



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Producción de biodiesel a partir de aceite utilizado de cocina,
Moquegua 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Ccopacati Quispe, John (orcid.org/0000-0002-0216-1057)

Flores Mamani, Cristian Jorgeluis (orcid.org/0000-0003-2222-2862)

ASESOR:

Mgtr. Tello Zevallos, Wilfredo (orcid.org/0000-0002-8659-1715)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de Residuos

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Innovación Tecnológica y Desarrollo Sostenible

LIMA – PERÚ

2023

Dedicatoria

A mis padres por estar siempre presentes, acompañándome y por el apoyo moral, que nos brindaron a lo largo de esta etapa de nuestras vidas.

A todas las personas que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Agradecimiento

Quiero expresar mi gratitud a Dios, primeramente, quien con su bendición siempre llena mi vida y la de toda mi familia por estar siempre presente.

Mi profundo agradecimiento a todos los que hicieron posible al realizar mi investigación, por confiar en mí, abrirme las puertas y permitirme realizar todo el proceso investigativo dentro de su establecimiento.

Índice de contenidos

Carátula	I
Dedicatoria	II
Agradecimiento	III
Índice de contenidos	IV
Índice de tablas.....	V
Índice de figuras	VI
Resumen.....	VII
Abstract	VIII
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación	11
3.2. Variables y operacionalización	11
3.3. Población, muestra y muestreo	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	14
3.5. Procedimientos.....	15
3.6. Método de análisis de datos.....	20
3.7. Aspectos éticos	20
IV. RESULTADOS	22
V. DISCUSIÓN	36
VI. CONCLUSIONES	39
VII. RECOMENDACIONES.....	40
REFERENCIAS	41
ANEXOS.....	46

Índice de tablas

Tabla 1. Operacionalización de variables.....	12
Tabla 2. Resultados fisicoquímicos del aceite residual	22
Tabla 3. Análisis de Varianza para los datos de las propiedades físicas químicas del aceite de cocina utilizado para producir el biodiesel en la ciudad de Moquegua.	22
Tabla 4. Coeficientes de estandarización.....	23
Tabla 5. Resumen del modelo.....	24
Tabla 6. Producción de biodiesel	25
Tabla 7. Análisis de Varianza para los datos de inflamabilidad y duración del biodiesel	25
Tabla 8. Estadística de grupo.....	27
Tabla 9. Estadística de grupos de mecheros	28
Tabla 10. Prueba de muestras independientes	29
Tabla 11. Resultados de la prueba para verificar la inflamabilidad y duración del biodiesel en un mechero.....	30
Tabla 12. Resultados de informe de ensayo	30
Tabla 13. Aceite	31
Tabla 14. Analisis de la varianza (SCTipo III).....	31
Tabla 15. Biodiesel.....	31
Tabla 16. Análisis de la varianza (SC tipo III).....	31
Tabla 17. Resumen de Resultados de análisis físico químico al aceite usado y biodiesel producido.....	37

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación de las casas para Recolección de aceite usado de cocina en la Urb. Los Naranjos distrito Moquegua C1, C2 y C3.....	13
Figura 2. Ubicación de las casas de recolección de aceite usado en la avenida San Antonio de Padua, distrito San Antonio – Moquegua	13
Figura 3. Ubicación de las casas de recolección de aceite usado de cocina en la calle Atahualpa del distrito de Samegua ciudad de Moquegua	14
Figura 4. Ubicación de la ciudad de Moquegua y su provincia mariscal nieto	16
Figura 5. Descripción de recolección y tratamiento del aceite usado de cocina.....	20
Figura 6. Medias marginales estimadas de tiempo	27
Figura 7. Comparación de temperatura y tiempo	28
Figura 8. Comparativa de mechero y tiempo.....	29
Figura 9. Parametro densidad aceite usado y biodiesel.....	32
Figura 10. Parámetro físico químico Potencial de Hidrogeno (pH).....	33
Figura 11. Parámetro de acidez y biodiesel producido.....	34
Figura 12. Parámetro viscosidad de aceite usado y biodiesel producido	35
Figura 13. Materia prima para producción de biodiesel.....	46
Figura 14. Materiales a utilizar para producción de Biodiesel	46
Figura 15. Producción de Biodiesel Colado	47
Figura 16. Producción de Biodiesel Soda Cáustica - Alcohol.....	47
Figura 17. Producción de Biodiesel Mezcla	48
Figura 18. Producción de Biodiesel mezcla y reacción	48
Figura 19. Producción de Biodiesel traspaso a vidrio.....	49
Figura 20. Muestra de Biodiesel Producido.....	49
Figura 21. Muestra de Biodiesel Producido glicerol	50
Figura 22. Muestra análisis de densidad al Biodiesel.....	50
Figura 23. Muestra de Biodiesel y puesto en mechero de lata.....	51
Figura 24. Inflamabilidad y duración de Biodiesel y alcohol 96° en mechero de lata	51
Figura 25. Medición de temperatura en aceite usado de cocina	52
Figura 26. Medición de Ph de aceite usado de cocina	52

RESUMEN

El propósito de este trabajo de investigación es la elaboración del biodiesel a partir del aceite usado en cocina, de los cuales se realizaron análisis fisicoquímicos para determinar las propiedades del biodiesel. También se realizaron pruebas para determinar si el aceite usado, puede ser utilizado para producir biodiesel con una tecnología que permita una producción sostenible. La metodología empleada en la investigación es experimental aplicada, para el cual se empleó 1 litro de aceite residual, 6 gramos hidróxido de Sodio (NaOH) y 200 ml de metanol. En el cual a través del proceso de transesterificación se obtuvo un rendimiento de producción de 721 ml de biodiesel y 470 ml de glicerina teniendo como resultado un rendimiento del 60%. Se determinó que las propiedades físicas y químicas del aceite son aptas para la elaboración del biodiesel mediante el proceso químico denominado (transesterificación), y la vez indicar que las propiedades físicas y químicas del biodiesel producido mediante el aceite usado en cocina tienen características y rendimiento similares al diésel convencional usado en la actualidad. En conclusión, el aceite usado en cocina (residual) debe recibir un tratamiento previo para la elaboración de biodiesel de esta manera cumpliendo con uno de los objetivos establecidos por las ONU energías asequibles y no contaminantes.

Palabras clave: Biodiesel, Aceite, Desecho, Producción, pH.

ABSTRACT

The purpose of this research work is the elaboration of biodiesel from the oil used in cooking, of which physicochemical analyzes were carried out to determine the properties of biodiesel. Tests were also carried out to determine if the used oil can be used to produce biodiesel with a technology that allows sustainable production. The methodology used in the investigation is experimental applied, for which 1 liter of residual oil, 6 grams of sodium hydroxide (NaOH) and 200 ml of methanol were used. In which, through the transesterification process, a production yield of 721 ml of biodiesel and 470 ml of glycerin was obtained, resulting in a yield of 60%. It was determined that the physical and chemical properties of the oil are suitable for the production of biodiesel through the chemical process called (transesterification), and at the same time indicate that the physical and chemical properties of the biodiesel produced through the oil used in cooking have similar characteristics and performance to the conventional diesel used today. In conclusion, the oil used in cooking (residual) must receive a previous treatment for the production of biodiesel in this way, complying with one of the objectives established by the UN, affordable and non-polluting energy.

Keywords: Biodiesel, Oil, Waste, Production, pH.

I. INTRODUCCIÓN

Los aceites usados en la fritura de alimentos ya sea doméstico o en la comercialización y venta de comidas en restaurantes durante su uso sufren cambios o alteraciones, por lo que esto los obliga a desecharlos. Si se vierten por el inodoro o fregadero, siendo este el más común, son una fuente de contaminación de ríos, lagos y el tratamiento de aguas residuales. Es por ello que lo que se busca con esta investigación es darles una reutilización a estos aceites de cocina a través del proceso de transesterificación para convertirlo en biodiesel.

Es por ello que esta exploración se centra en la reutilización del aceite de cocina utilizado, transformándolo en biodiesel, siendo éste un biocombustible ecoamigable con la naturaleza y el medio ambiente terrestre. La convención de Kioto ha establecido parámetros con respecto a las descargas provocadas por la utilización de productos del petróleo. En consecuencia, es importante buscar formas que sean beneficiosas con el clima, y es ahí donde el biodiesel reemplaza al diesel convencional ya que genera menos emanaciones al medio ambiente.

El material crudo para obtener este combustible es aceite vegetal que se utiliza en la alimentación humana, lo que ha impulsado la búsqueda de nuevos materiales de reemplazo del petróleo que lo que permitan disminuir los costos de producción y encontrar las condiciones ideales para el ciclo de creación, para que la creación de biodiesel se realice a partir de la respuesta de grasas aceites de animales o aceites vegetales con un licor para enmarcar ésteres metílicos o etílicos, lo que se conoce como transesterificación.

Otro punto de vista negativo que se ve con la utilización de productos derivados del petróleo es la responsabilidad con el vaivén del vivero ya que del noventa por ciento de los hidrocarburos que se utiliza como fuente de combustión, que genera energía, provoca la llegada de una tremenda medida de dióxido de carbono y un movimiento de partículas en la atmósfera. Solo el 10% de estos subordinados petroleros se destinan a petroquímicos.

Un enfoque para frenar estos ángulos profundamente malos para una economía y el clima es el cambio de estos productos derivados del petróleo, por diferentes tipos de energía que son más corregibles para el bienestar, estas energías se denominan fuentes de energía sostenibles, por ejemplo, para ejemplo, basado en la luz del sol, viento, impulsado por presión, fluido, geotérmico, etc.

Dentro de una reunión de fuentes de energía sostenibles, sobresale una especie de combustible llamado biodiesel. Otro ángulo positivo es que, para una medida similar de gasoil y biodiesel, libera menos anhídrido carbónico a la atmosfera y este anhídrido carbónico puede ser eliminado por las plantas por absorción, entregando un patrón de fuerza constante de edad, igualmente tiene otras propiedades muy. significativo.

El biodiesel es un combustible que tiene puntos de interés sobre el Diesel obtenido del petróleo y puede obtenerse de fuentes inagotables, por ejemplo, generalmente aceites y grasas. Es un éster metílico o etílico que se enmarca eliminando la glicerina de la grasa (aceite) en un ciclo como la conversión en jabón.

Numerosas naciones acaban de adoptar el biodiesel por diferentes razones, por ejemplo, su expansión crítica para engrasar la energía. Está inscrito como combustible y como sustancia agregada de combustible en la Agencia de Protección Ambiental (EPA). En el continente europeo el vehículo entregado después de 1996 es razonable para la utilización de biodiesel no adulterado.

planteamiento del problema. -A nivel mundial el lento consumo de fuentes de energía renovables ha estado muy lejos de obtener un resultado favorable, el precio del combustible fósil viene aumentando, esto afecta en forma negativa a los bolsillos de las economías de las familias y de nuestro País, ya que el alza de este combustible indica directamente que la producción de este combustible es muy alta.

Otro punto de vista negativo en la producción y/o elaboración y utilización de productos derivados del petróleo es la responsabilidad ambiental, ya que del noventa por ciento de los hidrocarburos que se utiliza como fuente de combustión, para la generación de energía, provoca contaminación ambiental con dióxido de carbono y

un movimiento de partículas en la atmósfera. Solo el 10% de estos subproductos petroleros se destinan a la petroquímica.

