4 %). Sin embargo, es uno de los países que está intentando reducir la compra de combustibles fósiles (38).

Estos países que encabezan la lista de los importadores de combustibles fósiles son los posibles mercado a los que Colombia le puede comercializar biocombustibles y biodiésel de alta calidad a base del aceite de las semillas de higuera, para reducir las emisiones de CO₂.

En la década del 2010 al 2019 el consumo de biocombustibles a nivel mundial tuvo un crecimiento acumulado del 67 %, con una tasa de variación interanual entre el 1

y el 13 %, en cuanto al consumo de biodiésel presentó un crecimiento acumulado de 129 % (39). Para el año 2019 los principales países consumidores de biodiésel fueron Estados Unidos, Brasil, Indonesia, China, Francia, Argentina, Canadá, Tailandia, Colombia y Paraguay, en la figura 7 se puede observar el porcentaje de consumo que representa cada uno de estos países, las materias primas variaron entre aceite de Soja, aceite de colza, aceite de palma y aceite de cocina (40).

Con respecto a lo anterior implementar aceite extraído de las semillas de higuera (aceite de ricino) puede convertirse en una de las materias primas más implementadas, debido a sus características oleaginosas, además, esta especie tiene mayores contenidos de aceite. Teniendo como referencia estos países se puede obtener un mercado seguro, debido a que se garantiza la calidad de biodiésel.

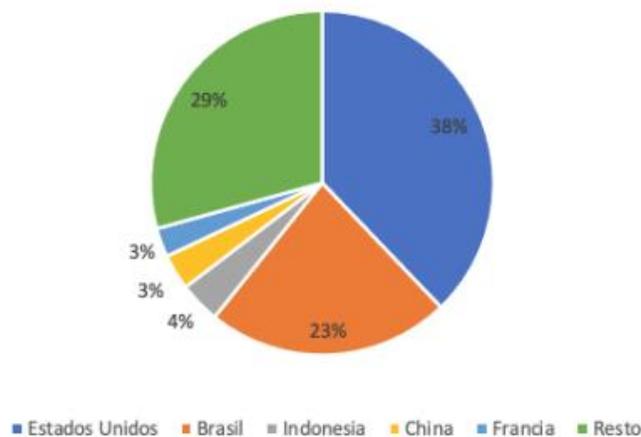


Figura 7: Porcentaje de los países con consumo de bicomcombustible. Fuente (39)

El comercio exterior de biodiésel representa el 20 % del consumo mundial. En el año 2019, los países líderes en exportaciones de biodiésel fueron, la Unión

Europea, Malasia, Indonesia, Argentina y Singapur (Figura 8) (39). Según un informe dado por la bolsa del comercio, en la actualidad la Unión Europea ha disminuido las exportaciones y se ha convertido en un país importador de alrededor de 8.000 millones de litros de biodiésel proveniente en mayor parte de Malasia e Indonesia, a través de biodiésel derivado del aceite de palma (41).

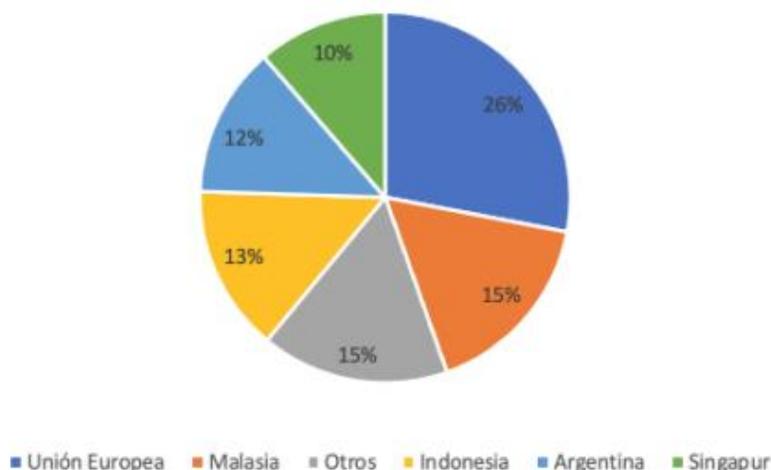


Figura 8: Países exportadores de biodiésel. Fuente (39)

Colombia exportador de biocombustibles base de higuera

Colombia es uno de los países que tienen procesos de producción de biocombustibles como lo es el biodiésel y bioetanol carburante, de diversas fuentes renovables, que pueden comercializarse y distribuirse en el exterior, Colombia está posicionado en noveno puesto de los productores de biodiésel del planeta, el cuarto en derivados de fuentes de aceite y el tercero en importancia de Latinoamérica en tamaño, el país ha demostrado estar totalmente capacitado para exportar alrededor de 28 millones de litros de biodiésel a Europa (42).

