

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



**EFFECTO DE LAS CONCENTRACIONES DE HIDRÓXIDO
DE SODIO Y LAS RELACIONES MOLARES EN LAS
PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DEL COMBUSTIBLE
BIODIÉSEL A PARTIR DE ACEITE CRUDO DE PALMA
(*Elaeis guineensis*) EN PUCALLPA**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

MASLUCAN CANAYO OSCAR ANDRE

PUCALLPA-PERÚ

2018

DEDICATORIA.

A mis señores padres: Miguel Antonio Maslucan Soplá y Lita Canayo Saavedra, por sus apoyos incondicionales.

A mis hermanos: Cynthia, Andrea, Luis y a mis mascotas Puffi y conejo, por siempre haberme dado su aliento y fuerza para seguir adelante.

AGRADECIMIENTO.

A Dios, por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos a lo largo de mi estancia en la vida.

A mis padres, por el amor la confianza y el apoyo brindado para el feliz término de mi carrera profesional.

A la Universidad Nacional de Ucayali, mi casa de estudios el cual me acogió durante mi formación profesional.

A mis hermanos, por confiar y el apoyo brindado.

A mis profesores, por las enseñanzas y consejos brindados para fortalecer mi formación profesional.

Un agradecimiento especial a mi asesor Edgardo García Saavedra, por su tiempo y por apoyo brindado.

Esta tesis fue aprobada por los Miembros del Jurado Calificador de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito parcial para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial.

Dr. Carlos Panduro Carbajal

.....
Presidente

Ing. Edwin Poquioma Yuimachi

.....
Secretario

Ing. Edgar Vicente Santa Cruz, M.S.c.

.....
Miembro

Dr. Edgardo García Saavedra.

.....
Asesor

Bach. Oscar André Maslucan Canayo

.....
Tesista

ÍNDICE.

	Pág.
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. GENERALIDADES	3
2.2. Palma aceitera	4
2.2.1. Taxonomía	4
2.2.2. Morfología	4
2.2.3. Composición de la semilla	5
2.2.4. Productos y subproductos de la palma	5
2.2.4.1. Palmiste o torta de palmiste	6
2.2.4.2. Aceite crudo de palma y de palmiste	6
2.2.4.3. Usos.....	6
2.3. Etapas de producción de aceite de palma	7
2.3.1. Almacenamiento y limpieza	7
2.3.2. Esterilización de racimos	7
2.3.3. Extracción de grasas y aceites	7
2.3.3.1. Extracción mecánica	7
2.3.3.2. Extracción con solvente	8
2.3.4. Refinado de los aceites vegetales	8
2.3.5. Desgomado	9
2.3.6. Neutralización	9
2.3.7. Desodorización	9
2.4. Los combustibles diésel alternativos	10
2.4.1. Biodiésel	10
2.4.1.1. Ventajas del biodiésel como combustible alternativo	10
2.4.1.1.1. Disminución en emisiones Contaminantes	11
2.4.1.1.2. Lubricidad	11

2.4.1.1.3. Biodegradabilidad y toxicidad	11
2.4.1.2. Desventajas	11
2.4.1.2.1. Mayor viscosidad	12
2.4.1.2.2. Desempeño mecánico	12
2.4.1.2.3. Comportamiento a bajas temperaturas	12
2.5. Etapas de la producción de biodiésel	13
2.5.1. Transesterificación	13
2.5.1.1. Principios químicos de la reacción de transesterificación	13
2.5.1.1.1. Alcohol	14
2.5.1.1.2. Temperatura y presión	14
2.5.1.1.3. Tiempo de reacción	14
2.5.1.1.4. Homogenización de los reactivos	15
2.5.2. Separación de fases	15
2.5.3. Purificación del biodiesel	15
2.5.4. Secado y almacenado.....	15
2.5.5. Normas para analizar la composición del biodiésel.....	16
2.5.5.1. Densidad	16
2.5.5.2. Viscosidad	16
2.5.5.3. Índice de acidez	17
2.5.5.4. Índice de yodo	18
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN	19
3.2. MATERIALES Y EQUIPOS	20
3.2.1. Materia Prima	20
3.2.2. Insumos	20
3.2.3. Reactivos	20
3.2.4. Materiales	20
3.2.5. Equipos	20
3.3. MÉTODOS.....	20
3.3.1. Análisis del aceite crudo de palma.....	20

3.3.1.1. Determinación de Densidad	20
3.3.1.2. Determinación de Acidez	21
3.3.1.3. Determinación de Humedad	21
3.3.1.4. Determinación de Impurezas.....	21
3.3.2. Elaboración de Biodiésel	21
3.3.2.1. Recepción de la materia	21
3.3.2.2. Determinación del peso molecular del aceite	21
3.3.2.3. Medir reactivos	22
3.3.2.4. Disolver el hidróxido de sodio en metanol	22
3.3.2.5. Acondicionamiento	22
3.3.2.6. Transesterificación	22
3.3.2.7. Separación de la glicerina	23
3.3.2.8. Lavado	23
3.3.2.9. Secado	23
3.3.2.10. Filtrado	23
3.3.2.11. Almacenamiento	23
3.4. DISEÑO ESTADÍSTICO DE LA INVESTIGACIÓN	25
3.4.1. Evaluación paramétrica para el análisis	25
3.4.1.1. Modelo matemático	25
3.4.1.2. Análisis de varianza en un DCA	25
3.4.2. Análisis de datos	26
3.4.3. Tipo de investigación	26
3.4.4. Población y muestra	26
3.5. Medición de las variables independientes y dependientes	27
3.5.1. Variable independiente	27
3.5.2. Variable dependiente	27
3.6. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS	27
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	28
4.1. ANÁLISIS DEL ACEITE CRUDO DE PALMA.....	28
4.1.1. Determinación del porcentaje de índice de Acidez	28

