



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Proyecto Interno Proyecto Semilla Proyecto Junior Proyecto Multi Inter Disciplinario

Investigación Básica Investigación Aplicada Investigación Pedagógica Innovación

DEPARTAMENTO(S):

1. Departamento de Ingeniería Química

LINEA(S) DE INVESTIGACIÓN:

1. Recursos orgánicos

1 Proyecto de Investigación

Título: Diseño de un proceso para la obtención de biodiesel a partir de aceite de piñón sin catalizador, bajo condiciones de alta presión y temperatura.

Resumen del proyecto :

Los países con alta biodiversidad y grandes recursos naturales tienen la potencialidad de promover energías alternativas que disminuyan el impacto ambiental, generen desarrollo social y busquen robustecer la balanza energética. Ecuador promueve el uso de biodiesel como una alternativa para cumplir con el requerimiento del cambio de matriz productiva.

En este proyecto se evaluará la producción de biodiesel a partir de aceite de piñón mediante el proceso de transesterificación con metanol sin el uso de catalizadores; para lo cual se deberá caracterizar primeramente la materia prima, posteriormente el aceite de piñón se mezclará con metanol en una relación 10:1 y esta mezcla se procesará en el reactor batch a condiciones de alta presión y temperatura; empleando gas nitrógeno para alcanzar las condiciones de presión.

Las variaciones de presión y temperatura se van a realizar en un rango de 220 a 260 psi y 85 a 100 °C respectivamente, manteniendo el tiempo de reacción en 60 minutos. Una vez obtenidas las mejores condiciones de presión y temperatura para el proceso de transesterificación se procederá a caracterizar el biodiesel, finalmente se procederá al diseño del proceso para obtención del biodiesel y la evaluación de costos del mismo.

Palabras clave (4-6):

Biodiesel, transesterificación, motores diesel, piñón, metanol



5	Objetivos, relevancia, productos y resultados esperados de esta propuesta de investigación
	<p>5.1 Objetivos</p> <p>5.1.1 Objetivo General</p> <p>Diseñar un proceso para la obtención de biodiesel a partir de aceite de piñón sin catalizador, bajo condiciones de alta presión y temperatura.</p> <p>5.1.2 Objetivos Específicos</p> <p>a. Caracterizar el aceite de piñón utilizado.</p> <p>b. Determinar las mejores condiciones de presión y temperatura en la reacción de transesterificación para obtener el mejor rendimiento de biodiesel a nivel de laboratorio.</p> <p>c. Caracterizar el biodiesel obtenido</p> <p>d. Diseñar el reactor batch a escala piloto para la producción del biodiesel a partir de las condiciones obtenidas a nivel de laboratorio</p> <p>e. Evaluar el costo de producción para la obtención de biodiesel.</p> <p>5.2 Relevancia de esta propuesta de investigación y su relación con la(s) Línea(s) de investigación asociadas.</p> <p>El cambio de la matriz productiva en el Ecuador busca generar energías renovables para reemplazar el consumo de diesel que es importado [17]. El sistema energético mundial se basa en el consumo de combustibles fósiles y dado que estos recursos son no renovables ponen en riesgo la estabilidad energética en todo el mundo, además de causar gran impacto ambiental derivado de la producción y explotación del petróleo. Por este motivo se están realizando estudios que permiten obtener fuentes alternativas de energía, como los biocombustibles siendo estos biodiesel y bioetanol [6][1].</p> <p>Los biocombustibles son considerados una alternativa biodegradable, no tóxica para reemplazar a los derivados del petróleo, puesto que se generan a partir de materia prima renovable como son los ácidos grasos. Además en el Decreto Ejecutivo No 2332, artículo 1, se cita: “Se declara de interés nacional la producción, comercialización y uso de los biocombustibles” [8].</p> <p>La transesterificación es uno de los métodos más viables para obtener biodiesel, ya que proporciona un producto amigable con el medio ambiente, con características químicas y físicas similares a las del diesel, por lo que hoy en día es una alternativa muy prometedora para la economía de países europeos y americanos[2][4][5].</p> <p>La transesterificación a escala industrial se lleva a cabo generalmente en presencia de catalizadores de característica básica o ácida como pueden ser la sosa cáustica o potasa cáustica y ácido sulfúrico; la transesterificación tiene como objetivo la producción de éster metílico; según las normas ASTM este proceso generalmente debe cumplir con los siguientes objetivos; completar la reacción de transesterificación, eliminar el catalizador, eliminar el alcohol y remover el glicerol [16].</p> <p>Existen inconvenientes en la transesterificación por el uso de catalizadores y subproductos obtenidos, para lo cual es necesario realizar procesos de neutralización, lavado y separación. Por lo que el presente estudio propone eliminar el uso de catalizador [4][14][15].</p>



