

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO
BENEDICTO XVI**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL**



**DETERMINACIÓN DEL TIPO DE RESIDUO ORGÁNICO QUE
AUMENTA EL RENDIMIENTO DE BIODIESEL PRODUCIDO**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO
AMBIENTAL**

AUTORES

Br. Alicia Katerine Guerrero Flores

Br. Francesca Stephany Desposorio Oruna

ASESOR

Luis Alberto Alva Reyes

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Procesos y tecnología

TRUJILLO-PERÚ

2022

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

Monseñor Dr. Héctor Miguel Cabrejos Vidarte, O.F.M.

Fundador y Gran Canciller de la UCT Benedicto XVI

Monseñor Dr. Héctor Miguel Cabrejos Vidarte, O.F.M.

Rector

Dra. Silvia Valverde Zavaleta

Vicerrectora Académica

Dr. Francisco Alejandro Espinoza Polo

Vicerrector de Investigación

Mg. Breitner Díaz Rodríguez

Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Mons. Ricardo Exequiel Angulo Bazauri

Gerente de Desarrollo Institucional

Ing. Marco Antonio Dávila Cabrejos

Gerente de Administración y Finanzas

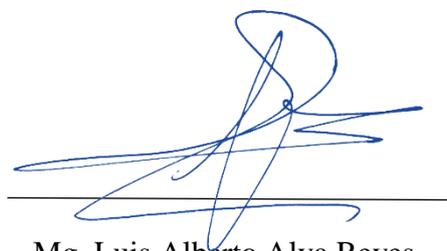
Mg. José Andrés Cruzado Albarrán

Secretario General

APROBACION DEL ASESOR

Yo Mg. Luis Alberto Alva Reyes con DNI N° 42013371 como asesor del trabajo de investigación “Determinación del tipo de Residuo Orgánico que aumenta el rendimiento de Biodiesel producido” desarrollada por los bachilleres Desposorio Oruna Francesca Stephany y Guerrero Flores Alicia Katerine con DNI N°75317540 y DNI N°71873961 respectivamente, egresadas del Programa Profesional de Ingeniería Ambiental, considero que dicho trabajo de titulación reúne los requisitos tanto técnicos como científicos y corresponden con las normas establecidas en el reglamento de titulación de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI y en normativa para la presentación de trabajos de titulación de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

Por tanto, autorizo la presentación del mismo ante el organismo pertinente para que sea sometido a evaluación por la comisión de la clasificación designado por el Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.



Mg. Luis Alberto Alva Reyes

ASESOR

DEDICATORIA

A Dios

Por permitirme tener vida y salud, por acompañarme en cada paso y decisión que he tomado en el transcurso de mi vida estudiantil y así haber culminado mi carrera profesional

A mis padres.

Ronald Guerrero, Orlando Guerrero, Maria Flores y a mi ángel en el cielo Lidia Vasquez, por brindarme su amor, apoyo incondicional y consejos para hacer de mí una mejor persona y así alcanzar una meta tan importante en mi vida

Mi familia

Ellos fueron mi soporte en todo momento, fueron mi fuerza y motivo para seguir adelante, se la dedico a mis hermanos para que puedan ver en mí un ejemplo a seguir adelante, mostrarles que los sueños si se cumplen, que todo es cuestión de esfuerzo y perseverancia y que a pesar de las adversidades siempre se tiene que seguir adelante.

Alicia Katerine Guerrero Flores

Autor

DEDICATORIA

A Dios.

Que siempre me mantuvo con salud y me permitió superar los obstáculos, que se me iban presentando día a día, a lo largo de mi carrera universitaria; dándome las fuerzas y la voluntad necesaria para salir adelante.

A mis padres.

Mis grandes pilares en la vida, que me han permitido desarrollarme en el ámbito académico y me han brindado el apoyo incondicional para ser una mejor persona y lograr ser una gran profesional.

A mi hermana Milagros

Quien es una razón más para seguir luchando por lograr mis metas y no darme por vencida.

Francesca Stephany Desposorio Oruna

AGRADECIMIENTO

A Dios por habernos guiado, protegido e iluminado a lo largo de nuestra vida universitaria. Por habernos otorgado una familia maravillosa quienes creyeron en nosotras siempre, dándonos ejemplo de superación, humildad y sacrificio; enseñándonos a valorar todo lo que tenemos, les agradecemos por haber fomentado en nosotras el deseo de superación, de triunfo y sobre todo por mostrarnos que en esta vida los sueños se cumplen A nuestros docentes, por compartir con nosotras sus conocimientos y en especial a nuestro asesor Luis Alberto Alva Reyes por brindarnos su apoyo y sus consejos cada vez que hemos necesitado

Los Autores

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Nosotras, Alicia Katerine Guerrero Flores con DNI 71873961, Francesca Stephany Desposorio Oruna con DNI 75317540, egresadas del Programa de Estudios de Ingeniería Ambiental de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI, damos fe que hemos seguido rigurosamente los procedimientos académicos y administrativos emanados por la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, para la elaboración y sustentación del trabajo de investigación titulado: “Determinación del tipo de Residuo Orgánico que aumenta el rendimiento de Biodiesel producido”, el cual consta de un total de 76 páginas, en las que se incluye 3 tablas y 14 figuras, más un total de 10 páginas en apéndices y/o anexos. Dejamos constancia de la originalidad y autenticidad de la mencionada investigación y declaramos bajo juramento en razón a los requerimientos éticos, que el contenido de dicho documento corresponde a nuestra autoría respecto a redacción, organización, metodología y diagramación. Asimismo, garantizamos que los fundamentos teóricos están respaldados por el referencial bibliográfico, asumiendo un mínimo porcentaje de omisión involuntaria respecto al tratamiento de cita de autores, lo cual es de nuestra entera responsabilidad.

Se declara también que el porcentaje de similitud o coincidencia es de 14%, el cual es aceptado por la Universidad Católica de Trujillo.

Los autores



71873961



75317540

ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	Problema de Investigación	1
1.1.	Planteamiento del problema	1
1.2.	Formulación del problema.....	3
1.2.1.	Problema general	3
1.2.2.	Problemas específicos.....	3
1.3.	Formulación de objetivos	3
1.3.1.	Objetivo General.....	3
1.3.2.	Objetivos Específicos	3
1.4.	Justificación de la Investigación.....	4
1.4.1.	Justificación Tecnológica	4
1.4.2.	Justificación Económica	4
1.4.3.	Justificación Socio - Ambiental.....	4
II.	Marco Teórico	1
2.1.	Antecedentes de la Investigación	1
2.2.	Referencial Teórico	6
2.2.1.	Residuo	6
2.2.1.1.	Tipos de residuos.	6
2.2.2.	Biomasa como fuente de energía	7
2.2.3.	Ventajas de la utilización de biomasa.....	8
2.2.4.	Desventajas de la utilización de la biomasa.....	9
2.2.5.	Análisis para determinar el potencial energético de lo biomasa	10
2.2.6.	Los Biocombustibles.....	11
2.2.7.	Biodiesel	13
2.2.8.	Producción de Biodiesel.	17