Con respecto a esto se puede implementar un modelo de negocios para la producción y comercialización de semillas de higuera, debido a que está considerada un producto estratégico, ya que el aceite que se extrae de la semilla se emplea en diversas industrias, además puede reemplazar la economía del petróleo (43), debido a que el biodiésel puede sustituir totalmente al diésel, tiene la capacidad de funcionar y duplicar la vida útil de cualquier motor, además, en el mercado tiene un costo similar al diésel de petróleo (44).

Dentro de las ventajas más importantes que tiene Colombia, es que se presentan territorios con variedad de climas y un rango de geografía nacional bastante amplio, lo cual permite un óptimo desarrollo del cultivo de higuera, asegurando así semillas de calidad (45). De las cuales se pueda extraer el aceite para la utilización de biodiésel en el sector aeronáutico.

El teniente coronel Almirante De La Maza, de la armada de los Estados Unidos, informo que llevaron a cabo la primera prueba de implementación de biocombustible que denominaron "Gran Flota Verde", en la que se probó, evaluó y demostró la utilidad y funcionalidad de la implementación de biodiésel en los motores de los aviones (46). El expresidente de los EE. UU. Barack Obama, apoyo la utilización de biocombustibles por parte del servicio militar ya que mitiga las vulnerabilidades que se enfrenta el país cuando sube el precio del combustible (47).

Otro país que ha implementado el uso de biocombustibles en operaciones aéreas es Holanda con la aeronave F-16 "Fighting Falcon", se espera que para el año 2030

todos los aviones militares vuelen con una mezcla de combustible fósil y 20 % de biocombustibles y en el año 2050 con una mezcla del 70 % de biocombustible, logrando así disminuir las emisiones de CO₂ (48). Dado que estos dos países apuntan a un desarrollo sostenible y amigable con el medioambiente, implementando progresivamente el uso de biocombustible para reemplazar los combustibles fósiles, Colombia podría ver en estos países un mercado para exportar el biodiésel a base de la extracción del aceite de higuera (29).

A nivel mundial se espera que en el 2030 los combustibles sostenibles para aviación (SAF) suplan cerca del 10% de la demanda de combustibles, para el 2040, cerca del 20% (Figura 9) (26) y para el año 2050 el consumo de biodiésel se espera que llegue a los 100.000.000 m³, convirtiéndose los biocombustibles en la única opción para reducir las emisiones de gases en este sector (49).

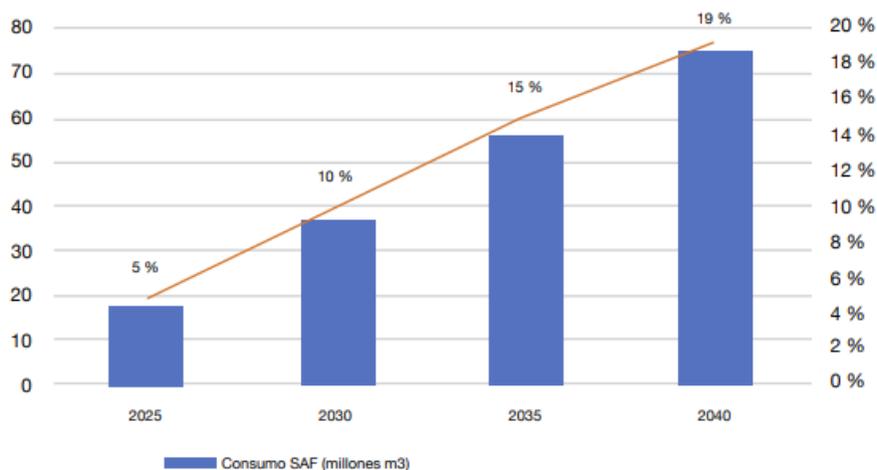


Figura 9: Consumo de biodiésel en la aviación, en el transcurso de los años. Fuente (49)

En la aviación este tipo de biocombustibles que se implementan son de aceites vegetales, la Higuera se puede implantar e impulsar el mercado, ya que tiene una

correcta relación metanol/aceite de 9 y un porcentaje de 0.8 % en peso de NaOH, esta reacción permite la reducción importante en los costos de producción, además el rendimiento efectivo del motor no se ve afectado con el uso del biodiésel de aceite de higuera (50).

