



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Ambiental

“ÍNDICE DE ACEITES RESIDUALES DE COCINA PARA LA PRODUCCIÓN DE BIODIÉSEL EN LAS PROVINCIAS DE LIMA Y TRUJILLO 2020”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Ambiental

Autor:

Jose Alfredo Zarate Gamarra

Asesores:

Mg. Grant Ilich Llaque Fernández

Mg. Jessica Marleny Lujan Rojas

Trujillo - Perú

2021

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
RESUMEN	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	8
1.1. Realidad problemática.....	8
1.2. Formulación del problema	13
1.3. Objetivos	22
CAPÍTULO II. MÉTODO.....	24
2.1. Tipo de investigación	24
2.2. Población y muestra	25
2.3. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	26
2.4. Procedimiento	28
2.5. Aspectos éticos.....	29
CAPÍTULO III. RESULTADOS	31
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	50
4.1. Discusión.....	50
4.1. Conclusiones.....	59
REFERENCIAS	61
ANEXOS	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Normativa del Aceite vegetal a nivel nacional e internacional	43
Tabla 2. Normativa del biodiésel a nivel nacional e internacional.....	44
Tabla 3 Eficiencias de la producción de biodiésel a partir de aceites residuales de cocina en las provincias de Lima y Trujillo.....	45
Tabla 4 Propuesta de diseño de una planta de biodiésel en la urbanización San Isidro, Trujillo	47
Tabla 5 Índice de los parámetros fisicoquímicos del aceite residual y del biodiésel	78
Tabla 6 Emplazamiento de la planta.....	99
Tabla 7 Tiempos de operación en la planta	107
Tabla 8 Costos de los equipos necesarios para la producción de biodiésel.....	108
Tabla 9 Costos de los insumos necesarios para la producción de biodiésel.....	108
Tabla 10 Costos de los servicios involucrados para la producción de biodiésel.....	108

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de tesis propositiva	24
Figura 2 Diagrama de flujo del procedimiento empleado	30
Figura 3 Índice de acidez de los aceites residuales de cocina y del biodiésel	32
Figura 4 Densidad de los aceites residuales de cocina y del biodiésel	33
Figura 5 Viscosidad de los aceites residuales de cocina y del biodiésel	34
Figura 6 índice de acidez del biodiésel comparando los alcoholes empleados	35
Figura 7 Densidad del biodiésel comparando los alcoholes empleados	36
Figura 8 Viscosidad del biodiésel comparando los alcoholes empleados	37
Figura 9 Rendimiento del biodiésel comparando los alcoholes empleados	38
Figura 10 Índice de acidez del biodiésel comparando los catalizadores empleados	39
Figura 11 Densidad del biodiésel comparando los catalizadores empleados	40
Figura 12 Viscosidad del biodiésel comparando los catalizadores empleados	41
Figura 13 Rendimiento del biodiésel comparando los catalizadores empleados	42
Figura 14 Mapa de ubicación de los restaurantes de San Isidro	91
Figura 15 Diagrama de proceso de la Planta de Biodiésel	95
Figura 16 Diagrama de proceso general de la planta de Biodiésel	96
Figura 17 Diagrama de proceso en los tanques	98
Figura 18 Modelado geométrico de la planta en segunda dimensión	100
Figura 19 Modelado geométrico de la planta en tercera dimensión	101

RESUMEN

La contaminación ha generado la búsqueda de energías renovables, teniendo a los biocombustibles como respuestas, especialmente al biodiésel a partir de aceite residual. El presente trabajo tuvo como objetivo analizar el índice de aceites residuales de cocina para la producción de biodiésel en las provincias de Lima y Trujillo. La información se recolectó de trabajos de investigación, obteniendo los parámetros como densidad, viscosidad e índice de acidez, comparando la dispersión del aceite residual y el biodiésel mediante diagramas de cajas. De igual forma, se contrastaron los catalizadores y alcoholes empleados. Adicionalmente, se realizó una comparación de la normativa del aceite vegetal y biodiésel, también se compararon las metodologías de las investigaciones. Para finalizar, se propone el diseño de una planta de producción de biodiésel a partir de aceite residual. Concluyendo que el aceite posee una mayor dispersión de datos en la densidad (0.3 a 3.72 g/cm³), índice de acidez (0.816 a 0.95 mg KOH/g) y viscosidad (0.4 a 168.3 mm²/s). El alcohol recomendado es el metanol y como catalizador el hidróxido de sodio, empleándolos en la planta propuesta. Asimismo, no existe una normativa para el aceite residual de cocina, solo de aceites que no contempla parámetros importantes en otros países.