5	<p>Objetivos, relevancia, productos y resultados esperados de esta propuesta de investigación</p> <p>Los procesos no convencionales sin catalizador están siendo investigados como una alternativa viable para la producción de biocombustibles, que implica el uso de altas temperaturas y presiones, disminuyendo la contaminación ambiental y evitando los procesos de neutralización, lavado y separación [14][15].</p> <p>Dentro de la línea de investigación “Recursos orgánicos” del Departamento de Ingeniería Química de la Escuela Politécnica Nacional, la producción de biodiesel a partir de aceite de piñón sin catalizadores es una de las aplicaciones más importantes para generar recursos renovables en el país. En esta investigación se busca determinar una nueva alternativa energética para aportar al cambio de la matriz productiva, y generar así industrias basadas en el conocimiento.</p> <p>5.3 Productos esperados</p> <ul style="list-style-type: none">a. Publicaciones científicas (obligatorio); <input checked="" type="checkbox"/>b. Disertación a la Comunidad Politécnica; <input checked="" type="checkbox"/>c. Proyecto de Titulación; <input checked="" type="checkbox"/>d. Tesis de Grado (maestría o doctorado); <input type="checkbox"/>e. Aplicación tecnológica construida o implementada; <input type="checkbox"/>f. Patente presentada; <input type="checkbox"/>g. Perfil de proyecto de mayor impacto científico, técnico, pedagógico o de innovación. <input type="checkbox"/> <p>5.4 Detalle de los resultados esperados (con relación a los objetivos)</p> <ul style="list-style-type: none">a. Caracterización del aceite de piñón a ser utilizadob. Procedimiento para la producción de biodiesel a partir de aceite de piñón sin uso de catalizador bajo condiciones alta de presión y temperatura.c. Efecto de la presión y la temperatura sobre la calidad del biodiesel obtenido. La mejor combinación de las dos variables estudiadasd. Diseño del reactor batch de alta presión para la obtención del biodiesele. Evaluación de costo de producción para de obtención de biodiesel
---	---



6	Descripción, metodología y cronograma de trabajo																
6.1 Descripción, metodología y diseño del proyecto																	
<p>En el presente proyecto se desarrollará el proceso para la obtención de biodiesel a partir de aceite de piñón mediante transesterificación por métodos no convencionales bajo altas presiones y temperaturas.</p> <p>Se caracterizará el aceite de piñón, además se evaluarán la calidad del biodiesel obtenido, por lo que se seguirá el procedimiento descrito a continuación.</p>																	
<p>1. Para la obtención del biodiesel se va a utilizar aceite de piñón, debido a que proviene de una semilla no comestible, que no afecta a la soberanía alimentaria en el país. El aceite procede del cantón Portoviejo, provincia de Manabí, y será provisto por el Ministerio de Electricidad y Energías Renovables. La caracterización del aceite de piñón se realiza a través de los siguientes parámetros físicos-químicos y los métodos que se muestran a continuación en la Tabla 1[11].</p>																	
Tabla 1. Parámetros de caracterización del aceite de piñón																	
<table border="1"><thead><tr><th>PARÁMETRO</th><th>MÉTODO</th></tr></thead><tbody><tr><td>Humedad</td><td>AOAC 926.12</td></tr><tr><td>Índice de acidez</td><td>INEN 38</td></tr><tr><td>Índice de peróxido</td><td>AOAC 965.33</td></tr><tr><td>Índice de yodo (Wijs)</td><td>AOAC 920.159</td></tr><tr><td>Índice de refracción</td><td>AOAC 921.08</td></tr><tr><td>Índice de saponificación</td><td>AOAC 920.160</td></tr><tr><td>Densidad relativa</td><td>INEN 35</td></tr></tbody></table>		PARÁMETRO	MÉTODO	Humedad	AOAC 926.12	Índice de acidez	INEN 38	Índice de peróxido	AOAC 965.33	Índice de yodo (Wijs)	AOAC 920.159	Índice de refracción	AOAC 921.08	Índice de saponificación	AOAC 920.160	Densidad relativa	INEN 35
PARÁMETRO	MÉTODO																
Humedad	AOAC 926.12																
Índice de acidez	INEN 38																
Índice de peróxido	AOAC 965.33																
Índice de yodo (Wijs)	AOAC 920.159																
Índice de refracción	AOAC 921.08																
Índice de saponificación	AOAC 920.160																
Densidad relativa	INEN 35																
<p>2. Para la experimentación se va a utilizar metanol con una relación metanol-aceite de 1:10. Se estudiará la presión de trabajo entre 220 a 260 psi y la temperatura entre 85 a 100°C, con el objetivo de determinar las mejores condiciones de presión y temperatura para la obtención del biocombustible, el tiempo de reacción se mantendrá constante en 60 minutos [3].</p> <p>Se utilizará un reactor batch de alta presión, utilizando gas nitrógeno para alcanzar la presión requerida.</p> <p>El diseño experimental será un Diseño Factorial 2^3, en la Tabla 2 se muestran las variables del diseño experimental que serán la temperatura y la presión determinado a través del proceso estadístico ANOVA de acuerdo a la variación de las propiedades físicas anteriormente mencionadas.</p>																	