2.2.9.	Extracción del aceite.....	17
2.2.10.	Transformación del aceite en Biodiesel.....	19
2.3.	Formulación de hipótesis.....	21
2.3.1.	Hipótesis general.....	21
2.3.2.	Hipótesis específicas.....	21
2.3.3.	Operacionalización de variables.....	22
III.	METODOLOGÍA.....	23
3.1.	Tipo de investigación.....	23
3.2.	Diseño de investigación.....	23
3.3.	Población muestra y muestreo.....	23
3.3.1.	Población.....	23
3.3.2.	Muestra.....	23
3.4.	Técnicas e instrumentos de recojo de datos.....	24
3.5.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	24
3.6.	Ética Investigativa.....	27
IV.	RESULTADOS.....	28
4.1.	Presentación de Análisis de Resultados.....	28
4.1.1.	Caracterización de la cáscara de naranja, la semilla de la palta y el bagazo de la caña de azúcar.....	28
4.1.2.	Determinación del punto de inflamación dependiendo de cada residuo orgánico.....	30
4.1.3.	Determinación del cumplimiento de las propiedades fisicoquímicas del biodiesel obtenido por cada tipo de residuo orgánico, con la Norma Técnica Peruana NTP 321.125 2008.....	30
4.2.	Prueba de Hipótesis.....	33

4.2.1.	Determinación del punto de inflamación dependiendo de cada residuo orgánico	33
4.2.2.	Determinación del cumplimiento de las propiedades fisicoquímicas del biodiesel obtenido por cada tipo de residuo orgánico, con la Norma Técnica Peruana NTP 321.125 2008	34
4.3.	Discusión de resultados	38
V.	CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS	40
5.1.	Conclusiones.....	40
5.2.	Sugerencias.....	40
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
6.1.	Artículos Científicos.....	41
6.2.	Tesis.....	43
6.3.	Direcciones electrónicas	45
6.4.	Cartas Encíclicas	46
VII.	ANEXOS Y/O APÉNDICES	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Proceso de extracción de aceite crudo y biodiesel.....	18
Figura 2 Diagrama de flujo	26
Figura 3 Propiedades de los residuos orgánicos.....	29
Figura 4 Punto de Inflamación Punto de Inflamación.....	30
Figura 5 Viscosidad Cinemática a 40°C mm ² /s	31
Figura 6 Punto de Inflamación	31
Figura 7 Temperatura de destilación al 90% °C.....	32
Figura 8 Agua y sedimento %	32
Figura 9 Azufre %	33
Figura 10 Viscosidad cinemática a 40°C.....	34
Figura 11 Punto de inflamación	35
Figura 12 Temperatura de destilación	36
Figura 13 Agua y sedimento	36
Figura 14 Azufre %	37

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Países que elaboran combustible a gran escala.	15
Tabla 2 Ventajas y desventajas del biodiesel	16
Tabla 3 Operacionalización de variables	22

Resumen

Este trabajo de investigación tuvo como finalidad determinar el tipo de residuo orgánico que aumenta el rendimiento de biodiesel, de tal manera que se contribuya con la disminución de los impactos negativos generados por la utilización de combustión de fuentes fósiles. Para el alcance de dicho objetivo se llevó a cabo una revisión exhaustiva y sistematizada de documentos de sociedades científicas, teniendo como principal criterio de exclusión que el método utilizado sea la transesterificación básica, se realizó un diagnóstico inicial en el que se recopilaron datos de los distintos trabajos de investigación revisados, luego se llevó a cabo el proceso para la obtención de aceite y posterior a ello el biodiesel, así mismo se crearon gráficos en Excel para tener un mejor entendimiento de los resultados, logrando así, evaluar que el biodiesel a base de semilla de palta es mejor que el biodiesel obtenido por residuo de cáscara de naranja y de bagazo de caña, pero no por mucha diferencia.

Palabras clave: Biodiesel, residuo orgánico, semilla de palta, transesterificación básica.

Abstract

The purpose of this research work was to determine the type of organic waste that increases the yield of biodiesel, in such a way that it contributes to the reduction of the negative impacts generated by the use of combustion of fossil sources. To achieve this objective, an exhaustive and systematized review of documents from scientific societies was carried out, with the main exclusion criterion being that the method used was basic transesterification. An initial diagnosis was made in which data from the different revised research works, then the process for obtaining oil and after that the biodiesel was carried out, likewise graphs were created in Excel to have a better understanding of the results, thus achieving, to evaluate that the biodiesel based on Avocado seed is better than biodiesel obtained from orange peel residue and cane bagasse, but not by much difference.

Keywords: Biodiesel, organic waste, avocado pit, basic transesterification, catalyst

I. Problema de Investigación

1.1. Planteamiento del problema

Actualmente la contaminación ambiental es uno de los grandes problemas en el mundo, dentro de las distintas fuentes que la causan tenemos al uso de combustibles fósiles, los cuales son utilizados en actividades cotidianas mediante el empleo de energía, por ejemplo, al preparar un café por la mañana, utilizar un medio de transporte o al usar el teléfono móvil; estamos tan acostumbrados a contar con la energía, que no imaginamos todo el trabajo que existe detrás para generarla. Generalmente la energía se obtiene por medio de la combustión de fuentes fósiles, liberando compuestos químicos como dióxido de carbono, óxido de nitrógeno, azufre, metano; principales agentes que contribuyen a la contaminación atmosférica, efecto invernadero y calentamiento global.

GREENPEACE (2021) señala que, la contaminación a nivel mundial por emisiones de dióxido de carbono debido al uso de combustibles fósiles como fuente de energía, se incrementó en un 62% desde 1990 hasta el año 2019. La contaminación por la combustión de los derivados del petróleo nos perjudica de distintas maneras, en especial mediante el cambio de la calidad del aire. De acuerdo con la Organización Panamericana de la Salud (OPS) en el 2012, fueron aproximadamente 7 millones de personas en todo el mundo, las que fallecieron en consecuencia de enfermedades causadas por la contaminación del aire como cardiopatía isquémica, accidente cerebrovascular, neumopatía obstructiva crónica, entre otras. (OPS, 2014).

Entre los países con una alta tasa de contaminación atmosférica a nivel mundial tenemos a China, Estados Unidos, India, Rusia y Japón, respecto a América Latina los países que figuran son Perú, Chile, México, Brasil, Colombia y Puerto Rico. (Pasquali, 2019). Cabe mencionar que en México el 64% de las emisiones que contribuyen a la contaminación, hacen referencia a uso de combustibles fósiles. Según el informe “No apto para pulmones pequeños. Diagnóstico de calidad del aire y el derecho de niñas, niños y adolescentes al aire limpio”, solamente en México, todos los años mueren

aproximadamente 1680 menores de 5 años, debido a enfermedades causadas por la contaminación del aire. (GREENPEACE, 2021).

Es preciso mencionar, que en el Perú la principal fuente de la contaminación atmosférica relacionado con la combustión de energías fósiles, es el incremento continuo del parque automotor, además de los gases y polvos provenientes de las distintas industrias del ámbito de la pesca, la minería, la metalurgia, entre otras. Entre el 2010 y el 2016 se ha estimado un crecimiento en la cantidad de muertes, como consecuencia de la enfermedad de infección respiratoria aguda baja y la enfermedad isquémica del corazón; enfermedades que son atribuibles a una mala calidad del aire. (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2019)

Si nos centramos en la ciudad de Trujillo podemos decir que, como mencionamos anteriormente el motivo mayor de la contaminación es el parque automotor, en especial aquellos autos, combis y micros que tienen entre 20 y 40 años de antigüedad, de tal manera que generan una cantidad considerable de gases que resultan dañinos para la salud, tales como el monóxido de carbono, dióxido de azufre y sulfuro de hidrógeno. Por otro lado, una fuente más de contaminación lo conforman las más de 20 carboneras ubicadas en la provincia del Porvenir, las cuales en su mayoría no cuentan con mallas de seguridad exigidas por ley, para impedir la salida de las partículas resultantes del procesamiento de carbón. (Bocanegra, 2014)