Palabras clave: Biocombustibles, biodiésel, aceite residual, transesterificación, valorización energética.

NOTA DE ACCESO

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales

REFERENCIAS

- Acevedo, A. Z., y Posso, F. R. (2019). Una revisión técnico-ambiental de la producción de biodiésel a partir de aceite de fritura residual en Colombia. *Desarrollo e innovación en ingeniería*, 135-143. doi: doi.org/10.5281/zenodo.3387679
- Acosta, F., Castro, P y Cortijo, E. (2008). *Manual de construcción y de reactor para la producción de biodiésel a pequeña escala*. Soluciones Prácticas – ITDG.
- Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. (2021). Unconventional Oil and Natural Gas Development. <https://www.epa.gov/uog>
- Aiello Mazzarri, C., Salazar, Y., Urribarrí, A., Arenas Dávila, E., Sánchez Fuentes, J., y Ysambertt, F. (2019). Producción de biodiésel a partir de las grasas extraídas de la borra de café: esterificación con H₂SO₄ y transesterificación con KOH. *Ciencia E Ingeniería Neogranadina*, 29(1), 53-66. <https://doi.org/10.18359/rcin.2899>
- Alva, M y Cipra, P. (2015). *Estudio comparativo de los biodiesel, obtenido a partir de metanol y etanol y su adaptación a escala piloto*. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio Universidad Nacional de Trujillo. <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/1833>
- Amwar, M., Rasul, M., Ashwath, N y Nabi, M. (2019). The potential of utilising papaya seed oil and stone fruit kernel oil as non-edible feedstock for biodiésel production in Australia—A review. *Energy Reports*. (5), 280-297. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2019.02.007>
- Atkins, P. y Jones, L. (2012). *Principios de química: Los caminos del descubrimiento*. Médica Panamericana.
- Baca, A. M. (2019). *Determinación de las características fisicoquímicas del aceite residual de frituras de los establecimientos de comida del mercado municipal de Huamachuco*. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Trujillo.] Repositorio Universidad Nacional de Trujillo. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/13350>

- Barboza, M. (2017). Guía para el desarrollo de una investigación descriptiva. <https://www.coursehero.com/file/54969808/Gu%C3%ADa-de-investigaci%C3%B3n-descriptivapdf/>
- Bardales, A y Casas, S. (2018). Evaluación de alternativas de financiamiento para implementar una planta procesadora de biodiésel a partir de aceites usados y grasa animal, en la provincia de Chiclayo 2017. [Tesis de licenciatura, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. Repositorio de tesis USAT. <https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/2156>
- Barros, X. (2015). Obtención de biodiésel a partir de aceite de cocina usado de la ENM. [Tesis de licenciatura, Universidad de Especialidades Espíritu Santo]. <http://calderon.cud.uvigo.es/bitstream/handle/123456789/67/Memoria%20Barros%20Pi%C3%B1ero%20Definitiva.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Belalcazar, C y Rivera, S. (2016). *Diseño y construcción de una planta de biodiésel derivado de aceites reciclados de uso doméstico*. [Tesis de licenciatura, Universidad Piloto de Colombia]. Repositorio UPC <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/4167>
- Bilbao, J y Escobar, H. (2020). Investigación y educación superior. (2a ed.). Universidad Metropolitana.
- Briones, G., Burgos, G., Rosero, E y Moreira, C. (2020). Aplicaciones de sales inorgánicas en el tratamiento de aguas residuales industriales procedente de la refinación de aceites y grasas. *Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios*, 2 (7) <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/215/2151282005/html/>
- Bulla-Pereira, F., Sierra, E y Guerrero, C. (2014). Diseño del proceso de producción de biodiésel a partir de aceites de fritura de la Universidad Nacional de Colombia. *Ingeniería Solidaria*, 10 (17), 61-69. doi: <http://dx.doi.org/10.16925/in.v9i17.806>
- Cabrera, M. (2017). *Obtención de biodiesel a partir de aceite residual comestible utilizando alúmina como catalizador*. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Jorge