Justificación El aceite de cocina es un residuo que se denomina específico, que puede crear problemas ecológicos cuando se elimina al medio ambiente. Lo cual puede causar obstrucciones en él, proceso de tratamiento de aguas residuales, a pesar de contaminar el agua.

El aceite de cocina usado se puede utilizar como producto para la generación de alimentos para dar a los animales, a pesar de que tiene peligros para los animales o también se puede utilizar en la industria de las sustancias, para fabricar limpiadores, entre otros, etc. Otra gran opción es convertirlo en combustible, siendo la ventaja de al ser producido emitir menos emanaciones de sustancias que puedan generar degradación en la capa de ozono y se tiende a utilizarse en el transporte con los avances actuales, lo que también reduce la contaminación del aire.

Alcances y limitaciones el presente informe se toma como medida central los aceites generados por la comunidad, mediante el examen se centra en los aceites creados por la red, a través de la creación de biodiesel a través del ciclo de transesterificación, La utilización del combustible se enfoca en el transporte de automóviles, para este ciclo se debe utilizar un reactor sintético ideado con los instrumentos esenciales, por ejemplo: agitador, termómetro, fuente de calor y otros. Dentro de las restricciones podemos especificar que la exploración se realiza considerando la accesibilidad de los aceites de cocina para su reutilización, así como el cumplimiento de los objetivos de inspección depende de la accesibilidad de análisis especializados y relacionados con el comercio.

El presente proyecto presentado, plantea como problema general ¿Sera posible producir biodiesel a partir de aceite utilizado de cocina Moquegua, 2022? Los problemas específicos de la investigación fueron los siguientes:

- ¿Cuáles son las características físicas y químicas del aceite utilizado de cocina Moquegua, 2022?

- ¿Cuáles son las características físicas y químicas del biodiesel obtenido a partir de aceite utilizado de cocina Moquegua, 2022?

Como objetivo general tenemos **Producir biodiesel a partir de aceite usado de cocina Moquegua, 2022**. Los objetivos específicos son los siguientes:

- Caracterizar las propiedades físicas y químicas del aceite usado de cocina, Moquegua 2022.
- Evaluar el rendimiento del biodiesel producido a partir de aceite usado en cocina.
- Caracterizar las propiedades físicas y químicas del biodiesel producido a partir de aceite utilizado de cocina, Moquegua 2022.

II. MARCO TEÓRICO

Teniendo en cuenta las investigaciones internacionales relacionadas a la producción del biodiesel a partir de aceite usado, a continuación, se procederá a enumerar los antecedentes más importantes.

Rincón y César (2010). Indican que las energías renovables son todas aquellas energías limpias que no están inmersas o relacionadas a fósiles como están pueden ser: la energía eólica, la energía geotérmica, la energía hidráulica. Siendo dichas energías eco amigables con el medio ambiente.

Naik (2006). Nos indica que para que un combustible sea considerado como una alternativa esta debe estar enmarcada dentro de los parámetros de un desarrollo sostenible en donde el tema social, económico y ambiental armonicen entre sí. Una alternativa para los combustibles fósiles puede llegar a ser los bio-combustibles como son el biodiesel que dentro de sus materias primas para la elaboración son el uso de aceites o grasas usadas de industrias, aceites vegetales, aceites usados y/o semillas de arboles o plantas. El uso de este biocombustible deberá de agrupar los tres factores fundamentales que son: lo social, económico y medio ambiente.

SENER (2006). Indica que estas energías utilizan la biomasa como energía, ya sea como biogás, bioetanol o biodiesel. Siendo estas una de las energías no convencionales más eco amigables con el medio ambiente. Teniendo un impacto muy positivo para el medio ambiente que cada día viene siendo arrasada con el cambio climático. Dentro de ellas también tenemos a la energía eólica que viene siendo una fuente de energía limpia y que viene presentando cocimientos considerables a favor de medio ambiente.

López (2012) manifiesta que la producción de biodiesel procederá en general principalmente de aceites separados de plantas oleaginosas, en particular de girasol, soja y colza. En cualquier caso, cualquier material que contenga aceites grasos puede ser bien utilizado. Por tanto, la mayor parte de la creación de biocombustibles proviene de fuentes no venenosas, naturales y sostenibles

Alva y Cipra (2015) manifiestan que la investigación similar del biodiesel, obtenido a partir del metanol y el etanol y su transformación a escala piloto en el examen actual se ha ayudado a la producción de biodiesel a través de la transesterificación de aceites vegetales y aceites reutilizados, utilizando metano y etanol como alcoholes, con presencia de un ímpetu y bajo diferentes condiciones exploratorias, por lo que tenemos algunos exámenes: Conversión como un componente de la velocidad de mezcla, la conversión como un elemento de la temperatura de respuesta, la conversión como un elemento de la proporción molar. Se establece que la velocidad ideal es 900RPM, en cuanto a la temperatura es 65 ° C para el etanol y 60 ° C para el metanol finalmente para el licor: proporción molar de aceite

IIDEPROQ (2007). Describe que el biodiesel es un combustible producido usando ésteres mono alquílicos de cadena larga de grasas insaturadas obtenidas de aceites o grasas vegetales o de animales. Este biocombustible se adquiere a través de un ciclo compuesto llamado transesterificación, en el que los aceites característicos se combinan con un alcohol y se aclimatan engañosamente para enmarcar un éster etílico o metílico, que finalmente se denomina biodiesel.

Demirbas (2009). El biodiesel es una opción para los motores que tienen una combustión interna. El biodiesel esta compuesto por esterres de metílicos de larga cadena (C14-C22) como son el acido esteárico, palmicho, láurico, aparte de de tener alcoholes de una cadena corta, que pueden ser del etanol o metanal. Siendo el biodiesel el mejor combustible para los motores de diésel. El biodiesel esta elaborado por aceites de soja, colza y aceite de palma, principalmente.

Campos Delgado (2017). Indican que el plan de la línea de creación para la creación de biodiesel a partir del aceite remanente recolectado de la industria chifleta de Piura, planea planificar una línea de creación a partir de aceite vegetal, utilizado por piuranas chifleras, el cual fue creado en un período de dos meses y medio, sumando así a la consideración del clima. Obtener un modelo de biodiesel a partir de aceite remanente de la creación de chifles en Piura, con ondas de marca registrada; pH 6, espesor 831.3 y un espesor de 2.0., Determinando que el emprendimiento tiene un efecto positivo

ya que al utilizar este aceite remanente para la creación de biodiesel se evita la contaminación del clima con aceite graso.

Barros (2015). Indica que la adquisición de biodiesel con el aceite de cocina utilizado de la ENM, con el objetivo de obtener biocombustible a producir derivado del aceite utilizado de la Marina. instalaciones de la Escuela Militar. Esto se hará mediante transesterificación, utilizando metanol como licor para hacer la respuesta y un impulso fundamental, explícitamente hidróxido de potasio. Se realizarán diferentes exámenes, cambiando los límites de temperatura y tiempo de respuesta, para localizar el más razonable para el ciclo.

Vicente (2012). Indica que la obtención del biodiesel por el proceso de transesterificación de aceites vegetales es: nuevos métodos de síntesis. Este proyecto se ha analizado la obtención de biocombustible mediante el proceso de transesterificación de aceites derivados de vegetales, usando diferentes elementos como alcohol, metanol, utilizando diferentes catalizadores en diversas condiciones de experimentación así tenemos: Transesterificación con catalizadores heterogéneos, transesterificación con condiciones subcríticas, transesterificación con cosolventes, transesterificación usando un baño de ultrasonido, transesterificación usando una sonda de ultrasonido.

Coello y Castro (2007). Manifiestan que el biodiesel es un biocombustible ilimitado que se compra a partir de aceites vegetales o grasas de animales. La Sociedad Estadounidense de Pruebas y Materiales (ASTM) describe al biocombustible como ésteres mono alquílicos de grasas insaturadas de cadena larga que se obtienen de fuentes de información grasosas razonables, por ejemplo, grasas o aceites vegetales de animales. El término bio infiere su naturaleza regular y útil en lugar del combustible diésel convencional obtenido del petróleo; mientras que el diésel alude a su utilización en motores de este tipo. Como gasóleo, el biodiesel se puede utilizar en una estructura sin adulterar o mezclado con diésel.

Hawk (2012). indica que adquirir biodiesel a partir del aceite de cosecha propia restante el objetivo era adquirir biodiésel a partir de los restos de aceite de cosecha

propia que se recolectaba en restaurantes, gallineros, frascos, etc. Al decidir el número corrosivo de 0,3976 mg de NaOH / g de aceite, la cantidad de ímpetu decidido es 0,3861 g de NaOH por 100 ml de aceite de cosecha propia restante. En ese momento se realizó el ciclo de respuesta llamado transesterificación para cada tratamiento, había 15 medicamentos distintos, completando un examen factorial, para lo cual se utilizó la prueba de Tukey. A partir de los resultados, podemos especificar que la temperatura ideal para un rendimiento decente de biodiesel está entre 45 ° C y 65 ° C, la medida ideal de metanol es 40 ml, cuyo rendimiento fue del 79,4%.

Mamani (2017). nos dice que la obtención y descripción de biodiesel a partir del derroche de aceite de la cocina de la botella universitaria de la UNJBG de Tacna, por métodos de transesterificación soluble, con el objetivo de retratar límites esenciales de aceite utilizado del frasco universitario y adquiriendo biodiesel del mismo. Siendo consecuencia de la representación del aceite usado de una densidad de 0.935 g / ml y una consistencia de cincuenta y siete a temperaturas de veinte y veinticuatro ° C individualmente. La productividad de obtener biodiesel fue del 77%, con un espesor de 0.899g / ml a 20 ° C, una consistencia única de 9.5 cp a 24 ° C y una consistencia cinemática de 6.04 mm² / S a 40 ° cy un registro de refracción de 1.459 a 23.5 ° C.

Franco (2013). Nos dice que la reproducción de la medida de creación de biodiesel a partir de aceites en condiciones básicas Con el fin de exponer la pieza y el comportamiento de varios aceites en el estado utilizado pruebas a escala, con el fin de evaluar la creación y características del biocombustible a obtener. Establecer que la utilización de anhídrido carbónico como co-soluble disminuye el propósito básico de la obtención de metanol y permite la utilización de condiciones de respuesta muy poco graves, provocando una disminución de las necesidades energéticas del ciclo.

Gary y Handwerk (2003). expresan que, para adquirir biocombustible, se utiliza el ciclo de transesterificación, que comprende la respuesta, ya que los elementos obtuvieron desde el principio grasas insaturadas. Al fin y al cabo, el metanol se utiliza como licor en la respuesta con grasas insaturadas para dar forma a los ésteres, ya que este licor es el menos caro.

IICA - ARPEL (2005) demuestran que, los factores fundamentales que influyen en las medidas de transesterificación incorporan temperatura de respuesta, proporción molar licor / aceite.

Demirbas (2009). Manifiesta que los aceites animales y vegetales pueden ser transformados en biodiesel a través de un incremento de temperatura con ayuda de un catalizador que vendría a ser el hidróxido de sodio (soda caustica). La transesterificación es un proceso químico que puede ser catalizado por una base (hidróxido de sodio), por un ácido (ácido sulfúrico.)