Teniendo en cuenta lo descrito anteriormente para exportación de biodiésel a base de higuera, se deben establecer alianzas estratégicas con organizaciones públicas y privadas con ayuda de programas de desarrollo, proyectos de inversión, portafolio de servicios de financiamiento y entre otras (tabla 4), que permitan que el proyecto se lleve a cabo (43).

Tabla 4: Entidades de financiamiento de proyectos del sector agropecuario.

Entidad	Funciones, servicios y programas en el Agro	Beneficiarios	Financiación
Banco Agrario de Colombia	<ul style="list-style-type: none"> • Proveer financiación al sector agrícola a través de proyectos productivos y rentables 	<ul style="list-style-type: none"> • Sector rural. • Entes territoriales • Personas naturales 	<ul style="list-style-type: none"> • Créditos. • Líneas especiales.
Agrosavia	<ul style="list-style-type: none"> • Mejorar la competitividad del sector agropecuario. • Beneficiar a todo el sector de las nuevas tecnologías • Realizar análisis de laboratorios 	<ul style="list-style-type: none"> • Sector agropecuario e industrial • Productores (gremios, comunidad científica y académica) 	<ul style="list-style-type: none"> • Planes estratégicos para llevar a cabo procesos de investigación y transferencia de tecnologías.
Finagro	<ul style="list-style-type: none"> • Financiación de proyectos para el desarrollo agropecuario y rural • Promover alianzas estratégicas con el propósito de ofrecer servicios innovadores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pequeños, medianos y grandes productores. 	Crédito en: <ul style="list-style-type: none"> • Producción, sostenimiento, comercialización de servicios de apoyo, compra de maquinaria, adecuación de tierras y siembra

Fuente (43) – Elaboración propia.

Para llevar a cabo el proceso de internalización de semillas de higuierilla de alta calidad para la elaboración de biocombustibles, se debe obtener información relacionada con los aranceles aduaneros y entregar los documentos necesarios para la entrada de este producto a los mercados extranjeros (51), estos deben ser emitidos por parte de agencias nacionales como el ICA y para identificar clientes y abrir otros mercados se deben hacer envíos de muestras sin valor comerciales con la finalidad de dar a conocer el producto (52).

Conclusión

Las condiciones agroecológicas de Colombia permiten que en diferentes departamentos del país (Antioquia, Santander, Tolima y Boyacá) se pueda cultivar y obtener semillas higuierilla de alta calidad, logrando entrar en el mercado de exportación de semillas para elaboración de biodiésel con posibles clientes como Estados Unidos, Brasil, Indonesia, China, Francia, Argentina, Canadá, Tailandia y Paraguay, debido a que estos son los países más consumidores de biocombustibles a nivel mundial, o al sector aeronáutico militar, en países como Estados Unidos y Holanda, ya que, estos países buscan reducir las emisiones de gases de efecto invernadero causado por este sector.

Se puede concluir que Colombia es un país con un gran potencial en la producción de Biocombustibles a base semillas de higuierilla ya que, estas presenta mayor contenido de aceite, por ende, se puede implementar la exportación de

biocombustibles de calidad proveniente de estas semillas para diferentes sectores, debido a que, presenta alta viscosidad y lubricidad, además, la implementación de estos biocombustibles trae diversos beneficios al medio ambiente, debido a que se mitigan las emisiones de gases de efecto invernadero que sobrecalientan la superficie terrestre y aceleran el cambio climático.

Referencias

1. Soares Severino L, Souza Gondim DTM. El cultivo de la higuera. 2007 [citado el 24 de abril 2022]; Disponible en: <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/21432>
2. Valenzuela FGD. Cultivo de higuera (*Ricinus communis* L.) como materia prima para la elaboración de biodiésel. [Santiago - Chile]: UNIVERSIDAD DE CHILE; 2013.
3. Sánchez M, Castañeda R, Castañeda S. M. Usos y potencialidad de la Higuera (*Ricinus communis*) en sistemas agroforestales en Colombia. PubVet [Internet]. 2016 [citado el 14 de abril de 2022];10(6):507–12. Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/bf6d/9e28fb7799938552031b95f596959e94a6fb.pdf>

4. Machado R, Suárez J, Alfonso M. Caracterización morfológica y agro productiva de procedencias de *Ricinus communis* L. para la producción de aceite. Pastos y Forrajes. 2012;35, (núm 4):1–11.