- Basadre Grohmann]. Repositorio Institucional Digital.
<http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/1574>
- Canaza, F. (2019). De la educación ambiental al desarrollo sostenible: desafíos y tensiones en los tiempos del cambio climático. *Revista de Ciencias Sociales*, (165), 155-172.
<https://www.aacademica.org/franklin.americo.canazachoque/9>
- Caro, J., Castellano, L., Romero, F y Ruiz, M. (2017). Generación de Biodiesel a partir de residuos de aceites, utilizando un reactor con PLC para la automatización del proceso, *Revista de Energía Química y Física*, 4(11).
https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Energia_Quimica_y_Fisica/vol4n11/Revista_de_Energ%C3%ADa_Qu%C3%ADmica_y_F%C3%ADsica_V4_N11_3.pdf
- Castillo, B. (2017). *Aprovechamiento de los desechos de aceites vegetales generados por el comedor universitario de la U.N.T. para la producción de biodiesel*. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio Universidad Nacional de Trujillo. <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/8955>
- Castillo, K. (2018). *Caracterización teórica de parámetros del biodiésel y estudio de algunas de sus emisiones*. [Tesis de licenciatura, Universidad Politécnica de Madrid.] Repositorio Universidad Politécnica de Madrid.
http://oa.upm.es/53357/1/TFG_KEVIN_CASTILLO_FERNANDEZ.pdf
- Cedrón, J., Moncada, A., y Mendoza, P. (2014). Análisis de biodiésel preparado a partir de residuos de aceite doméstico, mediante RMN. *Revista de la Sociedad Química del Perú*. 80 (1), p. 1
<https://repositorio.utec.edu.pe/bitstream/UTEC/53/1/Cedron%2c%20Torres%2c%20Juan%20Carlos.pdf>
- Chen, C., Chitose, A., Kusadokoro., M., Nie, H., Xu, W., Yang, F y Yang, S. (2021). Sustainability and challenges in biodiésel production from waste cooking oil: An advanced bibliometric analysis. *Energy Reports* (7), 4022-4034.
<https://doi.org/10.1016/j.egy.2021.06.084>

- Contreras, L., López, M., Martínez, E y Villavicencio, E. (2019). Producción de biodiésel a partir de desechos de aceites a nivel de laboratorio. *Revista científica Ingeniería y Ciencia de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Rafael Landívar*, 1(17). <http://revistasguatemala.usac.edu.gt/index.php/riyc/article/view/984/869>
- Cortés, M., Gata, E., Pipió, A., Rodríguez, A y Sánchez, M. (2019). Biocombustibles: tipos y estrategias de producción. *MoleQla: revista de Ciencias de la Universidad Pablo de Olavide*, (35), 6. <https://www.upo.es/cms1/export/sites/upo/moleqla/documentos/Numero35/Destacado-1.pdf>
- De la Cruz, C y Trujillo, C. (2017). *Obtención de biodiésel a partir de aceite comestible residual del comedor de la UNAC*. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional del Callao.] Repositorio Institucional Digital. <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/3595>
- Delta, L. (2020). *Química orgánica II con enfoque en alimentos*. Medica Panamericana.
- Díaz, S y Pérez, O. (2021). Uso del biodiésel en motores de combustión interna destinados a actividades ganaderas. *Rev Cie Téc Agr.* 30(1), http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S207100542021000100007&script=sci_arttext&lng=es
- Duhram, C. (2020). Tirar grasa o aceites por el fregadero puede causar daños al sistema de alcantarillado. *La Noticia*. <https://lanoticia.com/tirar-grasa-o-aceites-por-el-fregadero-puede-causar-danos-al-sistema-de-alcantarillado/>
- El Comercio. (2017). *Reciclaje de aceite usado: estos son los puntos de acopio para entregar botellas*. <https://elcomercio.pe/lima/sucesos/reciclaje-aceite-usado-puntos-acopio-botellas-miraflores-444534-noticia/>
- El Comercio. (2018). *Reciclaje: ¿Qué hacer con el aceite de cocina usado?* <https://especial.elcomercio.pe/perusostenible/reciclaje-que-hacer-con-el-aceite-de-cocina-usado/>