Debido a la problemática existente, teniendo en cuenta que las principales fuentes energéticas son fósiles (carbón mineral, gas natural y petróleo), energías que en algún momento se agotarán, se están buscando fuentes renovables como el aprovechamiento de energía solar, eólica, geotérmica y biomasa. De esta última (Biomasa) cabe mencionar que no solo se puede aprovechar los residuos orgánicos para la producción de compost, actividad que se viene realizando años atrás, sino también se puede generar bioenergía (biocombustibles), alternativa que ayuda mitigar la contaminación atmosférica. Es por ello que en este proyecto de investigación se abordará el tema de cómo transformar los residuos: semilla de palta, bagazo de caña y cáscara de naranja, en un combustible que sea amigable con el medioambiente, como lo es el

biodiesel y así contribuir a la minimización de CO₂ y a que otros contaminantes atmosféricos pululen en el ambiente, causando enfermedades crónicas y deterioro del planeta.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el tipo de residuo orgánico con el que aumenta el rendimiento en la producción de biodiesel?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuáles son las características que tienen, la semilla de palta, la cáscara de naranja y el bagazo de la caña de azúcar?
- ¿Cuál es el biodiesel que posee mayor punto de inflamación, dependiendo del tipo de residuo orgánico?
- ¿Las propiedades fisicoquímicas del biodiesel obtenido por cada tipo de residuo orgánico, cumplen con la Norma Técnica Peruana NTP 321.125 2008?

1.3. Formulación de objetivos

1.3.1. Objetivo General

Determinar el residuo orgánico con el que aumenta el rendimiento en la producción de biodiesel.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar la cáscara de naranja, la semilla de la palta y el bagazo de la caña de azúcar.
- Determinar cuál es el biodiesel que posee mayor punto de inflamación, dependiendo del tipo de residuo orgánico.
- Determinar si las propiedades fisicoquímicas del biodiesel obtenido por cada tipo de residuo orgánico, cumplen con la Norma Técnica Peruana NTP 321.125 2008.

1.4. Justificación de la Investigación

1.4.1. *Justificación Tecnológica*

Esta investigación presenta una justificación tecnológica ya que plantea la obtención de un producto que requiere la utilización de diferentes procesos, tales como, arrastre por vapor, hidrólisis, pirólisis, transesterificación, para obtener tecnologías de segunda generación, como lo es el biodiesel. Cabe resaltar que el biodiesel no será el único producto a obtener, sino además se producirá glicerina, insumo que es utilizado en la fabricación de jabón, cremas y cosméticos; muy aparte de la producción de composta con el sobrante de la biomasa.

1.4.2. *Justificación Económica*

Actualmente el consumo de fuentes fósiles para la producción de combustible ha ido incrementado, debido al crecimiento de la población, aumento de industrias y del parque automotor, implicando una mayor demanda de combustibles fósiles e indirectamente contribuyendo al agotamiento de los recursos para la producción de estos, causando así un elevado precio para la adquisición de este producto. Es por ello que esta investigación se basa en la producción de biodiesel a partir de la biomasa que será más económico, teniendo en cuenta que lo que se quiere lograr es un buen posicionamiento en la sociedad.

1.4.3. *Justificación Socio - Ambiental*

Este trabajo presenta justificación socio - ambiental, ya que, debido al incremento del uso de combustibles fósiles, los químicos liberados de la combustión de éstos, tales como dióxido de carbono, metano, óxido nitroso; son los principales causantes del deterioro de la capa de ozono y de la producción de ozono troposférico. Además, ocasiona diversas afecciones al sistema respiratorio

de las personas que se encuentren expuestas a dichos gases, es por ello que se busca evitar dichos efectos sobre la salud, especialmente de los más pobres, como lo indica el papa Francisco en su encíclica (Francisco, 2015); es preciso trabajar en la mitigación de la contaminación ambiental y así evitar que las personas de sectores más pobres, se enfermen a causa de la inhalación de elevados niveles de humo que procede de los combustibles usados para cocinar o para calentarse; además de los gases provenientes de las grandes industrias. Asimismo, otro fin de esta investigación es ayudar a erradicar la contaminación del suelo y agua, por la aglomeración de residuos sólidos que se observa, en los diferentes puntos de la ciudad de Trujillo y de tal manera, aportar con los objetivos de desarrollo sostenible, principalmente con el objetivo número 7 “Garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos y el objetivo número 13 “Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos” los cuales tienen una meta para el año 2030, que es aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas y así brindar a la población, biocombustibles transformados gracias a tecnologías limpias. (Naciones Unidas, 2018).

II. Marco Teórico

2.1. Antecedentes de la Investigación

Feyt & Villanueva (2009) llevaron a cabo un estudio titulado “Obtención de biodiesel a partir de un residuo de la industria azucarera”, que su objetivo principal fue producir biocombustibles renovables: biodiesel, a partir del aceite presente en los residuos de la industria azucarera: cachaza; con nafta comercial para extraer biodiesel usando etanol ultrafino como agente de transesterificación. Para lograr este objetivo, se realizó una búsqueda bibliográfica para seleccionar las variantes de producción y materias primas más viables para el proceso, de las cuales los catalizadores de aceite de Cachaza, etanol y etóxido de sodio fueron las variantes más importantes. El método utilizado para llevar a cabo la reacción de transesterificación fue etanol con una pureza de 96 ° GL y un reactor discontinuo agitado con proporciones de alimentación de 3,5 y 15 moles de etanol por mol de aceite, este último llevó a la formación de jabón durante la reacción. Finalmente se obtuvo que la conversión del aceite resultó ser aceptable (73%), además de la obtención de Biodiesel, como coproducto se obtuvo Alcoholes de Alto Peso Molecular (AAPM).

Martínez (2015) llevó a cabo un estudio denominado “Obtención de biodiesel a partir del aceite de cachaza, residuo de la industria azucarera” el cual tuvo como finalidad desarrollar una metodología a nivel de laboratorio que permita obtener biocombustibles a partir del aceite de cachaza procedente de la industria azucarera. Para ello, se realizó una revisión bibliográfica del tema para tratar de comprender en detalle la producción, perspectivas, limitaciones, ventajas y desventajas del biodiesel y las diferentes características de las materias primas utilizadas. Además, se ajustó al método seleccionado en la referencia para obtener biodiesel a partir de aceite extraído de Cachaza, un nuevo biocombustible alternativo que no tiene precedentes en Cuba. Finalmente, se realizó una caracterización preliminar del biocombustible obtenido para determinar su punto de inflamación, debido a que este parámetro es un factor determinante a la hora de definir la mezcla como combustible. Se obtuvo biodiesel a partir de metanol y etanol, el cual resultó tener un punto de inflamación superior al valor mínimo exigido por la norma internacional ASTM.

Hiwot (2016) realizó un trabajo titulado “Determination of oil and biodiesel content, physicochemical properties of the oil extracted from avocado seed (*Persea americana*) grown in Wonago and Dilla (gedeo zone), southern Ethiopia” cuyo objetivo fue la extracción de aceite y la obtención de biodiesel, utilizando las semillas de palta. Para ello, las semillas se recolectaron, luego se secaron en un horno y se trituraron hasta convertirlas en polvo con un mortero; se utilizó una extracción Soxhlet para la extracción del aceite y el disolvente utilizado para la extracción de aceite fue n-hexano. Se determinó el contenido de aceite, el contenido de biodiesel y los parámetros físicoquímicos del aceite y del biodiesel; teniendo que el porcentaje de aceite y biodiesel fue de 27,6% y 95,2% para la semilla de palta cultivada en Wonago y 27,2% y 94,86% para la semilla de palta cultivados en Dilla respectivamente.