5. Arellano HEG, Andrade ML, Hernández AO. Cadena productiva de la higuera (*Ricinus communis* L.) comercialización: un eslabón con oportunidad económica para pequeños productores de Guanajuato. [Internet]. 2017 [citado 14 abril 2022];3(2):1194–9. Disponible en: <https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/articulo/view/1936>

6. De Jesús Arboleda F, Guzmán ÓA, Mejía LF. Efecto de extractos cetónicos de higuera (*Ricinus communis* LINNEO.) sobre el nematodo barrenador [*Radopholus similis* (COBB. Luna Azul. 20 de agosto de 2012; ISSN 1909-2474(35):1–20.

7. Escoto T, Murillo R, Rodríguez A, Hernández JA, Jesús Rivera J. Obtención de celulosa blanqueada de *Ricinus communis* L. mezclada con fibra industrial para fabricar papel bond. Revista Mexicana de Ciencias Forestales. 12 junio del 2015; 6(núm 28):1–20.

8. AGROSAVIA. CORPOICA lanza primera variedad colombiana de higuierilla para clima frío moderado [Internet]. 2011 [citado el 16 de abril de 2022]. Disponible en: www.corpoica.org.co
9. Pacheco JD. empresa cultivemos H.G. - S.A.S., siembra y comercialización de higuierilla (*Ricinus communis* L.) en el municipio de zona bananera del departamento del magdalena, Colombia. [Barranquilla]: UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS; 2019.
10. De Jesús Córdoba O. Comportamiento ecofisiológico de variedades de higuierilla (*Ricinus communis* L.) para la producción sostenible de aceite y biodiesel en diferentes agroecosistemas colombianos. [Medellin]: universidad nacional de Colombia, sede medellin; 2012. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/11660/15511686.2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
11. Sandoval Fabiola, Méndez Carlos, Solano Isabel, Cuevas Carlos, Cortés Nayeli, Hernández Ochoa. Proceso para la obtención de Biodiesel de Higuierilla [Internet]. Instituto Tecnológico Superior de Perote. 2011 [citado el 17 de abril de 2022]. Disponible en: <https://citt.itsm.edu.mx/ingeniantes/articulos/ingeniantes1/Proceso%20para%20la%20obtenci%C3%B3n%20de%20Biodiesel%20de%20Higuierilla.pdf>

12. Pacheco H, Tituaña SM. “Industrialización de la higuera en la producción de aceite crudo.” [Latacunga – Ecuador]: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI; 2019.
13. Cabrales R, Marrugo J, Abril J. Rendimientos en semilla y calidad DE Los aceites del cultivo de higuera (*Ricinus communis* L.) en El Valle Del sinú, departamento DE Córdoba [Internet]. Docplayer.es. 2014 [citado el 23 de abril de 2022]. Disponible en: <https://docplayer.es/71294639-Rendimientos-en-semilla-y-calidad-de-losaceites-del-cultivo-de-higuera-ricinus-communis-l-en-el-valle-del-sinu-departamento-de-cordoba.html>
14. AGROSAVIA HIGUERA: alternativa productividad, energética y agroindustrial para Colombia. Agosto 2008; Disponible en: http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/3818/1/20089291615_Cartilla_higuera_CORPOICA.pdf
15. Barrios-Gómez EJ, Canul-Ku J, Hernández-Arenas MG, Solís-Bonilla JL. Evaluación de dos ciclos de higuera en Morelos, México: siembra y rebrote. Rev Mex De Cienc Agric [Internet]. 2018;9(8):1663–73. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.29312/remexca.v9i8.679>
16. Herrera D. Guía ambiental para el cultivo de la higuera en el corredor Guía ambiental para el cultivo de la higuera en el corredor central del

departamento de Boyacá central del departamento de Boyacá [Internet]. 2006 [citado el 25 de abril del 2022]. Disponible en: https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1688&context=ing_ambiental_sanitaria

17. COLBIO. VARIETADES DE HIGUERILLA COLBIO [Internet]. COLOMBIANA DE BIOCOMBUSTIBLES S.A. 2011 [citado el 18 de abril de 2022]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/102296728/5-Varietas-de-Higuerilla-2011>

18. Rivera-Brenes PA, Hernández-López J. Evaluación del rendimiento y calidad del aceite de siete variedades de *Ricinus communis*. *Agron Mesoam* [Internet]. 2015;27(1):183. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15517/am.v27i1.21898>