El Comercio. (2019). *Solicitan a Municipalidad de Lima acciones sobre desecho de aceite quemado*. <https://elcomercio.pe/lima/sucesos/ministerio-publico-solicita-municipalidad-lima-acciones-desecho-aceite-quemado-restaurantes-noticia-643620-noticia/>

El Peruano. (2015). *Modifican los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y establecen disposiciones complementarias para su aplicación*. <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/modifican-los-estandares-nacionales-de-calidad-ambiental-par-decreto-supremo-n-015-2015-minam-1325630-1/>

El Peruano. (2017). *Declaran obligatoriedad de contar con trampas de grasa en los establecimientos comerciales del distrito*. <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/declaran-obligatoriedad-de-contar-con-trampas-de-grasa-en-lo-ordenanza-no-379-mds-1539785-1/>

Federación Española Para el Desarrollo de Nutrición Animal. (2012). *MIU (Moisture, impurities, Unsaponifiable) Impurezas Insolubles*. http://www.fundacionfedna.org/tecnicas_de_analisis/miu-moisture-impurities-unsaponifiable-impurezas-insolubles

Físico, M. (2019). *Economía*. Editorial Editex S.A.

Flottweg. (2021). *Viscosidad dinámica (tenacidad y coeficiente de fricción interna)*. <https://www.flottweg.com/es/wiki/tecnica-de-separacion/viscosidad-dinamica/>

Gabriel, M y Pérez, L (2019). *Diseño y propuesta de un sistema de gestión de aceites vegetales usados, para la elaboración de jabones en el distrito de Santiago de Chuco - La Libertad*. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio Universidad Nacional. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/15984>

Gallegos, D y Llanos. E. (2013). *Simulación del proceso para la obtención de biodiesel a partir de aceites usados usando datos obtenidos a nivel de laboratorio*. [Tesis de

- licenciatura, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio Universidad Nacional. <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/3449>
- García, S., Lafargue, F., Labranda., B., Díaz, M y Sanchez, A. (2018). Propiedades fisicoquímicas del aceite y biodiésel producidos de la *Jatropha curcas* L. en la provincia de Manabí, Ecuador. *Rev Cub Quim.* 30(1), 142-158. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S222454212018000100012
- Gestión. (2021). *Reclamo de Argentina podría dejar a 48,000 familias sin trabajo, advirtió Perú Palmas.* <https://gestion.pe/economia/reclamo-de-argentina-podria-dejar-a-48000-familias-sin-trabajo-advirtio-peru-palmas-nndc-noticia/?ref=gesr>
- Gestión. (2021). *Universidad Agraria crea biodiésel a partir del aceite reciclado en casa.* [https://gestion.pe/tecnologia/universidad-agraria-crea-biodiésel-con-aceite-reciclado-en-casa-noticia/](https://gestion.pe/tecnologia/universidad-agraria-crea-biodiesel-con-aceite-reciclado-en-casa-noticia/)
- Gil, A. (2015). *Estudio de viabilidad, diseño y montaje de una planta de biocombustible para el autoabastecimiento de una comunidad rural en un país en desarrollo.* [Tesis de licenciatura, Universidad Politécnica de Madrid]. Repositorio digital UPM. <http://oa.upm.es/43847/>
- Gomez, I. (2020). *Desarrollo sostenible.* Elearning S.L.
- Gonzales, G. (2015). Valorización energética de aceites vegetales desechados para la producción catalítica heterogénea de biodiésel. [Tesis de licenciatura, Universidad de Chile]. Repositorio Académico de la Universidad de Chile. <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/133214>
- Guay, R. (2020). Factibilidad técnica en la elaboración de jabones en barra a partir del aceite residual de cocina. *Revista Científica Agua, Saneamiento & Ambiente*, 15(1). <http://revistasguatemala.usac.edu.gt/index.php/rcasa/article/view/1468>
- Hernández, L., Benitez, M y Aguiler, B. (2017). Obtención y caracterización del biodiesel a partir de aceite de *Jatropha Curcas* L. *Ciget*, 1-11. <https://www.redalyc.org/journal/1813/181358269004/html/>