6 Descripción, metodología y cronograma de trabajo

6.1 Descripción, metodología y diseño del proyecto

Tabla 2. Descripción de Condiciones de Reacción para la Experimentación

Relación aceite de piñon-metanol (10:1)	
Presión (psi)	Temperatura (°C)
260	85
	93
	100
240	85
	93
	100
220	85
	93
	100

Los resultados serán procesados con el programa estadístico STATGRAPHICS CENTURION XVI para seleccionar la mejor condición de relación de las variables de presión y temperatura.

- Para el cálculo del rendimiento del biocombustible obtenido se va a considerar la cantidad de biodiesel obtenido en relación con la cantidad de aceite y alcohol utilizado. Posteriormente para cada condición de temperatura y presión se van a evaluar las características del biocombustible mediante los análisis que se muestran en la Tabla 3 que permiten determinar el mayor rendimiento para las mejores condiciones obtenidas. A continuación se muestran los parámetros y métodos para la caracterización del biodiesel.

Tabla 3. Parámetros de Caracterización del Biodiesel

PARÁMETROS	MÉTODO
Densidad	ASTM D 1298
Punto de inflamación	ASTM D 93
Agua y sedimentos	ASTM D1796
Contenido de agua	ASTM D 95
Viscosidad cinemática a 40°C	ASTM D 445
Cenizas sulfatadas	ASTM D 874
Contenido de azufre	ASTM D 1552
Corrosión en lamina de cobre	ASTM D 130
Número de cetano	ASTM D 613
Temperatura de destilación al 90% de recuperado	ASTM D 1160
Índice de yodo	INEN 37
Contenido de glicerina total, libre y ligada	AOCS CA.a 15-46

- Una vez obtenidas las mejores condiciones de presión y temperatura, respecto a la calidad y rendimiento del biodiesel, se procederá a diseñar el proceso de obtención del biocombustible puro (B100) para una producción de 100 l/día, mediante los balances de masa y energía, se realizará el diseño del reactor batch con agitación, calentamiento eléctrico programado para resistir altas presiones y temperaturas, adicionalmente los equipos auxiliares y de control.
- El diseño del proceso de obtención del biodiesel permitirá evaluar los costos de producción del mismo.



6

Descripción, metodología y cronograma de trabajo

BIBLIOGRAFÍA

1. Arpel. (2007) , *Manual de Biocombustibles*. Recuperado de https://books.google.com.ec/books?id=a2HH8c2IDUYC&pg=PA1&dq=transesterificacion&hl=es&sa=X&ei=W2RJVcT_IMy0ggSe8oK4Aw&ved=0CBwQ6AEwAA#v=onepage&q=transesterificacion&f=false. (Abril, 2015)
2. Barbosa A., Mosquera J. (2014) *Producción de biodiesel mediante el uso de catalizadores heterogéneos una alternativa factible, Ciencias Exactas y Naturales*. Recuperado de <http://letravirtual.usbctg.edu.co/index.php/ingeniator/article/viewFile/134/122>. (Enero, 2015)
3. Chementor, (1992). Bio-diesel process converts soybean oil, *Chemical Engineering*.
4. Dávila, J., Ocaranza, E., Rojas M., Muñoz J., Ramírez J., Martínez A. (2014), *Jathropa curcas L. oil hydroconversion over hydrodesulfurization catalysts for biofuel production. Fuel*, volumen (135), doi: 10.1016/j.fuel.2014.07.006
5. Dermibas, A. (2008). Biodiesel from waste cooking oil via base- catalytic and supercritical methanol tranesterification. *Energy conversion and management*, volumen (50), doi: 10.1016/j.enconman.2008.12.023
6. Dermibas, A. (2009). Biofuels securing the planet's future energy needs. *Energy conversion and management*. volumen (50), doi: 10.1016/j.enconman.2009.05.010
7. Dermibas, A. (2005). Biodiesel production from vegetable oils by supercritical methanol. *Scientific & Industrial Research*. volumen (64). Recuperado de <http://nopr.niscair.res.in/bitstream/123456789/5379/1/JSIR%2064%2811%29%20858-865.pdf>. (Febrero 2015)
8. Deshpande, A., Anitescu, G., Rice, P., Tavlarides, L. (2010). Supercritical biodiesel production and power cogeneration: technical and economic feasibilities, *Bioresource Technology*, volumen (101), doi:10.1016/j.biortech.2009.10.034
9. Figueroa F. (2008). *Tablero de comando para la promoción de los biocombustibles en Ecuador* . Recuperado de: <http://www.cepal.org/cgi-bin/getProd.asp?xml=/publicaciones/xml/9/33219/P33219.xml&xsl=/dri/tpl/p9f.xsl>. (Junio 2015)
10. INIAP. (2013). Instituto nacional de investigaciones agropecuarias, Recuperado de <http://www.agricultura.gob.ec/el-pinon-crece-en-zonas-secas-y-su-aceite-se-utiliza-para-biocombustibles-y-para-elaborar-jabones-caseros/>. (Febrero, 2015)
11. Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN 2482. (2009) . *Biodiesel Requisitos..* Recuperado de <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2482.2009.pdf> . (Febrero, 2015)
12. Kiwjaroun, C., Tubtimdee, C., Piumsomboon, P.(2009), LCA studies comparing biodiesel synthesized by conventional and supercritical methanol methods, *Cleaner Production*, volumen (17) , doi: 10.1016/j.jclepro.2008.03.011.
13. Komintarachat, C., Sawangkeaw, R., Ngaprasertsith ,S. (2015) . Continuous production of palm biofuel under supercritical ethyl acetate, *Energy Conversion and Management*. volumen (93), doi: 10.1016/j.enconman.2015.01.041
14. Ríos, L., Franco, A., Zuleta, E. (2009). *Producción de biodiesel de aceite de palma con catalizadores básicos heterogéneos comparados con los homogéneos convencionales*. Recuperado de <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/energetica/article/view/24085>. (Enero, 2015)