Shang y Balasubramanian (2014) indican que, para elegir esta turbidez, se utiliza un opacímetro que evalúa el endurecimiento del poder de radiación reconocible por la ingestión y dispersión de los humos. La innegable potencia, entregada, atraviesa un segmento de humo de longitud expresa, donde una parte de la radiación es retenida o dispersada por el humo provocando una disminución de la fuerza adquirida por un segmento fotosensible conocido como puntero.

La cromatografía de gases es un procedimiento de disección de la naturaleza del diésel biológico, investigación de la sustancia de ésteres metílicos, mono, di y aceites grasos obtenidos de la respuesta de transesterificación. A pesar de que existen diferentes estrategias con las valoraciones, por ejemplo, cromatografía de fluidos superior (HPLC), espectroscopia infrarroja (NIR), reverberación de atractivo atómico (RMN), entre otras, la estrategia más utilizada en biodiesel el examen es cromatografía de gases. (López 2012).

Bolla y Wright (2014). Nos dicen que el grado de liberación de esta emisión de partículas se evalúa a través de la prueba tenue, que se describe como el ciclo para verificar la estimación de carbono hecha por un gas de humo pensando en todos los elementos

Galindo (2015). Manifiestan que la elevación de la temperatura en el planeta es debido al cambio climático, el cual es producido las diferentes actividades humanas como son la quema y tala de árboles, quema de combustibles contaminantes para el medio que

han sido un acumulante durante el tiempo y provocando la acumulación de gases de efecto invernadero.

Martínez (2013). Manifiesta que para conllevar de una mejor manera los efectos del cambio climático es vital realizar un plan de adaptación planificada, en donde el desarrollo sustentable prime, mediante sus directrices de medio ambiente y lo social, ayudando a mejorar la calidad de vida del sector más necesitado y con mayor vulnerabilidad, apoyando así a fortalecer las políticas medio ambientales, cuidando así la protección de ciertas áreas nacionales, las cuales sirven como reservas de agua.

WALEN (2011). Son todas aquellas energías que tienen la propiedad de regenerarse de manera muy rápida por medios naturales, y que son fuentes alternativas a las energías convencionales actuales, esto debido a un menor costo en la producción, baja contaminación ambiental y la renovación o regeneración rápida

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

El proyecto de investigación es de tipo de investigación aplicada, perteneciente a la categoría de experimento puro, debido a que, la investigación está basada en la manipulación de variables independientes, medición de variables y se realizarán pruebas para determinar los efectos de las condiciones experimentales (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es experimental debido a que trata de definir las variables que deben ser observadas, la relación entre elementos, cómo van a ser las variables medidas y cómo procederemos a analizar los datos obtenidos.

3.2. Variables y operacionalización

Variable dependiente: Biodiesel (características físico químicas)

Variable independiente: Aceite de cocina (características físico químicas)

Intervinientes: medio ambiente (temperatura, presión y altitud)

Tabla 1. *Operacionalización de variables*

Variables	Dimensiones	Indicador	Escala	Instrumento
Dependiente Biodiesel	Características del biodiesel	Parámetros Color, textura, olor, pH, Temperatura	Alto Medio Bajo	Normas técnicas establecidas
Independiente Aceite de cocina	Características del aceite de cocina	Peso específico Temperatura Viscosidad Hidróxido de sodio Metanol	Alto Medio Bajo	Normas técnicas establecidas
Interviniente	Medio ambiente	Temperatura, presión y altitud	°C, atm, msnm	Termómetro, nanómetro, altímetro

Fuente: Elaboración propia

3.3. Población, muestra y muestreo

Las muestras fueron recolectadas de las casas que usan aceite de cocina y desechan aceites usados en el sector Urbanización Los Naranjos de la Provincia Mariscal Nieto de la ciudad de Moquegua, calle San Antonio de Padua en el distrito de San Antonio provincia de Mariscal Nieto de la ciudad de Moquegua, calle Atahualpa en el distrito de Samegua en la ciudad de Moquegua.

Las muestras recolectadas de aceite de cocina en las casas C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8 y C9 son recogidas en envases de plástico, el aceite recolectado se almacena en un balde de plástico de 20L., en el cual se homogenizará y aplicará los tratamientos necesarios para la purificación del aceite recolectado.



Figura 1. Ubicación de las casas para Recolección de aceite usado de cocina en la Urb. Los Naranjos distrito Moquegua C1, C2 y C3



Figura 2. Ubicación de las casas de recolección de aceite usado en la avenida San Antonio de Padua, distrito San Antonio – Moquegua



Figura 3. Ubicación de las casas de recolección de aceite usado de cocina en la calle Atahualpa del distrito de Samegua ciudad de Moquegua

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Instrumentos de recolección de datos: cuaderno de campo, laptop, celular

Equipos e instrumentos: Viscosímetros agitador magnético, balanza analítica con una precisión de 0.0001g, evullometro.

Materiales:

Probetas, petras de decantación, vasos precipitados de 100 ml y 500 ml, matraz de Erlenmeyer de 200 ml, pipetas de graduadas de 5 y 10 ml, varillas de vidrio

Reactivos:

Papel indicador universal rango de PH 1-14 y/o Potenciómetro Rango de pH: 0,00-14,00 pH; Rango, Resolución: 0,01 pH; 1ppm; 0,1 °C

Metanol Q.P. al 99% CH_3OH Peso molecular: 32,04 g/mol

$\text{C}_{20}\text{H}_{14}\text{O}_4$ Peso Molecular: 318,32 g/mol

hidróxido de sodio 0,01 M NaOH Peso Molecular: 40,00 g/mol

Los instrumentos utilizados para el levantamiento de datos serán de acuerdo a las normas técnicas establecidas para análisis de nivel nacional e internacional.

Nacional: NTP 321.125:2019. Biodiesel. Especificaciones. Segunda edición

Internacional: ASTM D6751 – 20a Requirements for Biodiesel (B100) Blend Stock as Listed in ASTM D6751-15cæ1 EEUU

3.5. Procedimientos

Las actividades que se realizaron durante la producción de biodiesel consisten en: la recepción y almacenamiento del aceite residual, filtración, deshidratación, decantación, ingreso del metóxido de sodio, reacción de transesterificación, lavado del biodiesel, destilación de la glicerina y envasado del biodiesel. Debido a la naturaleza del proyecto de investigación, se puede identificar que se genera ruido, consumo energético, generación de aguas residuales industriales y desechos industriales, el cual se deberá almacenar y descartar siguiendo los protocolos recomendados por las autoridades competentes.

Ubicación del estudio

El proyecto de investigación se realizó en la ciudad de Moquegua, provincia de Mariscal Nieto, distrito Moquegua, San Antonio, Samegua, que a continuación se detalla en el siguiente mapa.

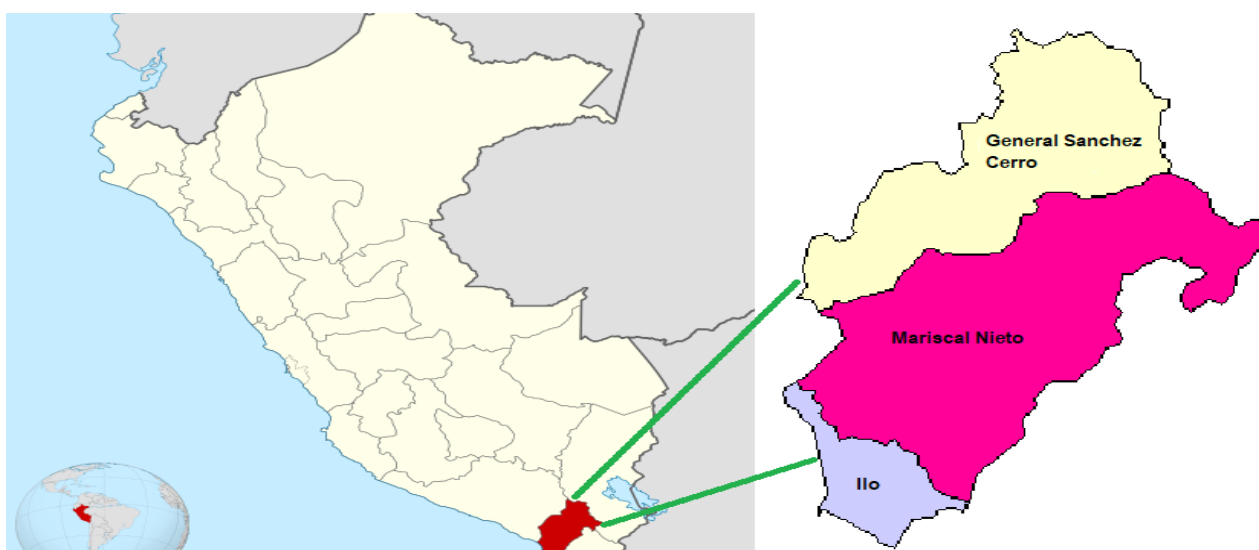


Figura 4. Ubicación de la ciudad de Moquegua y su provincia mariscal Nieto

Caracterización de las propiedades físicas del aceite usado

Los métodos para el análisis fisicoquímico

- A. pH: Se realizó el análisis con un pHmetro de marca HANNA, para determinar el grado de alcalinidad y/o acidez del aceite usado.
- B. Turbidez: Para la determinación de la turbidez se utilizó un turbidímetro HANNA modelo HI93703, el cual cumple con el método ISO 7020
- C. Acidez: Se realizó el análisis mediante el proceso de titulación de acuerdo a los estándares establecidos en la NTP 321. 125 2008.
- D. Viscosidad: Se analizó con un viscosímetro de marca Haake Synchro Ietric Modelo VT 550 de acuerdo a las normas ASTM D445
- E. Densidad: Se analizó la densidad con un densímetro para el biodiesel a 15°C se realizará utilizando un picnómetro de cuello capilar tipo Wood-Brusie con capacidad de 100 ml

Proceso de elaboración del biodiesel y evaluación del rendimiento del biodiesel

Para la evaluación del rendimiento del biodiesel en principio se realizó la obtención del biodiesel a partir de aceite residual, para lo cual se ha seguido el siguiente procedimiento que consiste en:

Para la elaboración del biodiesel se realizaron los siguientes procesos:

- a. Recepción y almacenamiento de aceite residual.

En este punto la recepción de los 20 litros de aceite residual usado en cocina recaudado, se almacenaron en un balde que tiene una capacidad de 20 litros, para su almacenamiento, para esto se debe seguir los protocolos de seguridad, para evitar derrames.

El trasvasado del aceite residual se realizó de manera manualmente mediante un embudo para evitar derrames, el residuo en este caso el sólido sedimentado se deberá disponer en un envase designado para su almacenamiento temporal, para luego llevar a una disposición final, según el protocolo de manejo de materiales peligrosos.

b. Decantación

En este punto se espera de 2 a 3 días para que la gravedad haga su trabajo, para que los sólidos sedimenten y de esta manera separar las impurezas del aceite, para esto el tanque cuenta con una válvula en la parte inferior, para facilitar el mantenimiento y el retiro de los residuos decantados, los residuos recolectados se deberán disponer en el envase designado.