- Hernández, R. y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mc Graw Hill Education. <http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/handle/54000/1292>
- Herrera, J y Velez. J. (2008). *Caracterización y aprovechamiento del aceite residual de frituras para la obtención de un combustible (biodiésel)*. [Tesis de licenciatura, Universidad Tecnológica de Pereira]. Repositorio digital UPM. <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/1059?show=full>
- Keating, D. (2018). Biocombustibles: ¿buenos o malos para el medio ambiente? *DW noticias*. <https://www.dw.com/es/biocombustibles-buenos-o-malos-para-el-medio-ambiente/a-44396078>
- Khan, H.M., Iqbal, T., Yasin, S., Irfan, M., Kazmi, M., Fayaz, H., Mujtaba, M.A., Ali, C.H., Kalam, M.A., Soudagar, M y Ullah, N. (2021). Production and utilization aspects of waste cooking oil based biodiésel in Pakistan. *Alexandria Engineering Journal* (60), 5831-5849. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2021.04.043>
- La República. (2019). *¿Qué sucede cuando arrojas grasas y residuos sólidos al alcantarillado?* <https://larepublica.pe/sociedad/2019/11/04/que-sucede-cuando-arrojas-grasas-y-residuos-solidos-al-alcantarillado-agua-potable-consorcio-lima-norte-lote-3/>
- Leung, D Wu, X y Leung, M. (2010). Una revisión sobre la producción de biodiésel mediante transesterificación catalizada. *Applied Energy*, (87), 1083-1095. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0306261909004346>
- Loayza, A y Santillán, G. (2020). *Creación de una empresa productora y comercializadora de biodiésel a base de aceites vegetales usados*. [Tesis de licenciatura, Universidad San Ignacio de Loyola]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.usil.edu.pe/handle/USIL/10189>
- López, L., Bocanegra, J., y Malagón- Romero, D. (2015). Obtención de biodiésel por transesterificación de aceite de cocina usado. *Ingeniería y Universidad*, 19(1), 7-24. doi: 10.11144/Javeriana.iyu19-1.sprq

- Mamani, E. (2017) *Obtención y caracterización de biodiesel a partir de desechos de aceite de la cocina del comedor universitario de la UNJBG, mediante transesterificación alcalina*. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann]. Repositorio Institucional Digital. <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/1514>
- Marchena, A. (2019). *Producción biotecnológica de biodiésel a partir de rastrojo de piña*. [Tesis de licenciatura, Universidad de Costa Rica.]. Repositorio Digital Initiatives <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/xmlui/handle/123456789/10139>
- Martínez, W. (2016). *Producción De Biodiesel A Partir Del Aceite Usado En Pollerías En La Urbanización Mariscal Cáceres - Distrito De San Juan De Lurigancho -2016*. [Tesis de licenciatura, Universidad privada Cesar Vallejo]. Repositorio UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/4912>
- Ministerio Del Ambiente (2018). *Ley Marco sobre Cambio Climático*. <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/ley-marco-cambio-climatico>
- Mollenido, P. (2017). *Reaprovechamiento de aceites usados en pollerías para la producción de biodiésel–Juliaca*. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/6650>
- Monsefu, Y. (2019). *Propuesta técnica para la producción de biodiesel a pequeña escala a partir de aceites usados dentro del campus de la Universidad Nacional de Piura*. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Piura]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/2067>
- Mundo Marítimo. (2021). *Ian Taylor atiende a empresa ecuatoriana que despacha aceite usado en Isotanks Hoyer a Europa*. <https://www.mundomaritimo.cl/noticias/ian-taylor-atiende-a-empresa-ecuatoriana-que-despacha-aceite-usado-en-isotanks-hoyer-a-europa>
- Muñoz, L. (2021). Lanza campaña para reciclar aceite usado y convertirlo en biocombustible. *Caracol Radio*. https://caracol.com.co/radio/2021/03/19/nacional/1616153124_664462.html