19. Llaven G, Borbon A, Ochoa X, Antuna O, Hernández A, Coyac JL. Productividad de higuerilla (*Ricinus communis* L.) en el norte de Sinaloa. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 13 de agosto;10(5):1–12

20. Sebastián J, Nieto D. Plan de negocios para el cultivo de higuerilla, estudio de caso municipio de balboa (RISARALDA) Daniel Eduardo Rodríguez Arias [Internet]. 2010 [citado 24 de abril de 2022]. Disponible en:

<https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/c77875ec-c953-4303-befd-bd8773a24201/content>

21. Vasco J, Hernández I, de J. Méndez S, Ventura E, Cuellar ML, Mosquera J. Relación entre la composición química de la semilla y la calidad de aceite de doce accesiones de *Ricinus communis* L. Revista mexicana de ciencias agrícolas [Internet]. 15 de mayo de 2017;8(núm. 6, 2017). Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/2631/263153306009/html/>
22. Goytia MA, Gallegos CH, Núñez CA. Relación entre variables climáticas con la morfología y contenido de aceite de semillas de higuera (*Ricinus communis* L.) DE CHIAPAS. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. 2011;17(1):41–8. Disponible en: doi: 10.5154/r.rchscfa.2010.08.048
23. Delgado AE, Aperador Chaparro W, Silva Gonzalez JR. Influencia del porcentaje de mezcla del aceite de higuera en la obtención de combustible alternativo para motores diésel. Rev Fac Ing Univ Antioq [Internet]. 2011 [citado el 24 de abril de 2022];(58):46–52. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-62302011000200005
24. De Rivas BL. Metodología para la caracterización de aceites usados en aviación basada en técnicas espectroscópicas [internet]. [valencia]:

universitat politècnica de valència, departamento de proyectos de ingeniería;
2014. Disponible en:

<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/48468/LEAL%20-%20Metodolog%C3%ADa%20para%20la%20caracterizaci%C3%B3n%20de%20aceites%20usados%20en%20aviaci%C3%B3n%20basada%20en%20t%C3%A9cnicas%20espec....pdf?sequence=1>

25. Trigo E, Chavarria H, Pray C, Smyth S, Torroba A, Wesseler J, et al. The Bioeconomy and Food Systems Transformation. food systems summit brief [Internet]. 14 de Marzo de 2021; Disponible en: https://sc-fss2021.org/wp-content/uploads/2021/03/FSS_Brief_Bioeconomy_and_Food_Systems_Transformation.pdf

26. IAE Agencia Internacional de la Energía. Balance energético a nivel mundial [Internet]. IEA. 2019 [citado el 21 de abril de 2022]. Disponible en: <https://www.iea.org/reports/world-energy-balances-overview/world>

27. Torroba A. Biocombustibles líquidos: Institucionalidad y formulación de políticas. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 2021;5–112. Disponible en: <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/18566/BVE21088316e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

28. Alzamora Y, Villar P, González Á. Evaluación ambiental de la producción de combustibles fósiles y renovables: avances y perspectivas. 2015. Disponible en:
https://evaluación%20ambiental%20de%20la%20producción_Alzamora%20Pupo_Yessith_USBCTG_2015.pdf
29. Reatiga SJ. Factibilidad para la implementación de biocombustibles en la aeronave T-90 Calima de la Fuerza Aérea Colombiana [Bogotá DC]: Universidad Militar “Nueva Granada”; 2020
30. Andrade-Castañeda H, Arteaga-Céspedes C, Segura-Madrugal M. Emisión de gases de efecto invernadero por uso de combustibles fósiles en Ibagué, Tolima (Colombia). Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria [Internet]. 2016 jun 28; Disponible en: http://dx.doi.org/10.21930/rcta.vol18_num1_art:561
31. Gasca Quezada V, Salinas Callejas E. Los biocombustibles. Cotid línea [Internet]. 2009;(157):75–82. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=32512739009>
32. Ramírez M, Vela C, Rincón J. Biodiesel, un combustible renovable. investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. 2012;(55):62–70.