Ya en este punto comienza el primer tratamiento para eliminar las impurezas con las que llega al centro de acopio.

c. Filtración

En este punto la materia prima pasa por un sistema de filtrado vea se en la **(Figura N°18) anexos**. Para optimizar la eliminación de impurezas aún existentes en el aceite, los residuos colectados serán dispuestos en el envase designado de desechos peligrosos.

Los filtros son lavados después de filtrar 2L (cada proceso), de esta manera evitar que el filtro se obstruya con las impurezas retenidas, para el lavado se requiere el uso de detergente y agua proveniente de la conexión de agua potable.

d. Deshidratación

Terminado el proceso de filtración, el aceite se re envasara en un tanque de boca ancha, para facilitar la deshidratación por medio de resistencia eléctrica, en este proceso la materia prima eleva su temperatura entre 60 y 65°C para evaporar agua que aún se encuentra disueltos en aceite.

e. Preparación del metóxido de sodio

La preparación de la solución entre el metanol al 90% y el hidróxido de sodio %, vea se **(Figura N°19) anexos**. Para esto se tendrá en cuenta que por cada litro de aceite la relación de alcohol es de 200 ml e hidróxido de sodio 6gr, el cual será preparado en un envase de polietileno de alta densidad, ya que la solución desprende calor, alcanzando los 60 °C.

Para esto se debe considerar que el hidróxido de sodio es altamente corrosivo, para la piel humana, por lo tanto, se requiere tomar las debidas precauciones (uso de EPP), para su disolución en el metanol, el reactivo químico emite gases que podrían causar daños a la salud de la población que esté preparando esta solución.

f. Reacción de transesterificación

En este proceso la solución preparada reacciona con el aceite residual, esto se hizo en un recipiente con tapa hermética, como resultado obtendremos dos productos, cada producto tiene un tratamiento diferente, por un lado, tendremos glicerina y por el otro biodiesel, el proceso tiene una duración de 90 min, a 200 rpm y temperatura de 60°C.**(Figura N°23) anexos**

g. Lavado del biodiesel

Para la purificación del biodiesel obtenido, es recomendable el uso de agua destilada, para el lavado del biodiesel y de esta manera eliminar restos de jabón y glicerina aún presentes en el biodiesel.

Como resultado obtenemos una emulsión (biodiesel), que será almacenada en un depósito diferente, que deberá reposar un día, para la respectiva decantación por diferencia de densidad.

h. Envasado

El biodiesel obtenido pasa por un sistema de filtro que elimina las impurezas que pudieran incorporarse durante el proceso, terminado el proceso se obtiene un biodiesel más limpio, en parte final se envasa **(Figura N°22)** una muestra del producto para el laboratorio, para obtener datos como el poder calorífico y otros parámetros

cuantificables, de manera paralela se realizarán pruebas en mecheros, comparando la intensidad, duración de la flama y otros parámetros cuantificables en campo.

Para la evaluación del rendimiento de biodiesel se usó la siguiente expresión:

$$\text{Rendimiento}(\%) = \frac{\text{cantidad de biodiesel (l)}}{\text{cantidad de aceite inicial (l)}} \times 100$$

Caracterización de las propiedades físicas y químicas del biodiesel

Los métodos de análisis para la caracterización fisicoquímica se muestran a continuación:

Viscosidad: Los problemas más frecuentes que se pueden presentar en el combustible son la viscosidad, conllevando esto a una combustión incompleta, residuos de cenizas en la entrada de los inyectores, mayor desgaste de combustible al momento de producir el inyectado.

Para el cálculo de la viscosidad se realiza con un viscosímetro en donde la fuerza es igual a gravedad.

Acidez: Para la medición de la acidez es necesario determinar el deterioro de las grasas y aceites, son ácidos grasos libres, provenientes de una fuente hidrolítica. Para realizar esta prueba se utilizó un pHmetro de marca HANNA por el cual se realizaron las pruebas arrojando un valor de 9.8.

pH: Es la medición del grado de alcalinidad o acidez de una sustancia o solución. Para realizar la prueba de pH se realizó utilizando usando un pHmetro para poder determinar la acidez del biodiesel.

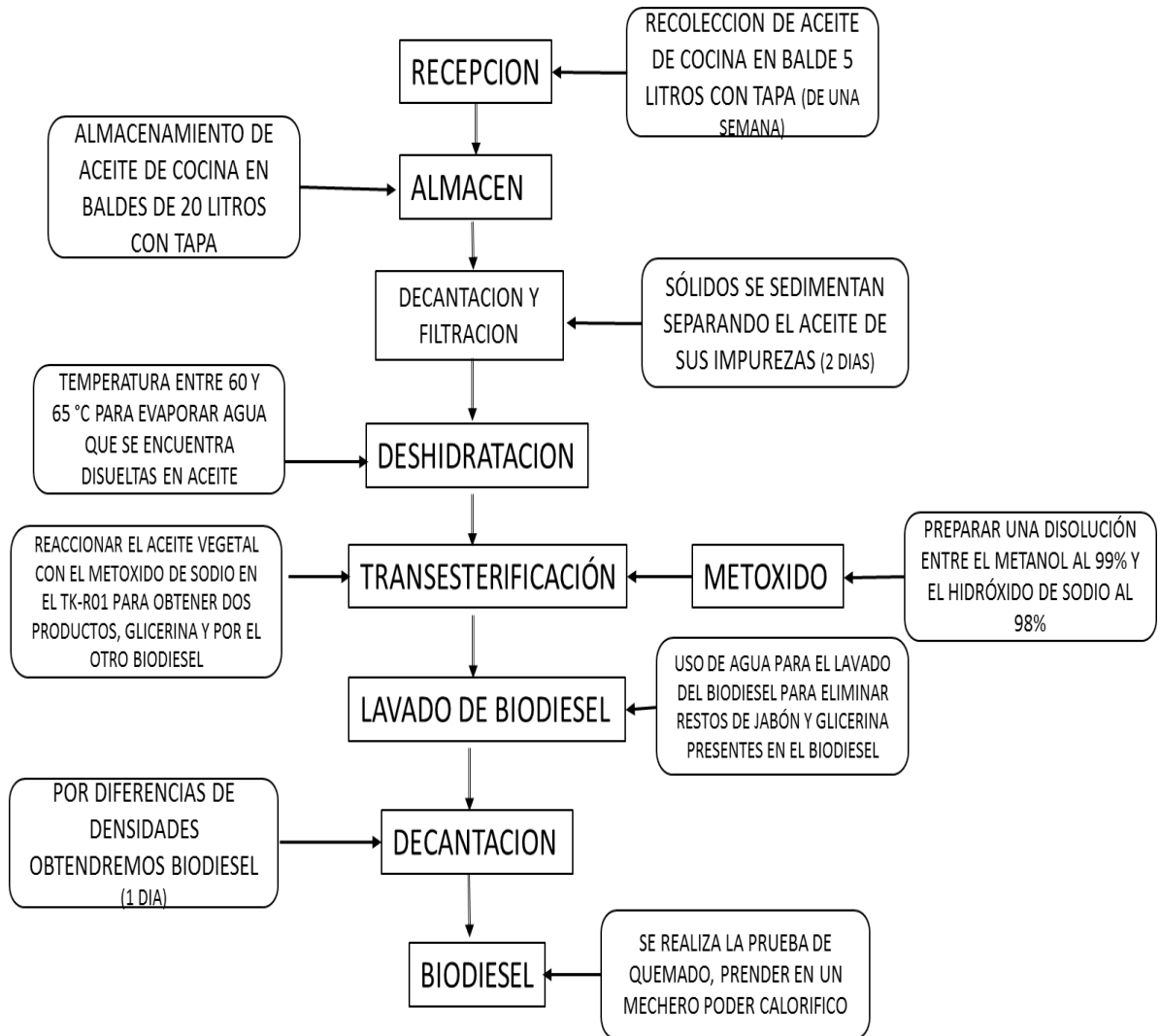


Figura 5. Descripción de recolección y tratamiento del aceite usado de cocina

3.6. Método de análisis de datos

Los datos recolectados se fueron realizados por un análisis de varianza (ANOVA). Por el cual consiste en probar las hipótesis, a través de una formula estadística el cual se utiliza para hacer una comparación de las varianzas y las medias de diferentes grupos. Dicho análisis determina la importancia de los factores al realizar la comparación de las medias variables.

3.7. Aspectos éticos

La presente investigación tiene contenido de fuentes científicas confiables y de revistas prestigiosas, para cada idea que no es de nuestra autoría, pero dichas

fuentes se encuentran correctamente citadas, respetando a los autores, las referencias bibliográficas están de acuerdo al manual de la Universidad César Vallejo (UCV, 2022), el resultado final fue evaluado y respaldado por los criterios científico establecidos y a la vez indicar que la presente investigación estará a disposición pública.

IV. RESULTADOS

4.1. Caracterización de las propiedades fisicoquímicas del aceite usado en cocina

Tabla 2. Resultados fisicoquímicos del aceite residual

DETERMINACIÓN	RESULTADO	UNIDADES	PROCEDIMIENTO
pH	5.0	pH	Norma NTP 321.125 2008
Viscosidad	0.06	mg KOH/g	Norma NTP 321.125 2008
Turbidez	0.08	UNF	Norma NTP 321.125 2008
Densidad	0.92	g/ml	Norma NTP INEM 2482: 2009
Acidez	4.18	mg KOH/g	Norma NTP 321. 125 2008

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Análisis de Varianza para los datos de las propiedades físicas químicas del aceite de cocina utilizado para producir el biodiesel en la ciudad de Moquegua.

ANOVA^a

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
1	Regresión	21,993	2	10,996	3056,709	,000 ^b
	Residuo	,007	2	,004		
	Total	22,000	4			

a. Variable dependiente: Biodiesel

b. Predictores: (Constante), Alcohol Metanol, Soda Caustica

Fuente: elaboración propia

El Anova nos muestra una Sig. de 0.000, resultado que indica que para nuestra investigación el modelo de regresión lineal múltiple elegido para los factores Alcohol Metanol, Soda Caustica en la producción del biodiesel en la ciudad de Moquegua, es

válido con un nivel de significancia al 5%. De margen de error y un 95 % de confiabilidad.

Tabla 4. *Coefficientes de estandarización*

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		
		B	Desv. Error	Beta	t	Sig.
1	(Constante)	223,820	15,445		14,491	,005
	Soda Caustica	,846	,168	,219	5,022	,037
	Alcohol Metanol	2,229	,124	,788	18,035	,003

a. Variable dependiente: Biodiesel

Fuente: Elaboración propia

Dónde:

La variable dependiente es: Biodiesel

La variable independiente es: Soda Caustica, Alcohol Metanol

Los resultados obtenidos son:

$$\beta_0 = \text{Constante } 223.820$$

$$\beta_1 = \text{Soda Caustica } 0.846$$

$$\beta_2 = \text{Alcohol Metanol } 2.229$$

Por lo tanto, el modelo de regresión lineal múltiple es el siguiente:

$$\hat{Y} = 223.820 + 0.846X_1 + 2.229X_2 + \varepsilon_i$$

Respecto a la prueba t de Student se ha obtenido los siguientes resultados:

$$\text{Constante} = 14.491$$

$$\text{Soda Caustica} = 5.022$$

$$\text{Alcohol Metanol} = 18.035$$

El resultado obtenido mediante la prueba t de Student nos indica que los coeficientes calculados para la constante, Soda Caustica, Alcohol Metanol son estadísticamente diferentes de cero, lo que significa que el modelo es utilizable para los factores de las

propiedades físico químico del aceite de cocina utilizado para la producción del biodiesel en la ciudad de Moquegua.