4.1.2. Determinación de Densidad	28
4.1.3. Porcentaje de Impurezas	29
4.1.4. Porcentaje de Humedad.....	29
4.2. EFECTO DE LAS CONCENTRACIONES DE HIDRÓXIDO DE SODIO Y LAS RELACIONES MOLARES	30
4.3. ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DEL BIODIÉSEL OBTENIDO A PARTIR DEL ACEITE CRUDO DE PALMA	32
4.3.1. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA CADA UNA DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE LOS TRATAMIENTOS EN ESTUDIO	33
4.3.1.1. DENSIDAD	33
4.3.1.2. VISCOSIDAD.....	36
4.3.1.3. ÍNDICE DE ACIDEZ.....	38
4.3.1.4. ÍNDICE DE YODO	41
V. CONCLUSIONES.....	44
VI. RECOMENDACIONES	45
VII. LITERATURA CITADA	46
VIII. ANEXO.....	49

RESUMEN.

La transesterificación de aceites vegetales para biodiesel es una alternativa para la sustitución de combustibles fósiles. Por ello, la producción a partir de aceite crudo de palma (*Elaeis guineensis*) es una nueva opción.

En la presente investigación se evaluó el efecto de las concentraciones de hidróxido de sodio y relaciones molares para obtener combustible biodiesel a partir de aceite crudo de palma, empleando para ello el método de catálisis con hidróxido de sodio, para lo cual se evaluaron tres relaciones molares de metanol: aceite, 6:1, 9:1, 12:1, con dos concentraciones de NaOH como catalizador en porcentajes 0,6% y 1%, se utilizó un Diseño completamente al azar con arreglo factorial de 2 x 3. La temperatura fue constante en 60 °C en todos los tratamientos, y el tiempo de reacción fue de 90 minutos.

El combustible biodiésel obtenido, fue mediante el tratamiento (T4: relación molar, metanol: aceite 12:1; mas 1% de concentración de NaOH), es el que mejor comportamiento ha brindado de acuerdo a sus propiedades fisicoquímicas: una densidad de 876,9 kg/m³, con una viscosidad de 3,9 Mm²/s, una acidez de 0,30 mg KOH/g, un índice de yodo de 52,3 g I /100 g; por mismo que está dentro de los límites establecidos según las norma europea EN 14214 para ser considerado biodiesel.

Palabras claves: aceite crudo de palma, biodiésel, concentraciones, relación molar, catálisis.

ABSTRACT.

The transesterification of vegetable oils for biodiesel is an alternative for the substitution of fossil fuels. Therefore, production from crude palm oil (*Elaeis guineensis*) is a new option.

In the present investigation, the effect of sodium hydroxide concentrations and molar ratios to obtain biodiesel fuel from crude palm oil, using the method of sodium hydroxide catalysis, was evaluated, for which three molar ratios were evaluated. of methanol: oil, 6: 1, 9: 1, 12: 1, with two concentrations of NaOH as a catalyst in 0,6% and 1% percentages, a completely random design with a factorial arrangement of 2 x 3 was used. The temperature was constant at 60°C in all treatments, and the reaction time was 90 minutes.

The biodiesel fuel obtained was through the treatment (T4: molar ratio, methanol: oil 12: 1, plus 1% concentration of NaOH), which has given the best performance according to its physicochemical properties: a density of 876, 9 kg/m³, with a viscosity of 3.9 Mm² / s, an acidity of 0.30 mg KOH / g, an iodine value of 52.3 g I₂ / 100 g; by same that is with in the limits established according to the European standard EN 14214 to be considered biodiesel.

Key words: crude palm oil, biodiesel, concentrations, molar ratio, catalysis.

VIII. ANEXO.



Figura 1A. Recepción del aceite de palma.



Figura 2A. Análisis de acidez al aceite crudo.



Figura 3A. Análisis de impurezas.



Figura 4A. Acondicionamiento del aceite a 60°.



Figura 5A. Instalación del equipo para la transesterificación.



Figura 6 A. Medición de la cantidad de metanol.



Figura 7A. Pesado del aceite.



Figura 8A. Aceite acondicionado en el equipo.



Figura 9A. Se agrega el metoxido al aceite para la reacción de transesterificación.



Figura 10A. Proceso de transesterificación por 90 minutos, a 60°C.



Figura 11A. Etapa de separación de fases entre el biodiesel y la glicerina.



Figura 12. Etapa de lavado del biodiesel.



Figura 13A. Separación del agua y el biodiesel.



Figura 14A. Secado del biodiesel por dos horas en la estufa.



Figura 14A. Proceso de filtración.



Figura 15A. Filtración de impurezas.



Figura 16A. Biodiesel después del filtrado.



Figura 17A. Envasado del biodiesel.



Figura 18A. Muestras de biodiesel de los diferentes tratamientos.



Figura 19A. Probetas usadas para los análisis del biodiesel.



Figura 20A. Muestras para la determinación de densidad.



Figura 21A. Muestras para la determinación de viscosidad por caída de bola.



Figura 22A. Muestras para la determinación de viscosidad.



Figura 23A. Muestras para la determinación de acidez y yodo.



Figura 24A. Muestras de los tratamientos con 0,6 % de NaOH.



Figura 25A. Muestras de los tratamientos con 0,6 % de NaOH, en reposo.



Figura 26A. Formación de una mezcla homogénea.



Figura 27A. Formación de una mezcla homogénea después de reposo.