33. López PR. Plan de negocios empresa: c.i. higuera de Colombia S.A.A [Internet]. [Pereira]: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA; 2010. Disponible en: <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/9b92e299-1e62-48a8-ac35-5a02a5656b05/content>
34. Organización de países exportadores de petróleo POEP. Países exportadores de petróleo [Internet]. OPEP. 2022 [citado el 21 de abril de 2022]. Disponible en: https://www.opec.org/opec_web/en/946.htm
35. Cabrera DG. La transición energética de Alemania y su impacto en la Unión Europea: implicaciones para la seguridad energética del proceso de descarbonización económica. Universidad Complutense de Madrid. Octubre del 2013;(2530–3570):4–80.
36. Obstfeld M, Milesi G, Arezki R. Los precios del petróleo y la economía mundial: Una relación complicada [Internet]. Fondo Monetario Internacional. 2016 [citado el 21 de abril de 2022]. Disponible en: <https://www.imf.org/es/home>
37. Fundación Heinrich Böll Cono Sur- fundación Terram. Atlas del carbón (hechos y cifras de un combustible fósil). 2020; 20:4–60.

38. Álvarez E, Ortiz I. La transición energética en Alemania (Energiewende). Orkesta instituto vasco de competitividad. Marzo de 2016;(ISSN 2340-7638):21
39. Torroba A. Atlas de los biocombustibles líquidos 2019-2020. Instituto colombiano agrícola (ICA) [Internet]. 2020; disponible en: <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/13974/BVE20128304e.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Los%20cinco%20principales%20productores%20de%20biodi%C3%A9sel%20en%20el%20mundo%20son,Pa%C3%ADses%20Bajos%2C%20Tailandia%20y%20Malasia.>
40. FAO. OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2020-2029 [Internet]. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). 2020 [citado el 22 de abril de 2022]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1787/a0848ac0-es>
41. Pontobón R. El Biocombustible en el mundo. Bolsa de Comercio De rosario. 2013;(ISSN 2796 7824): 4. Disponible en: <https://www.bcr.com.ar/es/print/pdf/node/63940>
42. AE. Biodiésel y la gran minería en Colombia [Internet]. Federación Nacional de Biocombustibles. 2019 [citado el 20 de abril de 2022]. Disponible en: <https://www.fedebiocombustibles.com/>

43. Baquero MA. Modelo de Negocio para el Cultivo de Higuierilla (*Ricinus communis* L) en la Finca Capuriche Ubicada en el Municipio de Hato Corozal, Departamento de Casanare. Repositorio Udistrital [Internet]. 13 Noviembre de 2017; Disponible en: <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/14255/BaqueroParramanuelAndr%c3%a9s2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
44. Medina I, Chávez N, Rincón JJ. Biodiesel, un combustible renovable [Internet]. Redalyc.org. 2012 [citado el 23 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/674/67424409008.pdf>
45. Escobar JA. La investigación en la universidad EAFIT propone estrategias para elevar el nivel de vida de las comunidades del campo colombiano y enfrentar el TLC [2018] [Internet]. AGROSAVIA Y FAO. 2018 [citado el 22 de abril de 2022]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12324/21433>
46. Reatiga SJ. Factibilidad para la implementación de biocombustibles en la aeronave T-90 Calima de la Fuerza Aérea Colombiana [Bogotá DC]: Universidad Militar “Nueva Granada”; 2020
47. Novobilski M. Fueling the future: AF works to ‘home-grow’ biofuels for DOD, industry. Air Force. 2006.

48. Rubio MC. Cultivos de altos vuelos. Técnica Industrial 299. 1 de septiembre de 2012;1, (1).
49. IRENA (Agencia Internacional de las Energías Renovables EÁU. Global renewables outlook: energy transformation 2050 [Internet]. 2020 [citado el 23 de abril 2022]. Disponible en: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Apr/IRENA_Global_Renewables_Outlook_2020.pdf.
50. Benavides A, Benjumea P, Pashova V. EL BIODIESEL DE ACEITE DE HIGUERILLA COMO COMBUSTIBLE ALTERNATIVO PARA MOTORES DIESEL. Universidad nacional de Colombia, Medellin. 29 de Marzo de 2007;(ISSN 0012-7353):141–150
51. Universidad Javeriana. Guía “paso a paso” del proceso de exportación en Colombia [Internet]. 2022 [citado el 24 de abril de 2022]. Disponible en: <https://www2.javerianacali.edu.co/cuenca/noticias/guia-paso-paso-del-proceso-de-exportacion-en-colombia>
52. PROCOLOMBIA (exportaciones turismo inversión marca país). 3. PREPÁRESE PARA EXPORTAR [Internet]. PROCOLOMBIA. 2022 [citado el 24 de abril de 2022]. Disponible en: <https://www.colombiatrader.com.co/herramientas-del-exportador/ruta-exportadora/preparese-para-exportar>