En cuanto a la Hipótesis alterna, el análisis de regresión lineal múltiple nos permite señalar que existe influencia significativa de la Soda Caustica (X1), Alcohol Metanol (X2) en la producción del biodiesel(Y), de acuerdo al resultado obtenido encontramos un P valor de 0.000, lo cual determina que el coeficiente de regresión múltiple es significativo al 0.05, esto significa que $P = 0.000 < 0.05$ por lo tanto se acepta la hipótesis alterna.

Tabla 5. Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	1,000 ^a	1,000	,999	,05998

a. Predictores: (Constante), Alcohol Metanol, Soda Caustica

Fuente: Elaboración propia

Cabe indicar que el índice de eficiencia del modelo aplicado resulta aceptable, puesto que se ha obtenido un R^2 (R cuadrado) de 1.000. Así mismo R^2 nos permite realizar una explicación y predicción de las variables involucradas en la investigación. Por consiguiente, R^2 nos indica que la variable independiente (Soda Caustica (X1), Alcohol Metanol (X2)) explica el comportamiento de la variable dependiente (Producción del biodiesel) en un 100.0%, para los factores de las propiedades físico químicos del aceite utilizado en la producción del biodiesel en la ciudad de Moquegua.

1. **Decisión.** - A un nivel de significación del 5% $F_{cal} = 3056.709$ cae en la región de rechazo, debemos rechazar la Hipótesis Nula y aceptamos la hipótesis alterna y concluimos que las propiedades físicas y químicas del aceite de cocina utilizado, influye y varia significativamente de manera positiva al producir el biodiesel en la ciudad de Moquegua, 2022.

4.2. Evaluación del rendimiento del biodiesel producido.

Tabla 6. Producción de biodiesel

lote	aceite usado	soda caustica	alcohol metanol	glicerina	biodiesel	% de producción del biodiesel
1	1000	59.37	200.05	470.14	721.14	57.3%
2	1000	60.53	201.88	469.2	725.06	57.4%
3	1000	59.54	200.44	474.16	721.08	57.2%
4	1000	59.49	200.05	471.05	720.00	57.2%
5	1000	60.61	201.38	468.94	724.00	57.4%
total					3611.28	57.3%

Fuente: elaboración propia

Según los resultados obtenidos el rendimiento del biodiesel en promedio es de 57.3 %, evidenciado así en la (Tabla N°6).

Se utilizó la siguiente formula para calcular el rendimiento del biodiesel:

$$Rendimiento(\%) = \frac{\text{cantidad de biodiesel (l)}}{\text{cantidad de aceite inicial (l)}} \times 100$$

PRUEBA DE INFLAMABILIDAD Y DURACIÓN BIODIESEL

Tabla 7. Análisis de Varianza para los datos de inflamabilidad y duración del biodiesel

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	Fc	P - valor
Temperatura	1	306.25	306.25	1225	0.018
Mechero	1	20.25	20.25	81	0.070
Error Experimental	1	0.25	0.25		
Total	3	326.75			

Fuente: Elaboración propia

El presente análisis de varianza nos indica que el es significativo por ende los factores de temperatura y del mechero son aplicables. La descripción de los diferentes factores se describe a continuación:

Factor temperatura. - El valor del estadístico de contraste de igualdad de la temperatura, $F = 1225^\circ$ **deja** a su derecha un p-valor de **0.018**, menor que el nivel de significación del 5%, La eficacia de este modelo es gracias a los efectos de la temperatura dicho modelo estadístico tiene un resultado positivo, es por ello que el diseño es eficiente, la introducción del factor temperatura en el modelo es positiva. Así, la disponibilidad del mechero depende de la temperatura donde se aplicó los equipos.

Factor Mechero. El valor del modelo estadístico nos da el factor, $F = 81.0$ y como otro valor de p-valor de 0.070 siendo este resultado un valor mayor a la de la significancia. Esto nos indica que uno de los mecheros no influye significativamente en los mecheros. Es decir, no existen diferencias significativas en la disponibilidad de los mecheros.

Error Experimental. – Dentro del error experimental tenemos la variabilidad de la variable dependiente que representa la inflamabilidad.

Total. - En esta fila se recoge la variabilidad observada en la variable dependiente por todas las causas.

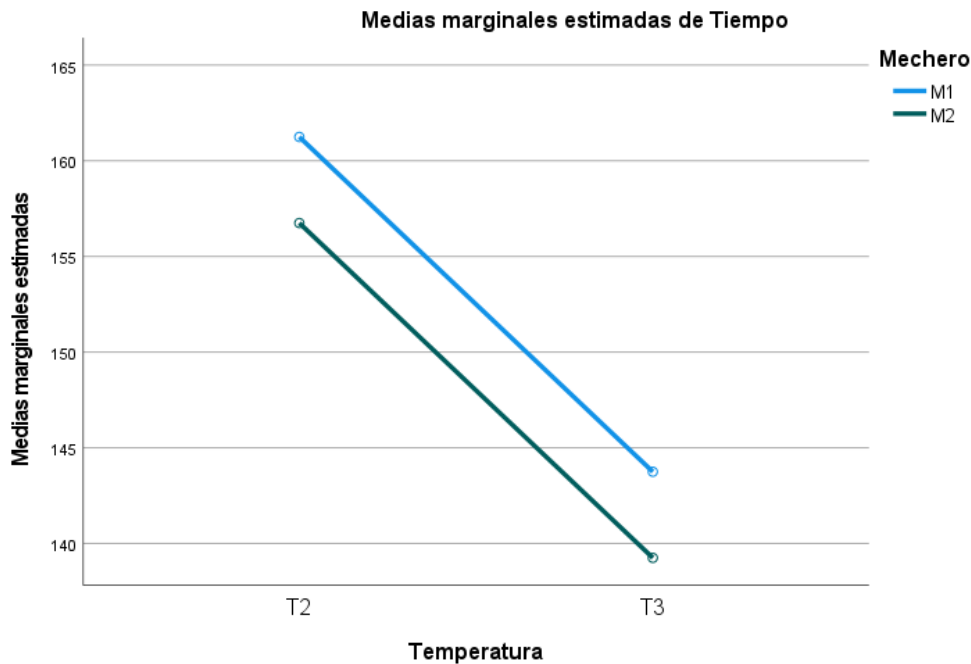


Figura 6. Medias marginales estimadas de tiempo

Prueba de comparaciones múltiples

El ANOVA no indica que temperatura difieren estadísticamente ni cuáles son. Una inspección visual de los resultados puede proporcionar sin duda alguna pista, pero si se quieren tener criterios más sólidos, hay diversas pruebas estadísticas que permiten saber de qué temperatura se trata.

Tabla 8. Estadística de grupo

Temperatur		N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Temp	T2	2	159,00	2,828	2,000
o	T3	2	141,50	3,536	2,500

Fuente: Elaboración propia

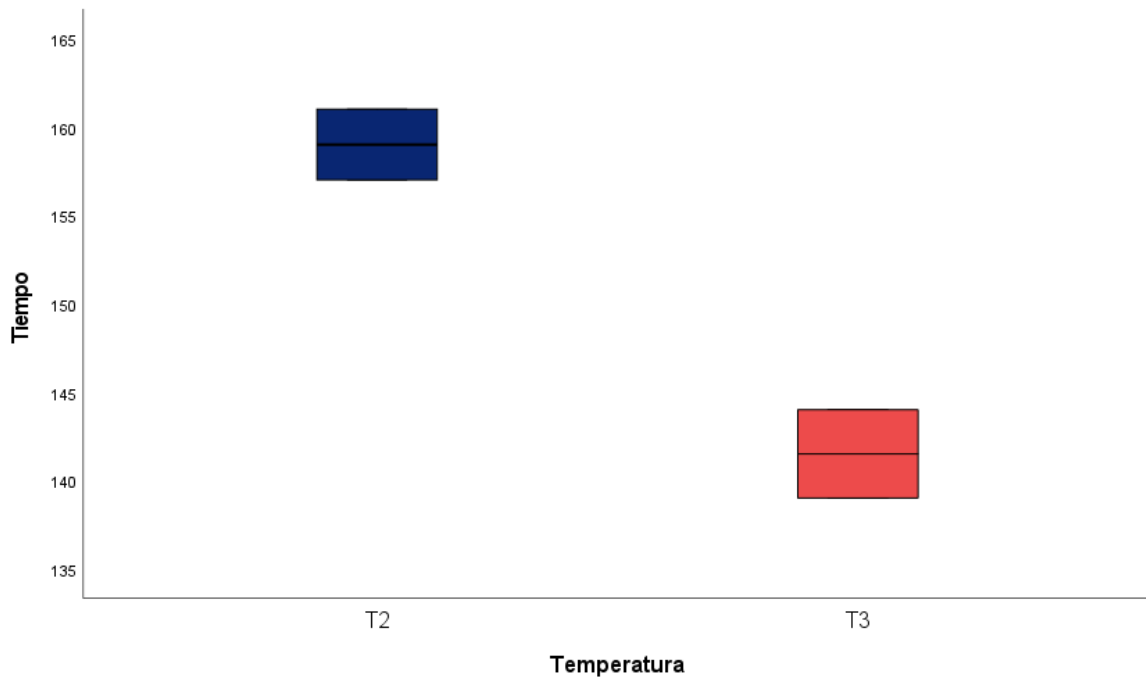


Figura 7. Comparación de temperatura y tiempo

En la tabla N°07 y figura N° 05 muestra la prueba t de student ($P \leq 0.05$), para el factor temperatura, donde se observa que el T2 disponible promedio se diferencia entre el conjunto de temperatura que está en evaluación durante el proceso de investigación. Por otro lado, las que aportan moderadamente al estudio es la T3, tal como se muestra en la tabla de diferencia de medias y el diagrama de cajas.