- Nnamani, R. C., Okwu, P. N., John, B. y Abayeh, O. J. (2020). Preliminary investigation of transesterified waste cooking oil (WCO) as a biodiesel. *Journal of Chemical Society of Nigeria*, 45(5). <https://doi.org/10.46602/jcsn.v45i5.515>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2017). *Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP) Hecho 22: Agua y los biocombustibles*. <http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/environment/water/wwap/facts-and-figures/all-facts-wwdr3/fact-22-water-biofuels/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2017). *Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP). Hecho 7: Agua y biocombustibles*. <http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/environment/water/wwap/facts-and-figures/all-facts-wwdr3/fact-7-water-biofuel/>
- Organización de las Naciones Unidas. (2019). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Osorio, M. (2018). *Mejora de Procesos para optimizar los volúmenes de obtención de glicerina y biodiésel en laboratorio a partir de aceite vegetal reciclado en la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO – ATE, 2018*. [Tesis de licenciatura, Universidad privada Cesar Vallejo]. Repositorio UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/24359>
- Paredes, J y Vidal, M. (2017). *Diseño y construcción de una planta de producción de Biodiesel a partir de aceite vegetal reciclado*. [Tesis de licenciatura, Universidad San Francisco de Quito.] Repositorio Digital. <https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/5994>
- Pareja, R. (2020). ¿Son los biocombustibles realmente ecológicos? *Car and driver*. <https://www.caranddriver.com/es/coches/planetamotor/a33260367/biocombustibles-ecologicos-mito-o-realidad/>

- Paucar, L., Salvador, R., Guillén, J., Capa, J y Moreno, C. (2014). Estudio comparativo de las características físico-químicas del aceite de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.), aceite de oliva (*Olea europaea*) y aceite crudo de pescado. *Scientia Agropecuaria*, 12 (3), 279 – 290. <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop>
- Preciado, A. (2017). *Evaluación del Aceite Reciclado de Cocina para su Reutilización*. [Tesis de licenciatura, Universidad de Guayaquil.] Repositorio Digital UG. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/30240/1/TESIS%20%20ANA%20GABRIELA%20PRECIADO.pdf>
- Quimis, A. (2019). *Estudio del aceite utilizado en locales de comida rápida, para su aprovechamiento en biodiésel en el casco urbano del cantón Jipijapa*. [Tesis de licenciatura, Universidad Estatal del sur de Manabí.] Repositorio Digital UNESUM. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/2393>
- Ramírez, H., Arteaga, H y Sich, R. (2012). Optimización del proceso de obtención de biodiésel a partir de colza silvestre (*Brassica Campestris*). *Scientia Agropecuaria*. 35 – 44. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2012.01.05>
- Ramírez, T. (2018). *Evaluación de las propiedades físicoquímicas de aceites y grasas residuales potenciales para la producción de biocombustibles*. [Tesis de maestría, Centro De Investigación y Desarrollo Tecnológico En Electroquímica, S.C.]. CIDETEQ Repositorio. <https://cideteq.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1021/369>
- Real Academia Española. (s.f.). *Diccionario de la lengua española*. <https://dle.rae.es/biodi%C3%A9sel>
- Rico, J. (2021). El aceite de cocina usado procedente de China es la principal materia prima del biodiésel que se consume en España. *Energías renovables*. <https://www.energias-renovables.com/biocarburantes/el-aceite-de-cocina-usado-procedente-de-20210215>
- Rivera, C., Rivera, P y Rizo, J. (2015). *Desarrollo de un método analítico alternativo para la determinación del porcentaje de humedad y materia volátil en aceite vegetal de uso comestible, periodo de marzo-julio del 2015*. [Tesis de licenciatura Universidad

- Nacional Autónoma de Nicaragua, León]. Repositorio Institucional UNAM, León.
<http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/handle/123456789/4224>
- Rocha, J., Salazar, P y Medrano, J. (2017). Producción e impacto del biodiesel: una revisión. *INNOVA Research Journal*, 2(7), 59-76.
<https://doi.org/10.33890/innova.v2.n7.2017.229>
- Rodríguez, J., Ruiz, L., Santoyo, M y Velásquez, L. (2016). Determinación del índice de acidez y acidez total de cinco mayonesas. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*. 1 (2), 843-849.
<http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume1/2/10/146.pdf>
- Rodríguez, J. (2018). *Evaluación del rendimiento de obtención de biodiesel mediante el proceso de transesterificación de aceite de soja usado por el método de Superficie de respuesta*. [Tesis de licenciatura, Universidad Peruana Unión.] Repositorio Institucional Digital. <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/1381>
- Rodríguez, K y Villanueva, L. (2011). *Producción de Biodiesel a partir de Aceite Vegetal usado en Fritura por medio de Transesterificación de Metanol*. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Trujillo.] Repositorio Universidad Nacional de Trujillo. <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/3356>
- Salazar, J y Valle, F. (2018). *Optimización de la concentración de etanol e hidróxido de potasio en el rendimiento y características fisicoquímicas de biodiesel de aceite de cocina usado obtenido en un prototipo automatizado*. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Trujillo.] Repositorio Universidad Nacional de Trujillo. <http://www.dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/11898>
- Sanaguano, H. (2018). *Conversión de los aceites residuales de la industria de alimentos en biodiésel*. [Tesis doctoral, Universidad Nacional Mayor De San Marcos]. https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/7315/Sanaguano_sh.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Sanaguano, H., Bayas, F. y Cabrera, J. (2019). Componentes presentes en el aceite de fritura usado y determinantes previos a su conversión en biodiésel. *Rev. del Instituto de*