De Leon *et al.* (2016) realizaron un trabajo titulado “Diseño de una planta de obtención de biodiesel a partir de un residual de la industria azucarera (cachaza)”, Su propósito fue analizar las tareas de inversión y planificación, y realizar un análisis técnico y económico de la posibilidad de la Compañía Miel Heriberto, para la producción de biodiesel a escala industrial. Para ello, se realizó una extensa búsqueda bibliográfica en el tema de biocombustibles y biodiesel con el fin de seleccionar las variantes de producción y materias primas más factibles para el proceso, entre las que destacaron los catalizadores de aceite de Cachaza, etanol y etóxido de sodio como las variantes más atractivas. La parte principal del trabajo incluyó tareas de inversión y planificación, luego se determinó el tamaño de los equipos de la planta de producción de biodiesel con base en los granos de café remanentes proporcionados por la empresa de miel.

Sharikh *et al.* (2018) llevaron a cabo una investigación titulada “Potassium carbonate from pineapple and orange peels as catalyst for biodiesel production” que tuvo como finalidad principal, informar sobre el estudio del carbonato de potasio, K_2CO_3 procedente de cáscaras de piña y naranja como catalizador heterogéneo para la producción de biodiesel. K_2CO_3 . Para lograrlo, se procedió con el secado de la cáscara de la fruta antes de la calcinación a una temperatura que varió de $700\text{ }^\circ\text{C}$ a $1000\text{ }^\circ\text{C}$ durante 2 a 4 horas. Además, para determinar las propiedades físicoquímicas de la ceniza resultante, se emplearon análisis de infrarrojos por transformada de Fourier (FTIR) y microscopía

electrónica de barrido (SEM) para la caracterización del sólido. A través del análisis FTIR, se confirmó la presencia de carbonato; mientras que el análisis SEM reveló las propiedades morfológicas del catalizador. Finalmente se produjo biodiesel con el rendimiento más alto de 95,6% a 60 ° C, 2,75% en peso de catalizador y una relación molar de 12:1 de metanol a aceite.

Niju (2019) realizó un estudio llamado “Sugarcane bagasse derived biochar - a potential heterogeneous catalyst for transesterification process” que tuvo como objetivo principal, la producción de biodiesel mediante la explotación del recurso de biomasa bagazo de caña de azúcar (BCA) para el desarrollo de catalizadores y aceite de cocina de desecho (ACD) como materia prima lipídica. Para ello, el biocarbón se sintetizó a partir de BCA utilizando una técnica simple de activación-carbonización y la actividad catalítica del biocarbón, se determinó mediante la transesterificación de ACD. Asimismo, las propiedades del catalizador se estudiaron mediante difracción de rayos X, microscopio electrónico de barrido de emisión de campo (FESEM), técnicas de espectroscopía de rayos X de dispersión de energía (EDS) y espectroscopía de infrarrojos por transformada de Fourier (FTIR). El biodiésel sintetizado se analizó mediante resonancia magnética nuclear de protones, lográndose una conversión máxima de biodiésel del 98,94% con un catalizador del 10% en peso, una relación volumétrica de metanol a aceite de 1: 2, un tiempo de reacción de 120 min y una temperatura de reacción de 65 ° C.

Dagde (2019) llevó a cabo un estudio llamado “Extraction of Vegetable Oil from Avocado Seed for the Production of Biodiesel (Alkyl Ester)” teniendo como objetivo principal, la producción de biodiesel como alternativa al petrodiesel, a partir de la semilla de la palta. Para lograrlo, el aceite se extrajo usando un extractor soxhlet con n-hexano como disolvente y se transesterificó con metanol (relación de aceite a metanol 5: 1) usando hidróxido de potasio como catalizador en un tiempo de reacción de 15 minutos, obteniendo como resultado un rendimiento porcentual de biodiésel purificado del 78%. Las propiedades físicas y químicas del biodiésel en comparación con el biodiésel estándar y el diésel de petróleo indicaron que era de buena calidad, con una densidad relativa de 0,86, un índice de cetano de 62,2 y una viscosidad cinemática de 3,94 cSt.

Firdaus (2019) realizó una investigación llamada “Use of Mg-Al/hydrocalcite Catalyst in Biodiesel Production from Avocado Seed Oils: A Preliminary Study” que tuvo como fin principal, la producción de biodiesel a partir de aceites de semilla de palta, la cual se ha llevado a cabo utilizando el catalizador heterogéneo de Mg-Al/hidrocalcita. El proceso de transesterificación se realizó variando la temperatura de reacción y la relación molar aceite-metanol, siendo de 30, 40, 50 y 60°C, mientras que la relación molar aceite-metanol fue de 1:3, 1:6, 1:9 y 1:12, respectivamente. Los resultados mostraron que la condición óptima en la producción de biodiésel fue la relación molar aceite-metanol de 1:6 a una temperatura de reacción de 60°C durante 60 minutos y una cantidad de catalizador del 2%, ya que produjo un porcentaje de conversión de biodiésel del 15,90%. Sin embargo, estos resultados preliminares mostraron que el Mg-Al/hidrocalcita fue capaz de convertir los aceites de semilla de palta en biodiésel, aunque todavía necesita más análisis e investigación para que produzca un mayor porcentaje de conversión de biodiésel.

Valensya *et al.* (2020) llevaron a cabo un trabajo llamado “Utilization of Avocado Seed Waste as Raw Material for Producing Biodiesel with CaO Catalyst from Eggshell”, cuya finalidad fue utilizar residuos de semillas de palta como materia prima en la producción de biodiesel y residuos de cáscara de huevo como fuente de catalizador de CaO. Para lograrlo, se investigaron los diversos efectos de las condiciones de reacción, como la relación molar de metanol a aceite (3: 1-12: 1), el tiempo de reacción (30-120 min) y la cantidad de carga de catalizador (1-7% en peso); también se estudió la reutilización de catalizadores. El resultado mostró que el aceite de biodiesel más alto se obtuvo a partir de la reacción con 6:1 de relación de metanol a aceite, 60 min de tiempo de reacción, 5% en peso de carga de catalizador y el catalizador se puede reutilizar hasta 3 ciclos de reacción con un rendimiento superior al 75%. Por último, las propiedades fisicoquímicas del biodiesel producido cumplen con el estándar de calidad de biodiesel.

Akinfalabi *et al.* (2020) llevaron a cabo una investigación titulada “Synthesis of reusable biobased nano-catalyst from waste sugarcane bagasse for biodiesel production” que tuvo como propósito sintetizar nanocatalizadores de base biológica, utilizando bagazo de caña de azúcar residual para producir

biodiésel a partir de una materia prima de desecho económica: el destilado de ácidos grasos de palma (DAGP). Para ello, el bagazo de caña de azúcar residual (BCAR) se convirtió en biocarbón, seguido de sulfonación utilizando ácido clorosulfónico como reactivo sulfonante. Se optimizaron cuatro variables de sulfonación clorosulfónico para lograr las mejores condiciones; el tiempo de sulfonación, la temperatura de sulfonación, el biocarbón BCAR y el volumen de ácido. Obteniéndose que las condiciones óptimas eran; Temperatura de sulfonación de 300 ° C, 2 g de BCAR-biochar, 200 mL de HSO₃Cl y tiempo de sulfonación de 5 h. Se obtuvo un rendimiento de biodiesel del 98,6%, por lo tanto, los resultados obtenidos expusieron una factibilidad prometedora de la aplicación de biomasa residual y materia prima, como una opción alternativa para la síntesis de un catalizador ácido heterogéneo y la producción de biodiesel.