Tabla 9. Estadística de grupos de mecheros

	Mechero	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Tiempo	M1	2	152,50	12,021	8,500
	M2	2	148,00	12,728	9,000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas					prueba t para la igualdad de medias			
		Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		
								Inferior	Superior	
Tiempo	Se asumen varianzas iguales	,364	2		,751	4,500	12,379	-48,764	57,764	
	No se asumen varianzas iguales	,364	1,9	94	,751	4,500	12,379	-48,931	57,931	

Fuente: Elaboración propia

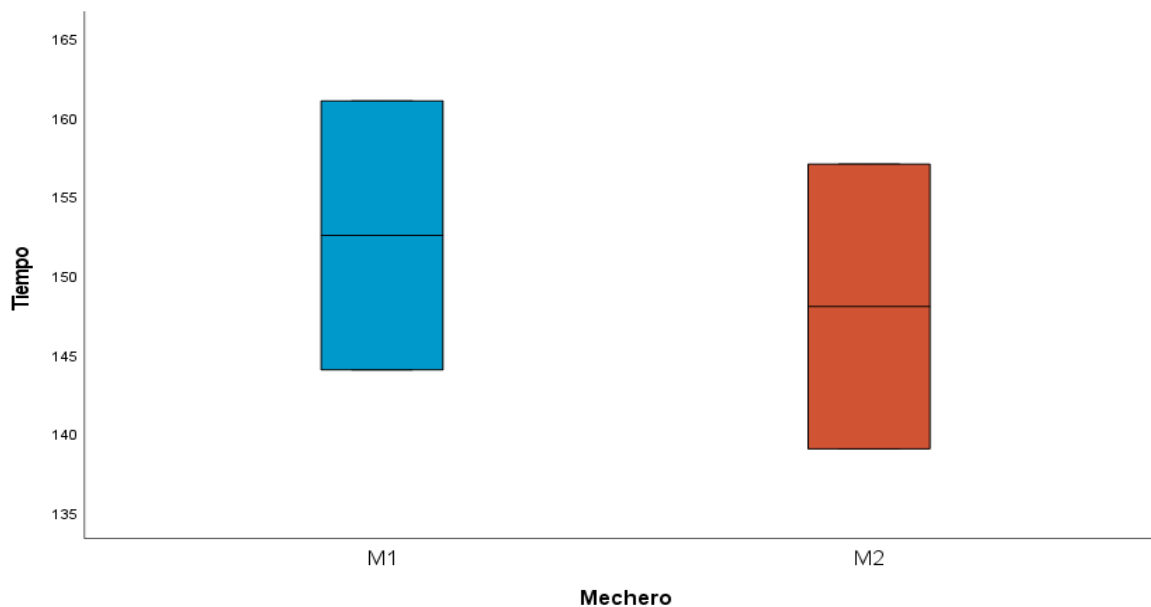


Figura 8. Comparativa de mechero y tiempo

En la tabla N°06 y figura N°06 muestra la prueba t de student ($P \leq 0.05$), para el factor mechero, donde se observa que no existe diferencias estadísticas significativas; es decir los mecheros en estudio no se diferencian, tal como se muestra en la tabla de diferencia de medias y el diagrama de cajas.

4.3. Caracterización fisicoquímica del biodiesel

Tabla 11. Resultados de la prueba para verificar la inflamabilidad y duración del biodiesel en un mechero

N°	Muestra	Cantidad (ml)	Tiempo (Horas)
1	B1	10	10
2	B2	10	9
3	B3	10	9

Fuente: Elaboración propia

La temperatura es expresión física que nos indica el grado de calor o de frío de un cuerpo o del medio ambiente propio. Dichos grados de calor o de frío los podemos medir en grados Celsius, Kelvin o Fahrenheit.

Resultados de Biodiésel

Según la tabla N° 2 se tiene que los resultados del Biodiesel son:

Tabla 12. Resultados de informe de ensayo

ANÁLISIS	MÉTODO	RESULTADO	UNITS
pH (Acidez)	ASTM D 6423 - 20a (2020)	9.8	PH
Viscosidad Cinemática	ASTM D 445 - 21 (2021)	6.246	mm²/s
Numero de Ácido	ASTM D 664 - 18e2 (2018)	0.06	mg KOH/g

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3 se puede verificar los resultados del informe de ensayo CA2200475.001 en el cual se observan los resultados obtenidos de la muestra de Biodiesel los

parámetros físico químicos PH: 9,8 medianamente básico o alcalino, viscosidad cinemática a 40°C: 6,246 mm²/s dentro del rango máximo de 1,9 a 6,0; y el número de ácido: 0,06 mg KOH/g está mucho menor al máximo exigido de 0,5 mg KOH/g

RESULTADOS ESTADÍSTICOS

Análisis de la varianza

Tabla 13. Aceite

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Aceite		41.00		sd	0.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Analisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	Sc	g/l	Cm	F	P-valor
Modelo	17.82	3	5.94	sd	sd
Dato	17.82	3	5.94	sd	sd
Bloque	0.00	0.00	0.00		
Total	17.82	3			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Biodiesel

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Aceite		41.00		sd	0.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	Sc	g/l	Cm	F	P-valor
Modelo	63.77	3	21.26	sd	sd
Dato	63.77	3	21.26	sd	sd
Bloque	0.00	0	0.00		
Total	63.77	3			

Fuente: Elaboración propia

PARAMETRO DENSIDAD ACEITE USADO Y BIODIESEL PRODUCIDO

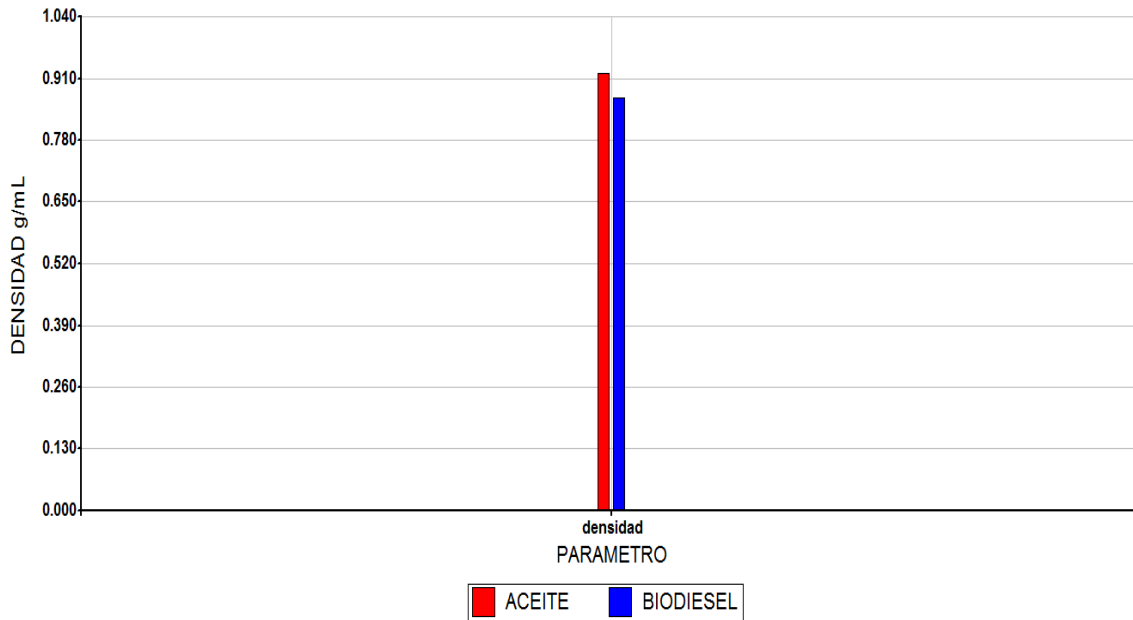


Figura 9. Parametro densidad aceite usado y biodiesel

En la **(Figura N° 09)** se puede evidenciar las diferencias en el parámetro físico densidad, donde en el aceite usado tiene un valor de 0,92 g/mL y en la producción del biodiesel baja a 0,87 g/mL, siendo el rango de la NTE INEN 2482:2009 en la fig. 3 es de 860 a 900 Kg/m³ siendo 0,86 a 0,9 g/mL encontrándose el Biodiesel en ese rango.

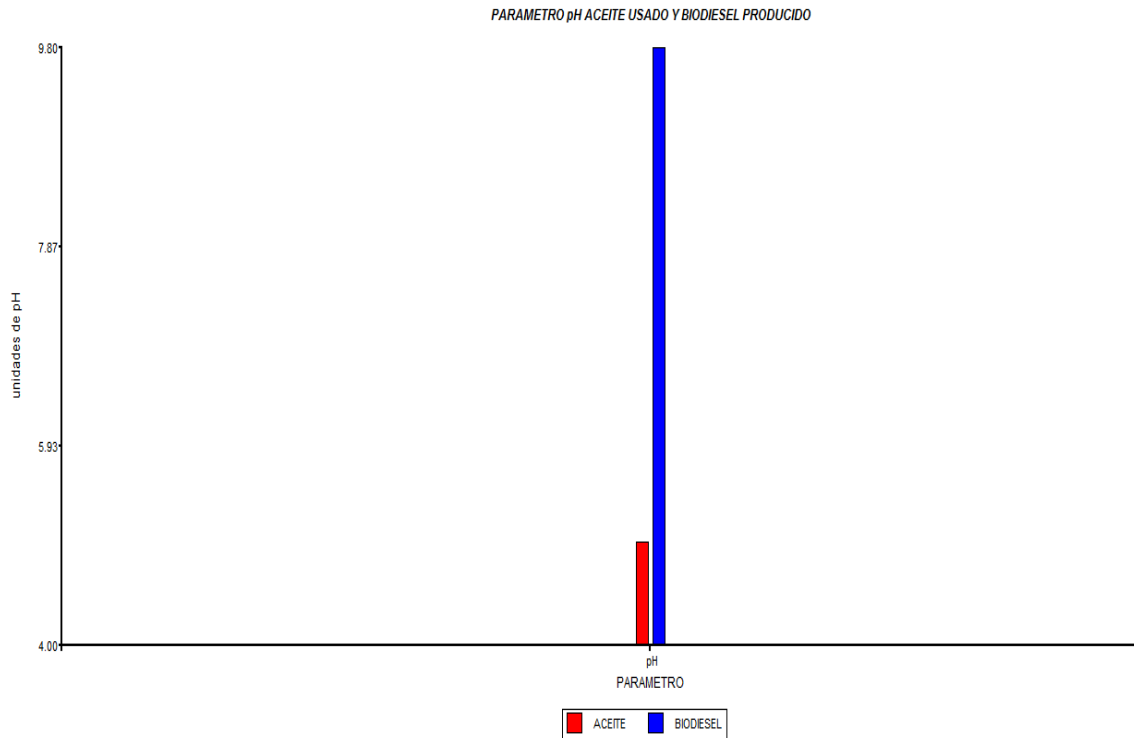


Figura 10. Parámetro físico químico Potencial de Hidrogeno (pH)

En la **(Figura N°11)** se puede evidenciar las diferencias en el parámetro físico químico pH, donde en el aceite usado tiene un valor de pH 5,0 ligeramente ácido y en la producción del biodiesel sube a pH 9,80 medianamente básico.