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

15. Sawangkeaw, R., Teeravituud, S., Bunyakiat, K., Ngamprasertsith, S. (2011). Biofuel production from palm oil with supercritical alcohols: Effects of the alcohol to oil molar on the biofuel chemical composition and properties. *Bioresource Technology*, volumen (102), doi: 10.1016/j.biortech.2011.08.105

6	Descripción, metodología y cronograma de trabajo							
	<p>16. Scragg, A. (2009). <i>Biofuels production, application and development</i>. Recuperado de https://books.google.com.ec/books?id=e2OLEkGWg3EC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false . (Abril, 2015)</p> <p>17. Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2012. <i>Folleto informativo</i>, Recuperado de :http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/01/matriz_productiva_WEBtodo.pdf. (Enero, 2015)</p>							
	6.2 Cronograma de trabajo anual:							
	Primer Año							
		Porcentaje de avance por mes						
	Actividad	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	TOTAL
	Revisión bibliográfica	5%	5%	5%	5%	10%	10%	40%
	Compra de tanque de nitrógeno		5%					5%
	Compra de regulador de nitrógeno		5%					5%
	Caracterización del aceite de piñón		5%					5%
	Obtención de las mejores condiciones de la reacción de transesterificación sin catalizador		5%	5%	5%	5%		20%
	Caracterización del biodiesel				5%	5%		10%
	Diseño del reactor batch con las mejores condiciones de presión y temperatura				5%	5%		10%
	Evaluación de costos de producción						5%	5%
	TOTAL	5%	25%	10%	20%	25%	15%	100%

7	Fechas de inicio y fin
	<i>Inicio : 01/05/2015</i> <i>Fin: 01/05/2016</i>



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

8	Infraestructura, equipos y fondos adicionales.
	8.1 Infraestructura y equipos <ul style="list-style-type: none">- <i>Equipos:</i><ul style="list-style-type: none"><i>Tanque de nitrógeno</i><i>Regulador de presión para gas nitrógeno</i><i>Reactor batch</i>
	8.2 Breve justificación del equipo requerido <ul style="list-style-type: none">- El tanque de nitrógeno y regulador de presión se requieren debido a que no es factible alcanzar las presiones requeridas de 240 psi y superiores para que se de el proceso de transesterificación. El nitrógeno además de permitir alcanzar la presión necesaria no contamina la muestra al ser un gas inerte.

9	Presupuesto estimado para la ejecución del presente proyecto (anual)		
	<u>Primer Año</u>		
	Lista de ítems	Cantidad solicitada (US \$)	Porcentaje de Ejecución (%)
	1. Contratación Servicios Personales por Contrato <i>Ayudantes de Investigación</i>		
	Subtotal	0	0
	2. Maquinaria y Equipos		
	Subtotal	0	0
	3. Reactivos y materiales de laboratorio		
	Subtotal	0	0
	4. Literatura especializada		
	Subtotal	0	0
	5. Viajes técnicos y de muestreo		
	Subtotal	0	0
	6. Presentación de ponencias en congresos internacionales y Publicaciones		
	Subtotal	0	0
	TOTAL PRESUPUESTO	0	0