Carota *et al.* (2020) realizaron un estudio denominado “Orange peel waste based liquid medium for biodiesel production by oleaginous yeasts” con el objetivo de evaluar si el EPN (extracto de piel de naranja) podría actuar como la base de un medio líquido para la producción de lípidos microbianos. Para ello se llevó a cabo un cribado con 18 cepas de levaduras oleaginosas en un matraz agitado en el medio basado en EPN mostró que *Rhodosporidium toruloides* y *Cryptococcus laurentii*, dio los mejores resultados en términos de producción de lípidos (5,8 y 4,5 g L⁻¹, respectivamente) y acumulación (77 y 47% en materia seca, respectivamente). Finalmente se obtuvieron los rendimientos de biodiésel de los lípidos de la primera y la última cepa, los cuales fueron 36,9 y 31,9%, respectivamente.

Kumar, P. & Kumar, N. (2021) realizaron un estudio denominado “Process optimization for production of biodiesel from orange peel oil using response surface methodology” que tuvo como fin reducir el tiempo de proceso y el consumo de energía en la producción de biodiesel, por lo que fue necesario optimizar el proceso de producción, lo que se pudo realizar mediante la realización de varios experimentos. Para reducir el número total de experimentos de optimización, los investigadores utilizaron la herramienta de optimización, la cual proporcionó los parámetros óptimos con una pequeña cantidad de experimentos. En tal escenario, la metodología de superficie de respuesta (RSM) no solo reduce el número de experimentos, sino que también da las tendencias

en las que diferentes parámetros afectan los productos finales. Para concluir, el aceite de piel de naranja se convirtió en éster metílico de aceite de piel de naranja y el proceso se optimizó con la ayuda de RSM; después de la optimización, se encuentra que el rendimiento aumentó en más del 2% al usar RSM.

2.2. Referencial Teórico

2.2.1. *Residuo*

Hace referencia a todo tipo de objeto, material o elemento: sólido, líquido o gaseoso, el cual es producto del empleo de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicio; en las cuales el generador desecha, rechaza o entrega y que tiene la capacidad de ser aprovechado o convertido en un nuevo producto, con valor económico o de disposición final. (Resol, s.f.)

Montes (como se citó en Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA], 2014) plantea que los residuos sólidos pueden ser definidos como “aquellos materiales orgánicos o inorgánicos de naturaleza compacta, que han sido desechados luego de consumir su parte vital”. Asimismo, explica que “el concepto de residuo sólido es un concepto dinámico que evoluciona paralelamente al desarrollo económico y productivo”.

2.2.1.1. *Tipos de residuos.*

- **Residuos industriales.** Hacen referencia a los residuos resultantes de los diferentes procesos de la industria alimentaria, manufacturera o maderera. (ConCiencia, 2021)

Son aquellos residuos producidos en las distintas ocupaciones relacionadas con el rubro industrial, como lo son: manufacturera, minera, química, energética, pesquera, entre otras. Dichos residuos los podemos encontrar como: lodos, cenizas, escorias metálicas, vidrios, plásticos, papel, cartón, madera, fibras, los cuales regularmente se encuentran mezclados con sustancias alcalinas o ácidas, aceites pesados, además de los conocidos como peligrosos. (Sistema Nacional de Información Ambiental [SINIA], 2000).

- **Residuos urbanos.** Son aquellos residuos generados a diario, debido a la actividad del hombre en su hogar, generalmente estos residuos suelen ser biodegradables, como restos de alimentos, papeles, botellas etc. (ConCiencia, 2021).
- **Residuos Orgánicos.** Hacen referencia a los residuos que tienen origen biológico (vegetal o animal), los cuales tienden a descomponerse de manera natural, dando lugar a gases, tales como: dióxido de carbono y metano; además de la generación de lixiviados en los establecimientos de tratamiento y disposición final. Estos residuos son susceptibles de aprovechamiento y a través de la aplicación de determinado tratamiento, es posible la obtención de fertilizantes, abonos, etc. (OEFA, 2014)

Residuos ganaderos: Se refiere a los residuos resultantes del metabolismo de los animales como por ejemplo las heces. Estos residuos disponen de un gran potencial para la generación de energía, se puede producir de manera espontánea en la naturaleza o a través de la transformación que el hombre le puede dar, a través de diferentes procesos físicos, químicos o biológicos. (ConCiencia, 2021).

2.2.2. Biomasa como fuente de energía

Camargo & Williams (2012) nos indican que, para estudiar la biomasa como fuente de energía es necesario evaluar su potencial energético, el cual está referido como la energía química de la biomasa, que será transformada para su aprovechamiento energético.

Por ejemplo, en las Islas de Creta y Hoogwijk, se realizaron estudios a residuos vegetales y residuos animales, para evaluar su potencial energético; por otro lado, China, India, Filipinas, Sri Lanka y Tailandia evaluaron el potencial energético de residuos agrícolas, estiércol ganado y residuos urbanos. Así mismo en países como España y Estados Unidos se han elaborado cartografías, además de un atlas de los recursos de que brindan energía; para dar a conocer el potencial energético de residuos forestales, cultivos de maíz, el trigo y la cebada. Todo esto, con el fin de identificar adecuadamente la ubicación de la planta que transformará la biomasa en energía.

Colombia por su parte realizó un estudio energético de la potencialidad de los cultivos, reportándose así, 29 millones de toneladas de biomasa residual proveniente del bagazo de caña, panela, cascarilla de arroz, pulpa de café, palma de aceite, frijol y cebada; para su transformación en energía.

2.2.3. Ventajas de la utilización de biomasa

La biomasa de acorde a sus características es llamativa para emplearla en la producción de energía a diferencia de los combustibles fósiles convencionales.

2.2.3.1. Aprovechamiento completo. La biomasa ya sea sólida o líquida se puede aprovechar de diferente manera, con diferentes procesos (químicos, físicos, termoquímico, biológico), empleando diferentes tecnologías para poder satisfacer cada una de las exigencias de la sociedad.

2.2.3.2. No requiere nuevas tecnologías. La biomasa como fuente de energía fue utilizada por los primeros hombres que habitaron la tierra en la búsqueda de mejorar su estilo de vida y no se necesita de tecnologías de punta, ni de recientes adelantos tecnológicos para transformar dicha fuente en energía.

2.2.3.3. Reduce el deterioro medioambiental. En el proceso de aprovechamiento de la energía contenida en la biomasa, la fuente inicial de compuestos orgánicos oxidados es la captación de energía solar por parte de las plantas; y la base de todo el proceso de fotosíntesis y la producción de los compuestos es fijar el dióxido de carbono disponible en el aire y la liberación del oxígeno. Todos estos fenómenos conducen a que el dióxido de carbono liberado durante el uso de materiales de biomasa no aumente el nivel de esta, sino que la sustancia extraída de ella se descargue a la atmósfera; de esta forma, se puede decir que el balance de CO₂ es cerrado, esta característica tan ventajosa es única de la biomasa y de las energías renovables.

2.2.3.4. Ahorra divisas y disminuye la dependencia energética del exterior. Con el cultivo como la exploración de la biomasa para la elaboración de combustible autóctono, se disminuye la dependencia de adquirir energía y/o combustibles del exterior, de la misma forma se mejora y se genera equilibrio respecto la balanza comercial.