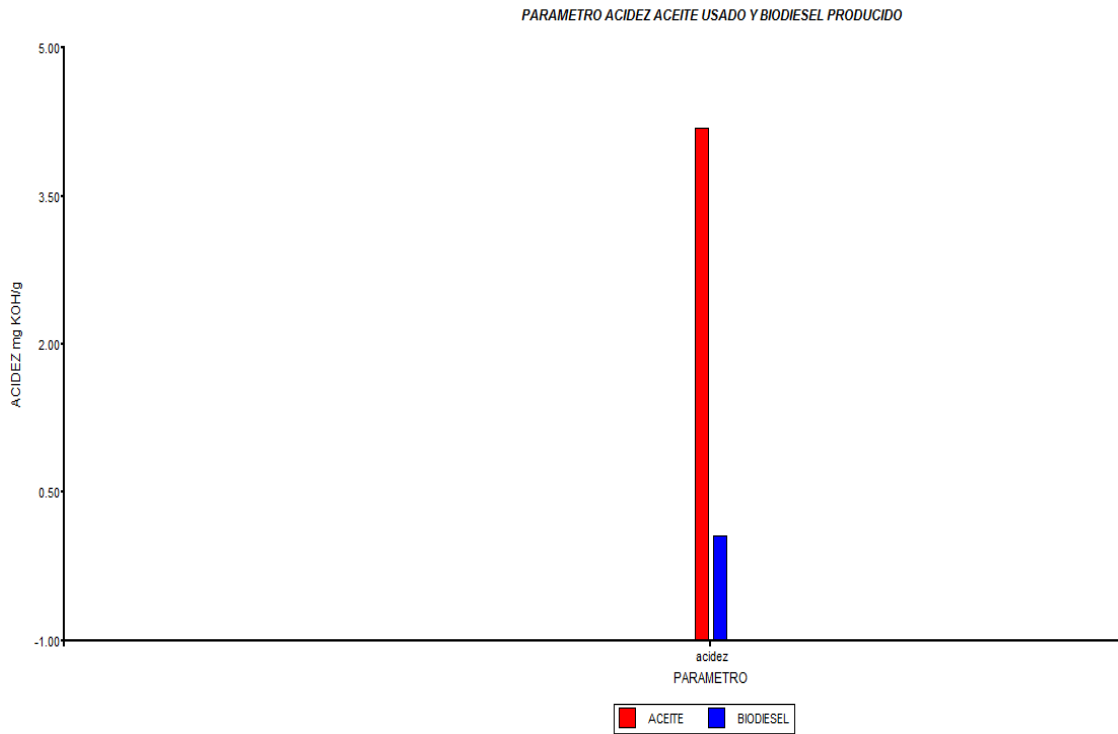


Figura 11. Parámetro de acidez y biodiesel producido

En la **(Figura N°13)** se puede evidenciar las diferencias en el parámetro físico químico número acidez, donde en el aceite usado tiene un valor de 4,18 mg KOH/g muy alto y en la producción del biodiesel baja a 0,06 mg KOH/g bajo al mínimo según la Norma Técnica Peruana NTP 321.125 2008 un valor de 0,5 mg KOH/g como máximo valor para un Biodiesel B100

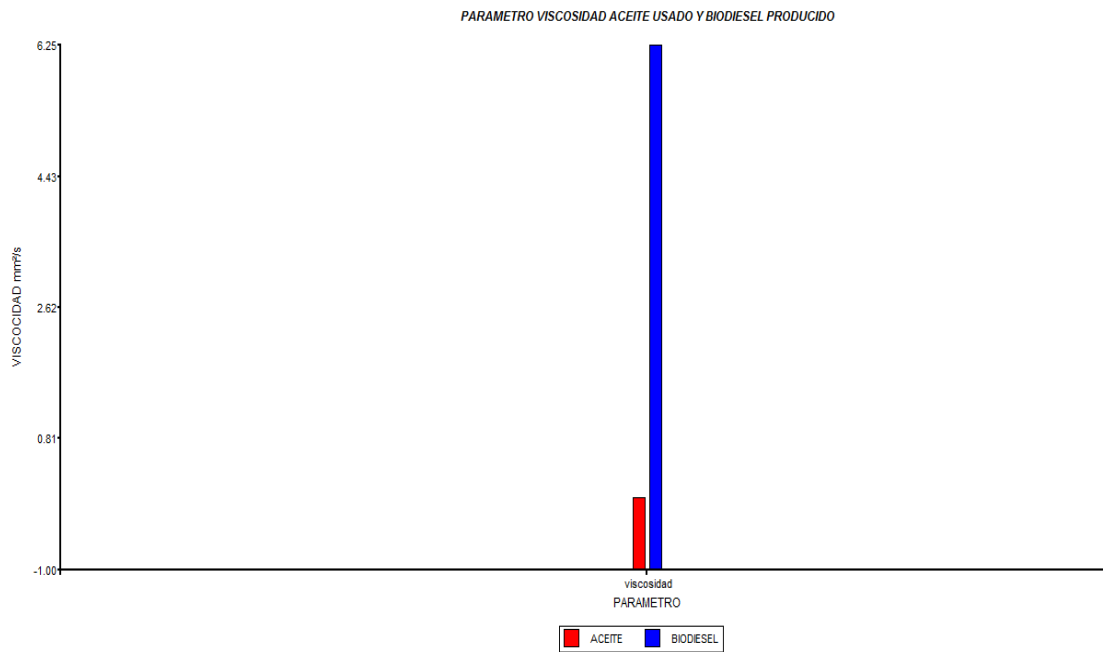


Figura 12. Parámetro viscosidad de aceite usado y biodiesel producido

En la **(Figura N° 15)** se puede evidenciar las diferencias en el parámetro físico químico viscosidad, donde en el aceite usado tiene un valor de 0.00 mg KOH/g muy alto y en la producción del biodiesel baja a 6.25 mg KOH/g bajo al mínimo según la Norma Técnica Peruana NTP 321.125 2008 un valor de 0,5 mg KOH/g como máximo valor para un Biodiesel B100

V. DISCUSIÓN

5.1. De la caracterización fisicoquímica del aceite usado

El aceite usado o residual debe tener un debido proceso de limpieza, se debe filtrar para quitar las impurezas, bajar la concentración de agua del aceite para que la reacción química se lleve a cabo con éxito indicado en el proceso de producción de biodiesel, si esto no se realiza puede no se obtenga biodiesel y si se obtiene no tendrá las mejores características físicas y químicas.

Debido a que el presente estudio no se centra en la investigación de aceite usado o residual, se analizaron parámetros básicos, esto en la recomendación de las investigaciones llevadas con anterioridad, debido a q las características físicas y químicas no influyen en gran magnitud en la producción del biodiesel, por el contrario el biodiesel producido debe someterse a diferentes ensayos, para determinar la eficiencia, poder calorífico y sostenibilidad económica. Cabe resaltar que el rango de temperatura idóneo para realizar el proceso de obtención de biodiesel a partir de aceite de usado está entre 55°C y 60°C según los resultados obtenidos.

5.2. Del rendimiento del biodiesel

De acuerdo con los resultados obtenidos se cumple con el objetivo específico N°2, se obtuvo un 57.3% de rendimiento de biodiésel en promedio, la cantidad de soda caustica añadida influye en el rendimiento de la producción final del biodiesel, debido a que en mayor porcentaje usado como catalizador en el proceso de transesterificación mayor es el rendimiento en biodiesel alcanzado. Esto se puede comprobar en la **(Tabla N° 06)** si se comparan lotes 2 y 5 que presentan porcentajes de rendimiento de 57.4% y 57.4%

De acuerdo con los resultados obtenidos existen también una relación en la temperatura que es de 60°C y una velocidad de agitación de 600 rpm, el cual influye en el tiempo de la transesterificación que es de 60 minutos y con lo que sostiene con respecto Barros (2014).

5.3. Caracterización fisicoquímica del biodiesel

Tabla 17. Resumen de Resultados de análisis físico químico al aceite usado y biodiesel producido

PARÁMETRO FÍSICO QUÍMICO ACEITE USADO Y BIODIESEL PRODUCIDO						
N °	MUESTR A	DESCRIPCIÓN	DENSIDA D g/mL	p H	ACIDEZ mg KOH/g	VISCOSID AD mm ² /s
		ACEITE USADO A		5,		
1	A1	RECICLAR	0,92	0	4,18	--
		BIODIESEL		9,		
2	B1	PRODUCIDO	0,87	8	0,06	6.246

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados obtenidos, podemos mencionar lo siguiente:

Las muestras según la **(Tabla N° 12)**, se puede observar que el aceite usado al ser convertido en Biodiesel tiene una densidad de 0,92 g/mL de pH 5,0 ligeramente ácido y de acidez 4,18 mg KOH/g y la muestra B1 del Biodiesel producido, se tienen los resultados de los parámetros físico químicos PH : 9,8 medianamente básico o alcalino, viscosidad cinemática a 40°C : 6,246 mm²/s dentro del rango máximo de 1,9 a 6,0; y el número de ácido : 0,06 mg KOH/g esta mucho menor al máximo exigido de 0,5 mg KOH/g, encontrándose dentro de los límites de los parámetros según la figura N° 2, es decir los parámetros son de un Biodiesel B100 según Proyecto Norma Técnica Peruana PNTP 321.125 2007 Comisión de reglamentos Técnicos y Comerciales Indecopi, 2007.

Tabla 5. Resumen de Resultados de la prueba para verificar la inflamabilidad y duración del biodiesel comparando con alcohol 96° en un mechero

PRUEBA DE INFLAMABILIDAD Y DURACIÓN DEL BODIESEL Y ALCOHOL 96°				
N°	MUESTRA	DESCRIPCION	CANTIDAD mL	TIEMPO (Horas)
1	B1	BIODIESEL PRODUCIDO	10	10
2	B2	BIODIESEL PRODUCIDO	10	9
3	B3	BIODIESEL PRODUCIDO	10	9
4	A1	ALCOHOL 96°	10	0.75
5	A2	ALCOHOL 96°	10	1.00
6	A3	ALCOHOL 96°	10	0.90

Las muestras según la tabla n° 5, A1 se puede observar que el aceite usado a ser convertido en Biodiesel tiene una densidad de 0,92 g/mL de pH 5,0

VI. CONCLUSIONES

1. Según el estudio realizado se evidencian las características fisicoquímicas del aceite usado (residual) muestran una ligera acidez en el pH esto tomando en cuenta las características fisicoquímicas del aceite sin usar. La variación ligera de un parámetro indica que la calidad del aceite es la adecuada para la elaboración del biodiesel, a la vez indicar que se deben realizar tratamientos básicos previos a la elaboración del biodiesel: un correcto almacenamiento, filtración y deshidratación, de esa manera garantizar que la producción sea la adecuada.

2. Se concluye que el biodiesel obtenido a partir de aceite residual de cocina en la ciudad de Moquegua es de 57.3 % en promedio, a la vez indicar que la eficiencia de combustión puesto a prueba a través de prueba de flamabilidad con 3 ml de biodiesel nos da un rendimiento de 4 horas esto a una altitud de 1218 msnm y a una temperatura de 23 °C. demostrado en el ensayo de flamabilidad con mecheros.

3. Finalmente se concluye que las características fisicoquímicas del biodiesel sufrieron cambios significativos a comparación del aceite residual, esto debido al proceso químico conocido como transesterificación, cabe resaltar que estos parámetros se encuentran dentro de los estándares de la Norma Técnica Peruana NTP 321.125 2008 Comisión de reglamentos Técnicos y Comerciales Indecopi, norma vigente en el mercado del biodiesel.

VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar un tratamiento previo al almacenar el aceite residual, indicar también que las personas involucradas en el proceso cuenten con la indumentaria necesarias para evitar contacto con la piel. Así realizar una caracterización de otros tipos de aceites con el fin de ampliar la adquisición de recursos primarios y así mismo indicar que tratamientos necesarios se puede aplicar a estos nuevos aceites residuales.

2. Realizar más ensayos de eficiencia, ya sea de flamabilidad y/o en un motor de combustión interna, para determinar con certeza la eficiencia del biodiesel producido. también se recomienda producir Biodiesel en una planta piloto para determinar las cantidades a nivel macro.

3. Realizar un análisis de parámetros adicionales recomendados por la Norma Técnica Peruana. NTP. Con el fin de obtener datos más certeros del biodiesel producido y si estas están en condiciones de competir en el mercado con los combustibles ya convenciones usados en la actualidad.