Investigación de la Universidad Nacional Mayor San Marcos, 22 (44), 33-38.
<http://dx.doi.org/10.15381/iigeo.v22i44.17283>

Sanchez, N y Sarmiento, D. (2016). *Propuesta de instalación de un punto de acopio de aceite de cocina usado en la zona de comidas de la plaza de mercado de Sogamoso “Sogabastos”*. [Tesis de licenciatura, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. Repositorio Institucional
<https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/3435>

Santana, M. E., Mendivil M., Félix L. I., Ramírez M., y Cruz C. A. (2019). Composición química y calidad de la grasa contenida en frituras de maíz elaboradas y consumidas en Navojoa, estado de Sonora, México. *Perspectivas En Nutrición Humana*, 21(1), 17-26. <https://doi.org/10.17533/udea.penh.v21n1a02>

Santiago, M. (2008). *Preparación a escala planta piloto y estudio comparativo de los biodiesel obtenidos a partir de metanol y etanol*. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional del Callao.] Repositorio Institucional Digital.
<http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/408>

Suazo, B. (2017). *Economía Circular en Chile: Alcances, problemas y desafíos en la gestión de la ley REP*. [Tesis de licenciatura, Universidad de Chile]. Repositorio Académico de la Universidad de Chile. <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/146815>

Tacias, V. G., Rosales, A. y Torrestiana, B. (2016). Evaluación y caracterización de grasas y aceites residuales de cocina para la producción de biodiésel: un caso de estudio. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 32(3), 303-313.
<https://dx.doi.org/10.20937/RICA.2016.32.03.05>

Telesurtv.net. (2021). *Conoce el estado del Protocolo de Kioto sobre cambio climático*.
<https://www.telesurtv.net/news/protocolo-kioto-cambio-climatico-estado-actual-20210215-0082.html>

Toledo, M. (2012). *Obtención de Biodiesel a partir de aceites vegetales usados*. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional del Callao]. Repositorio Institucional Digital.
<http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/2065>

- Uddin, M. N., Techato, K., Rasul, M. G., Hassan, N. M y Mofijur, M. (2019). Aceite de café de desecho: una fuente prometedora para la producción de biodiésel, *Energy Procedia* (160), 677-682. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2019.02.221>
- Vértiz, L. (2009). *Análisis técnico y económico sobre producción, almacenamiento y transporte de biodiesel en Perú*. [Tesis de licenciatura, Universidad de Piura]. Repositorio Institucional PIRHUA. <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/1279>
- Villadiego, M., Roa, Y y Benítez, L. (2015). Esterificación y transesterificación de aceites residuales para obtener biodiésel. *Luna Azul*, (40), 25-34. <https://doi.org/10.17151/luaz.2015.40.3>
- Yusuff, A y Owolabi, J. (2019). Synthesis and characterization of alumina supported coconut chaff catalyst for biodiésel production from waste frying oil. *South African Journal of Chemical Engineering* (30), 42-49. <https://doi.org/10.1016/j.sajce.2019.09.001>
- Zavaleta, L, y Suavo, J. (2016). Obtención de Biodiésel por transesterificación Alcalina a partir de Aceites Vegetales Residual en Lima. *TECNIA*, 26(1), 107- 114. <https://doi.org/10.21754/tecnia.v26i1.116>