2.2.4. *Desventajas de la utilización de la biomasa*

Inga y Huamán (2016) señalan a continuación algunas desventajas.

2.2.4.1. Dispersión. Para cumplir con ciertos requisitos dentro de la generación de energía a través de la biomasa, es necesario elevados volúmenes de biomasa, el cual es un inconveniente por motivo que se necesitará grandes extensiones de tierra, además de la disposición de distintos tipos de biomasa vegetal y que a través de su mezclado se cumpla con lo que se necesita.

Asimismo, para transformar la biomasa agroganadera es más fácil ya que se puede elaborar energía en el mismo lugar, a diferencia de la biomasa vegetal que tiene que ser transportada para llevar a cabo el proceso de transformación.

2.2.4.2. Producción estacional. Teniendo en cuenta la variedad de cultivos en los que la biomasa vegetal está presente de diferentes formas, es obvio que se dispone de materias primas estacionales (en el momento de la cosecha). En esta sección, es importante poder tener tecnologías de uso de energía que puedan intercambiar biomasa con diversos tipos de biocombustibles sin diferencias significativas en el rendimiento energético. Además del almacenamiento y adquisición de nuevas especies más resistentes o especies con nuevas cualidades a través de la ingeniería genética y la biotecnología, también existe una forma de eliminar este inconveniente en las instalaciones que obtienen energía de las plantas de biomasa; que es conectando la tolva al quemador que mezcla la proporción adecuada de cada biomasa disponible en cada estación del año para mantener estable la energía térmica del sistema.

2.2.4.3. Baja densidad energética. La baja densidad energética de esta materia, influye en la estructura de las instalaciones, en el transporte y, se puede tornar poco competitiva respecto a otro tipo de combustibles; si bien es cierto, se están estableciendo varios procesos para revertir esta situación, como por ejemplo el briquetado, astillado, pero al hacer esto también se tiene otra desventaja respecto al aumento de costos.

2.2.4.4. Necesidad de acondicionamiento o transformación para su utilización. Hay casos en los que cierto tipo de biomasa se necesita aplicar ciertos tratamientos antes de que sea posible su uso; así como molido, tamizado, secado, etc. Aumentado de esta manera los costos de operación e instalación,

pese a esto estos procesos son necesarios porque es imposible obviar algunos, sin embargo, es el estudio económico el que decidirá hasta qué punto llegar.

2.2.4.5. Costo de recolección, transporte y almacenamiento. En la mayoría de los casos, la presencia de biomasa vegetal de cultivos u otros materiales residuales, significa que debe recolectarse una cantidad suficiente de combustible, lo que dará lugar a un aumento de los costos de recolección en relación con otras fuentes de energía. Si se trata de alimentos, los cultivos o procesos industriales que producen biomasa son ineficaces, la baja densidad conduce a mayores costos de transporte porque se necesita más para lograr el mismo suministro de energía que otros tipos de combustibles. En cuanto almacenamiento de acuerdo a las características físicas de la biomasa es necesario tener un amplio espacio para acondicionarla.

2.2.5. *Análisis para determinar el potencial energético de la biomasa*

El análisis fisicoquímico es el más importante para determinar el potencial de biomasa, estos análisis se expresan en base seca, por lo que lo primero que se debe hacer es determinar el contenido de humedad. Los análisis decretan los porcentajes de ciertas sustancias como azufre, carbono hidrogeno y nitrógeno. Asimismo, se determina el contenido de cenizas, material volátil y carbono fijo; como también proteínas, grasas y aceites; este análisis es importante para tener un alcance acerca del contenido de celulosa, lignina y hemicelulosa. Es importante mencionar que la humedad contenida en la biomasa afecta en la conversión en energía; es por ello que debe ser inferior a 50% ya que puede pasar por proceso de combustión directa, pirólisis o gasificación; en caso fuere lo contrario la biomasa con alta humedad antes de su conversión en energía pasaría por el proceso de secado. (Camargo & Williams, 2012)

El azufre por su parte forma escorias y óxidos muy contaminantes, el nitrógeno no aporta energía, pero genera gases tipo NOx que dependen de la cantidad y temperatura del proceso para que el contenido O2 presente en biomasa reduzca las necesidades de combustión; es por ello que las relaciones de H/C, C/N, O/C son importantes para determinar la eficiencia en la conversión de energía. Las cenizas representan la materia sólida no combustible en un material, si se tiene un alto contenido de cenizas en la materia se reduce el poder

calorífico, ya que éstas interrumpen el proceso de transmisión de calor. Una vez deducida la humedad, la pérdida de peso que sufre la muestra indica la cantidad de compuestos gaseosos producidos por la descomposición de materiales carbonosos. El carbono representa un compuesto que no se destila cuando se calienta el combustible, la cantidad de celulosa y lignina determinará el proceso de utilización de energía. La biodegradabilidad de la celulosa es mayor que la de la lignina, por lo tanto, los desechos que contienen carbono con alto contenido de celulosa son más fáciles de convertir que los desechos con alto contenido de lignina. (Camargo & Williams, 2012)

2.2.6. Los Biocombustibles

Son compuestos químicos líquidos o gaseosos, producidos por seres vivos denominados biomasa, este biocombustible mediante una reacción de combustión, libera energía contenida en sus componentes químicos, la cual ayuda a disminuir la contaminación atmosférica dada por las emisiones de CO₂ (Dávila & Cortés, 2017).

Sfratta (como se citó en Mollenido, 2017) afirma que, “Los biocombustibles son alcoholes, éteres, ésteres y otros compuestos químicos, producidos a partir de la biomasa de plantas, residuos de la agricultura, actividad forestal y una gran cantidad de desechos industriales sobre todo de la industria alimenticia” (p. 19).

Los biocombustibles son combustibles obtenidos mediante el tratamiento físico o químico de materia vegetal o residuos orgánicos. Los biocombustibles pueden obtenerse en forma sólida, gaseosa y líquida; de igual manera, se dividen en tres generaciones según el tipo de materia prima que se utilice para producirlos. La primera generación proviene de materias primas que también se utilizan como alimento, incluidas plantas ricas en azúcar, almidón y aceite

2.2.6.1. Tipos de biocombustibles.

- **Primera generación.** En esta generación se utilizan materia (plantas) ricas en azúcares, almidones y aceite, así como la caña de azúcar, girasol que se pueden transformar en biodiesel, no es muy recomendable su utilización por el riesgo que expone a la

seguridad alimentaria, pero todo depende del buen manejo. (Trejo *et al.*, 2019)

- **Segunda generación.** La materia prima a utilizar son cultivos no comestibles como higuera, pastos, jatrofa en general residuos de las diferentes actividades que realiza el ser humano (agrícola, ganadera, agroindustrial y urbanas). (Trejo *et al.*, 2019)
- **Tercera generación.** Estos biocombustibles tienen como fuente principal la utilización de algas, las cuales crecen en ambientes acuáticos marinos, se utilizan porque estas consumen grandes cantidades de CO₂ y durante su crecimiento, producen aceites, proteínas y carbohidratos. (Trejo *et al.*, 2019)

2.2.6.2. Principales biocombustibles.

Vásquez *et al.* (2016) mencionan que, los biocombustibles son una forma de obtener de energía a través de la biomasa, para el desarrollo de éstos existen diversas fuentes, tales como: los residuos resultantes del sector industrial; del sector de la agricultura, y también los residuos generados por el sector forestal, todos ellos se pueden emplear para la generación de electricidad, calor y, otras formas de bioenergía.