REFERENCIAS

ALVA, Miguel y CIPRA, Pedro. Estudio comparativo de los biodiesel. Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ingenierías, Escuela Académica Profesional de Ingeniería Química [en línea].2015. [Fecha de consulta: 17 de noviembre de 2022].

Disponible en <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/1833>

BARROS, Xian. obtención de biodiesel a partir de aceite de cocina usado de la ENM, Universidad de Vigo, Pontevedra – España [en línea]. (2015). [Fecha de consulta: 27 de noviembre de 2022].

Disponible:<http://calderon.cud.uvigo.es/bitstream/handle/123456789/67/Memoria%20Barros%20Pi%C3%B1eiro%20Definitiva.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CASTRO, Paula, COELLO, Javier. y CASTILLO, Liliana. Opciones para la producción y uso del biodiesel en el Perú. *Soluciones Prácticas-ITDG*. Sistemas [en línea].2007. [Fecha de consulta: 16 de noviembre de 2022].

Disponible en <https://practicalaction.org.pe/opciones-para-la-produccion-y-uso-del-biodiesel-en-el-peru/>

ISBN: 978-9972-47-139-0

CAMPOS, Chris, Delgado, Hermes y ESQUIVEL, Juan. Diseño de la línea de producción para la elaboración de biodiesel a partir de aceite residual recolectado de la industria chiflera piurana. Universidad de Piura, Facultad de ingenierías, Área departamental de Ingeniería Industrial y de Sistemas [en línea].2007. [Fecha de consulta: 16 de noviembre de 2022].

Disponible en

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3221/PYT_Informe_Final_Proyecto_Biodiesel.pdf?sequence=1

CASTRO Paula; CASTILLO Liliana; NAZARIO Mirtha. Producción de biodiesel a pequeña escala a partir de aceites usados en la ciudad de lima. [en línea] 2009. [Fecha de consulta: 30 de noviembre de 2022].

Disponible a: <http://www.funsepa.net/soluciones/pubs/MjM1.pdf>

CASTRO, Paula, COELLO, Javier. y CASTILLO, Liliana. Oportunidades (y puntos por resolver) para la producción y uso de biodiesel en el Perú. *Soluciones Prácticas-ITDG. Sistemas* [en línea].2007. [Fecha de consulta: 16 de noviembre de 2022].

Disponible en <https://core.ac.uk/download/pdf/48030234.pdf>

ISBN: 978-9972-47-136-0

DEMIRBAS Ayhan. Progress and recent trends in biodiesel fuels. *Energy Conversion and Management*, [en línea] 2009. Vol 50. pp 14-34. [Fecha de consulta: 30 de noviembre de 2022].

Disponible: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0196890408003294>

ISSN: 0196-8904

El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) y Asociación de empresas de petróleo, gas y energía renovable de américa latina y el caribe (ARPEL), Manual de biocombustibles, [en línea]. 2009. [Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2022].

Disponible a: <http://repiica.iica.int/docs/B2223e/B2223e.pdf>

ISBN13: 978-92-9248-121-6

FRANCO, Marta. Simulación del proceso de producción de biodiesel a partir de aceites vegetales. Projecte Final de Màster Oficial, UPC, Escola Tècnica Superior

d'Enginyeria Industrial de Barcelona, Departament d'Enginyeria Química, 2013.
[Fecha de consulta: 16 de noviembre de 2022]

Disponible a: <http://hdl.handle.net/2099.1/19694>

GARY, James y HANDWERK, Glenn. Refino de petróleo. *Editorial Reverté* [en línea].2003.
vol. 1 no 2, pp. 135. [Fecha de consulta: 15 de noviembre de 2022].

Disponible a: https://www.reverte.com/libro/refino-de-petroleo-tecnologia-y-economia_91555/

ISBN 8429192026, 9788429192025

HAWK, I. "adquirir biodiesel a partir del aceite de cosecha propia restante", para obtener el título de ingeniero ambiental en la Universidad Nacional Agraria de La Selva – Perú. [en línea]. 2012. [Fecha de consulta: 10 de November de 2022].

MAMANI, Edilberto. Obtención y caracterización de biodiesel a partir de desechos de aceite de la cocina del comedor universitario UNJBG, mediante transesterificación alcalina. Universidad nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna – Perú [en línea]. 2017. [Fecha de consulta: 29 de noviembre de 2022].

Disponible a: <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/1514>

OAI: 172.16.0.151:UNJBG/1514

MEHER, Lekha, SAGAR, D y NAIK, Satya. Technical Aspects of Biodiesel Production by Transesterification. *A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews* [en línea] 2006. Vol 10.pp 248-268. [Fecha de consulta: 30 de noviembre de 2022].

Disponible a: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032104001236>

ISSN:1364-0321

NARVÁEZ, Rincón, PAULO, César. Fuentes convencionales y no convencionales de energía: estado actual y perspectivas. *Ingeniería e Investigación*, [en línea] 2010.vol 30, pp 165-173. [Fecha de consulta: 28 de noviembre de 2022].

Disponible a: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=64316140016>

ISSN: 0120-5609

Norma Técnica Peruana (NTP). *Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-Biodiesel*. [en línea] 2008. [Fecha de consulta: 30 de noviembre de 2022].

Properties, Applications, History, and Market. En M. Pagliaro, *Glycerol: The Renewable Platform Chemical*. [en línea] 2017. [Fecha de consulta: 30 de noviembre de 2022].

Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/book/9780128122051/glycerol#book-info>

ISBN: 9780128123331

RINCÓN, Pablo. Fuentes convencionales y no convencionales de energía estado actual y perspectivas. *Ingeniería e Investigación*. [en línea] 2010. Vol 30. pp 165-173. [Fecha de consulta: 30 de noviembre de 2022].

Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/iei/v30n3/v30n3a16.pdf>

ISSN: 0120-5609

SHANG, Zhi-Hui y BALASUBRAMANIAN, Rajasekhar. Influence of butanol addition to Diesel – biodiesel blend on engine performance and particulate emissions of a stationary diesel engine, *Applied Energy* [en línea] 2014. vol. 119, pp 530-536. [Fecha de consulta: 28 de noviembre de 2022].

Disponible a: <http://scholarbank.nus.edu.sg/handle/10635/91024>

ISSN: 03062619

Secretaría de energía México (SENER). Energías Renovables para el desarrollo sustentable. México. [en línea] 2009. [Fecha de consulta: 30 de noviembre de 2022].

Disponible a: <https://gc.scalahed.com/recursos/files/r162r/w24105w/EnergiasRenovablesparaDSMexico.pdf>

ISBN: 970-9983-07-5

VICENTE, Ana. Obtención de biodiesel por transesterificación de aceites vegetales: nuevos métodos de síntesis. Universidad de Extremadura, España [en línea]. 2012. [Fecha de consulta: 29 de noviembre de 2022].

Disponible:
https://dehesa.unex.es/bitstream/10662/326/1/TDUEX_2012_Pardal.pdf

ANEXOS



Figura 13. Materia prima para producción de biodiesel



Figura 14. Materiales a utilizar para producción de Biodiesel



Figura 15. Producción de Biodiesel Colado



Figura 16. Producción de Biodiesel Soda Cáustica - Alcohol



Figura 17. Producción de Biodiesel Mezcla



Figura 18. Producción de Biodiesel mezcla y reacción



Figura 19. Producción de Biodiesel tras paso a vidrio



Figura 20. Muestra de Biodiesel Producido



Figura 21. Muestra de Biodiesel Producido glicerol



Figura 22. Muestra análisis de densidad al Biodiesel



Figura 23. Muestra de Biodiesel y puesto en mechero de lata



Figura 24. Inflamabilidad y duración de Biodiesel y alcohol 96° en mechero de lata



Figura 25. Medición de temperatura en aceite usado de cocina



Figura 26. Medición de Ph de aceite usado de cocina

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: PRODUCCION DE BIODIESEL A PARTIR DE ACEITE DE COCINA, EN LA CIUDAD DE MOQUEGUA, 2022.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
<p>PROBLEMA GENERAL: ¿Sera posible producir biodiesel a partir de aceite utilizado de cocina Moquegua, 2022?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS: ¿Cuáles son las características físicas y</p>	<p>OBJETIVO GENERAL: Producir biodiesel a partir de aceite utilizado de cocina Moquegua, 2022.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS : Determinar las propiedades físicas y químicas del aceite utilizado de cocina</p>	<p>HIPÓTESIS PRINCIPAL: Producir biodiesel a partir de aceite utilizado de cocina Moquegua, 2022.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS: Propiedades físicas y químicas del aceite utilizado de cocina en Moquegua 2022.</p>	<p>Variable Dependiente: Biodiesel</p> <p>Indicadores: -pH -Densidad -Índice de refracción -Corrosión (ASTM D130-10) -Viscosidad</p> <p>Variable Independiente: Aceite de cocina</p>	<p>Tipo de investigación: tipo experimental</p> <p>Nivel: Prospectivo transversal</p> <p>Diseño de investigación: Experimental</p> <p>Método: Los análisis físico químicos serán realizados utilizando las normas técnicas de análisis nacionales e internacionales.</p> <p>Población Población de la ciudad de Moquegua.</p> <p>Muestra Balde de 5 litros de Aceite usado de cocina de consumo</p> <p>INSTRUMENTOS</p>

<p>químicas del aceite utilizado de cocina Moquegua, 2022?</p> <p>¿Cuáles son las características físicas y químicas del biodiesel obtenido a partir de aceite utilizado de cocina Moquegua, 2022?</p>	<p>Moquegua 2022.</p> <p>Determinar las propiedades físicas y químicas del biodiesel producido a partir de aceite utilizado de cocina Moquegua, 2022.</p>	<p>Propiedades físicas y químicas al producir el biodiesel con el aceite utilizado de cocina Moquegua, 2022.</p>	<p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> -pH -Densidad -Índice de acidez -Índice de refracción - Temperatura (°C) -Tiempo de reacción (minutos) -Viscosidad (cP) -Viscosidad (mm²/s) 	<p>Equipos e instrumentos: balanza semi-analítica, agitador magnético, agitador magnético, viscosímetros para soluciones newtonianas, cocinas eléctricas, Equipo para medir el punto de combustión.</p> <p>Materiales: Buretas de 25 y 50 ml, vasos de precipitado de 100ml, de 250 ml, de 500 ml, probetas de 100 y 500 ml, petras de decantación, bombillas de succión de tres vías, matraz de Erlenmeyer de 500 ml, pipetas graduadas de 5 y 10 ml, varillas de vidrio.</p> <p>Reactivos: Papel indicador universal rango de PH 1-14, metanol, fenolftaleína e hidróxido de sodio.</p>
--	---	--	--	--



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, TELLO ZEVALLOS WILFREDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "PRODUCCION DE BIODIESEL A PARTIR DE ACEITE UTILIZADO DE COCINA, MOQUEGUA 2022", cuyos autores son FLORES MAMANI CRISTIAN JORGELUIS, CCOPACATI QUISPE JOHN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 06 de Abril del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
TELLO ZEVALLOS WILFREDO DNI: 45571102 ORCID: 0000-0002-8659-1715	Firmado electrónicamente por: TTELLOZE el 17-04- 2023 11:39:09

Código documento Trilce: TRI - 0540834