Entre los biocombustibles más producidos y utilizados, tenemos al biodiesel y al etanol; el etanol generalmente es obtenido de la biomasa proveniente de los residuos del maíz, caña de azúcar, remolacha, entre otros; éste hace posible la sustitución de los combustibles convencionales como lo es la gasolina en distintas proporciones; un litro de etanol equivale al 66% de la energía proporcionada por un litro de petróleo, sin embargo al ser mezclado con la gasolina para el transporte, su alto nivel de octano hace que se mejore el rendimiento. Por otro lado, el biodiesel proviene mayormente de la soya, aceites vegetales y grasas animales, también puede utilizarse como insumo a los aceites usados, los residuos de frutos y vegetales, tales como: cáscara de distintos frutos, bagazo de caña, la semilla y cáscara de palta, entre otros. Dicho biocombustible está destinado a la combustión en motores de ciclo diésel y además puede ser usado como aditivo en motores a gasolina. Contiene entre el 85% y el 95% del contenido de energía del diésel, mejora la lubricidad y su alto contenido de oxígeno hace fácil la combustión y de esa forma es posible la reducción de las

emisiones de gases contaminantes como los GEI. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2008 y Vásquez *et al.*, 2016)

2.2.7. Biodiesel

Es un compuesto de esteres monoalquílicos, de ácidos grasos de cadena larga, los cuales se convierten en éter metílico a través del proceso de transesterificación, en donde se mezclan los aceites de diferentes fuentes con alcohol y al resultado se le denomina biodiésel, además se puede utilizar parcial o totalmente como diésel para motores (Mollenido, 2017).

American Society for Testing and Materials (citado en Márquez, 2013) indica que, el biodiésel son ácidos grasos de cadena larga derivada de lípidos renovables, tales como, aceites vegetales y por tal razón, ayuda a la conservación del medio ambiente.

Puede ser utilizado como combustible para reemplazar al diésel, ya que éste es altamente contaminante, en cambio el biodiésel es producido por fuentes renovables (De la Cruz & Trujillo, 2017).

2.2.7.1. Antecedentes del biodiesel.

Las primeras pruebas técnicas con el biodiesel se realizaron en Austria y Alemania en 1982, sin embargo, la primera planta piloto productora de biodiesel, denominada “planta de metilester de aceite de semilla de canola o colza”, se construyó en 1985. En la actualidad, para la implementación del empleo de este biocombustible, se han llevado a cabo prototipos de máquina, as que posteriormente se han trasladado a instituciones dedicadas a la producción y venta de biodiesel. En distintos países como Argentina, Brasil, Colombia, Estados Unidos y Canadá; se han realizado la fabricación de dichos prototipos, a un nivel mayor y de diferentes escalas, dependiendo de la producción de dicho biocombustible en cada empresa, en algunos casos, dichas plantas son utilizadas en transportes privados. En todo el mundo, la fabricación de biodiesel que se llevó a cabo en el lapso de los años 1991 y 2005, tuvo como resultado un mayor desarrollo de manera significativa en los países

que lo produjeron; sin embargo, pese a ello, el uso de este biocombustible sigue siendo en su mayoría, para usos privado y personales de ciertas naciones. (Díaz & Quispe, 2018)

2.2.7.2. Biodiesel en el Perú.

Actualmente la demanda del gas natural se encuentra en un nivel regular, es por ello que el biodiesel podría ser una alternativa para alcanzar una autonomía energética, lo cual conlleva a la introducción de nuevos puestos de trabajo y un aumento de los recursos económicos. Por lo tanto, es de suma importancia la implementación de nuevos proyectos relacionados con la inversión privada y ligados al desarrollo de oferta de esta nueva opción para la generación de energía. En el Perú se puede apreciar un mayor consumo del combustible diésel comparado con el de las gasolinas y como consecuencia diariamente hay un incremento de la quema del uso de combustibles fósiles, lo que ha llevado a una alteración en el equilibrio ecológico de nuestro planeta a tal nivel que los efectos sobre el clima son cada vez más notables. En los últimos años el biocombustible en el Perú ha ido evolucionando proporcionalmente a la producción del Petróleo, ya que este es la mayor fuente de combustible empelada en el mundo y nuestro país no es ajeno a ello; sin embargo, a medida que pasa el tiempo y las tecnologías avanzan, el petróleo como materia prima ha ido disminuyendo porque está siendo remplazado en su gran mayoría por el consumo del Gas Natural y Energías Renovables. (Vásquez *et al.*, 2016)

2.2.7.3. Demanda del biodiesel.

Debido al gran impacto positivo que genera el biodiésel en el ambiente, ha generado que países estén desarrollando este biocombustible a gran escala (De la Cruz y Trujillo, 2012).

Países A continuación, una tabla con los principales países que elaboran este combustible.

Tabla 1
Principales países que elaboran combustible a gran escala.

Principales Países Productores De Biodiesel.						
(Millones De Toneladas)						
	País	2014	2013	2012	2011	2010
1	Usa	4,30	4,53	3,30	3,22	1,14
2	Indonesia	3,8	2,63	1,99	1,38	0,68
3	Brasil	3,00	2,56	0,39	2,35	2,10
4	Alemania	2,75	2,70	0,63	2,79	2,80
5	Argentina	2,05	2,00	0,45	2,43	1,82
6	Tailandia	1,00	0,95	0,92	0,79	0,65
7	Holanda	1,00	0,98	0,80	0,48	0,36

Nota. Extraído desde De la Cruz y Trujillo (2017).

2.2.7.4. Ventajas y desventajas del biodiesel.

Tabla 2
Ventajas y desventajas del biodiesel

Ventajas	Desventajas
Socioeconómicas	
Lograr la autosuficiencia de combustible para los productores agrícolas.	Altos costos de la materia prima.
Reduce la dependencia del país del suministro de combustibles fósiles.	Su costo puede ser incluso mayor que el del combustible diesel.
Genera nuevos trabajos.	En su producción genera un subproducto (Glicerina).
Ambientales	
Alta biodegradabilidad.	
No contiene azufre.	Al obtener la materia prima se puede incurrir en la deforestación.
No contribuye al aumento de emisiones de CO ₂ .	Emisiones de óxidos de nitrógeno.
Permite reducir la contaminación por el mal vertimiento de los aceites.	
Seguridad, Almacenamiento Y Transporte	
Transporte y almacenamiento seguro porque su punto de inflamación es 150	Absorbe el agua del ambiente.
	Vida útil 6 meses.

Nota. Extraído de Abad *et al.* (2013)

2.2.7.5. Parámetros para la producción de biodiésel

- **Humedad.** La humedad y/o el agua, presente en la materia prima (aceite), afectan directamente al rendimiento de biodiésel, debido a la producción de jabón, afectando directamente a la eficacia de los catalizadores (Barriga, 2011).
- **Ácidos grasos libres.** Barriga (2011) menciona que, la cantidad de los ácidos grasos libres presentes en la materia prima deben ser mínima (2%), puesto que, en el proceso de transesterificación, estos tienden a formar jabones en lugar de ésteres metílicos, por consecuencia, el rendimiento de biodiésel no será el esperado.
- **Temperatura:** La temperatura varía según el tipo de materia prima que se utilice, no obstante, muchos investigadores coinciden en que la temperatura óptima oscila entre 45° y 65°, puesto que, si se supera esos rangos el rendimiento de biodiésel sería bajo (Barriga, 2011).
- **Agitación:** Barriga (2011) menciona que, para la obtención de biodiésel es muy importante tener en cuenta el proceso de agitación y/o las revoluciones por minuto. Las agitaciones óptimas son 360 RPM Y 600 RPM, obteniendo de tal forma, un 89% de rendimiento de éster metílico.
- **Tiempo de reacción:** Los catalizadores que se utilizan son ácidos, enzimas y bases. Dichas bases, por su parte, tienden a realizar el proceso de transesterificación más rápido, siendo el catalizador base más utilizado, el hidróxido de sodio, por ser económico y eficaz (Barriga, 2011).

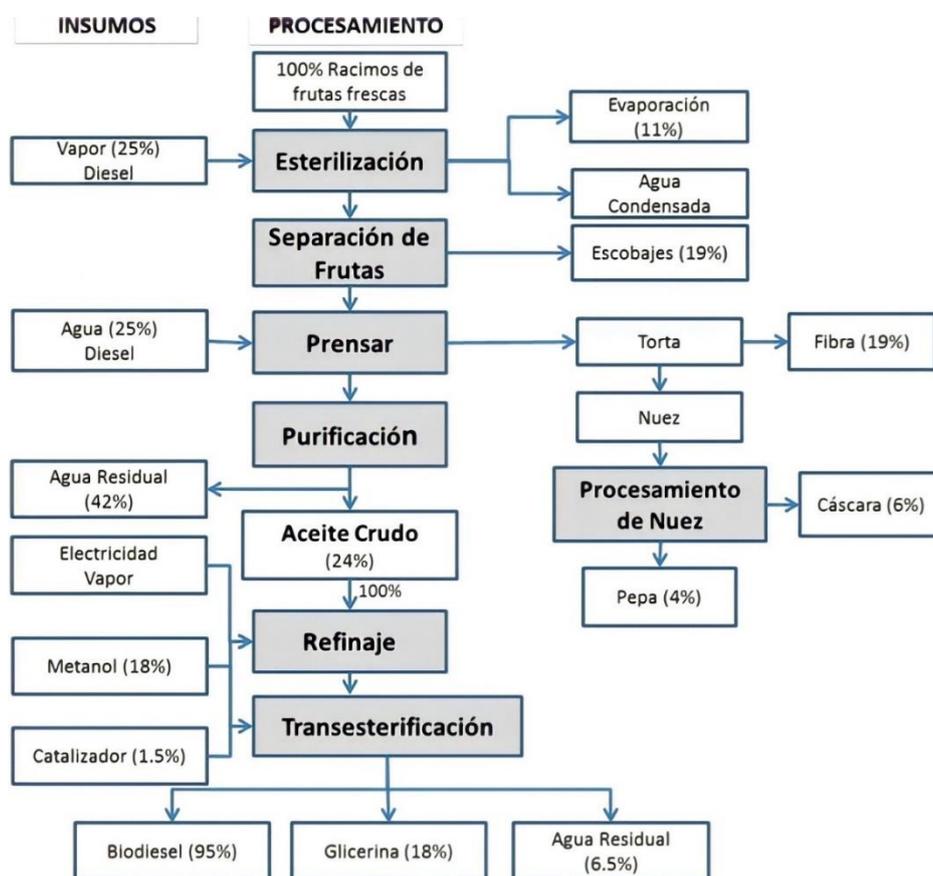
2.2.8. Producción de Biodiesel.

2.2.9. Extracción del aceite.

Binda *et al.* (2012) señala que, El proceso de extracción de aceite de forma mecánica se da mediante el uso de prensas, aplicando trabajo mecánico sobre las semillas extrayéndose así el aceite crudo de forma directa quedando al final residuo con un cierto porcentaje de aceite el cual se extrae con la aplicación de solventes tales como hexano, metano, etc y a esta mezcla (aceite + disolvente) obtenida de los dos productos se le llama “Micela” y a la parte sólida se le denomina “Harina”; generalmente para la

producción de biodiesel se utilizan métodos como la molienda, prensado y extracción por solventes.

Figura 1
Proceso de extracción de aceite crudo y biodiesel



Nota. Extraído de Vásquez *et al.* (2016)

- **Prensado.** El objetivo de este método es la separación de dos fases de sólido a líquido mediante el proceso compresión, es decir, la presión se aplicará mediante el movimiento de las paredes de retención.

Prensado en frío. El prensado en frío es un proceso sencillo que consta de una sola etapa, pero que para su mayor eficiencia se recomienda realizarlo en dos etapas o pasos; el dispositivo a utilizar es muy sencillo, tiene bajo costo de operación, bajo consumo de energía y además el aceite obtenido está libre de fósforo obteniendo una valiosa cantidad de sustancias; cabe resaltar que todo este proceso se lleva a cabo sin que se le realice un tratamiento previo a las semillas o materia prima. (Balboa, 2015)

Prensado en caliente. En este proceso la obtención de aceite es mayor al obtenido en el prensado en frío, contiene mayor cantidad de fosfolípidos y para ello se requiere un desgomado de aceite; Este proceso es más exigente y además las semillas y/o materia prima requiere un tratamiento previo. (Balboa, 2015)

- **Arrastre por vapor.** Casado (2018) nos dice que este proceso es el más utilizado para la obtención de aceite, mediante el uso de vapor de agua se vaporizan los compuestos volátiles de la materia vegetal; es decir pasa un flujo de vapor a través de la materia prima para que arrastre consigo los aceites esenciales, finalmente los vapores se enfrían y condensan dando lugar a dos fases una acuosa y la otra orgánica (aceite esencial) separándose por decantación.
- **Extracción por solventes.** Este método es muy eficaz empleado principalmente en semillas con bajo contenido de aceite, alcanzando un mayor rendimiento cuando se trabaja en un sistema y a nivel laboratorio a diferencia de cuando se trabaja a escala piloto e industrial ya que en para estos procesos es necesario gran cantidad de disolventes (Cefla, 2015)

2.2.10. Transformación del aceite en Biodiesel

2.2.10.1. Método Químico

- **Transesterificación:** La transesterificación o alcoholísis, se basa únicamente en mezclar alcohol con la materia prima (aceite) en una relación de 3:1; para que se pueda dar la reacción, formando ésteres y glicerol, además de ello, se puede utilizar un catalizador para acelerar la reacción (Dávila & Cortés, 2017).

Tipos de transesterificación.

- **Transesterificación ácida:** Este proceso no es muy recomendable, ya que, para la producción de biodiésel demanda de la utilización de mucho alcohol, la velocidad de reacción es lenta, y al momento de separar el glicerol es difícil, los catalizadores que se emplean en este proceso son los ácidos, fosfórico, sulfúrico y clorhídrico (De La Cruz & Trujillo, 2017)

- **Transesterificación heterogénea:** Este proceso utiliza un catalizador sólido, el cual, ayuda a que el glicerol obtenido sea puro. Gracias a su estado sólido, se puede extraer fácilmente al final de la reacción; su única desventaja es que requiere de una mayor temperatura y presión. (De La Cruz & Trujillo, 2017).
- **Transesterificación básica:** Para este proceso es recomendable utilizar aceites con poca concentración de agua, cabe resaltar que es el proceso más utilizado debido a que, se logra obtener un rendimiento de biodiésel superior al 90%, además de utilizar catalizadores económicos como NaOH y KOH (De La Cruz & Trujillo, 2017).

Insumos para la transesterificación básica

Etanol. Proviene de fuentes renovables, conocido también como alcohol etílico; es más soluble en el aceite, siempre y cuando éste tenga alta pureza al igual que el etanol (99%). Si hay presencia de agua en los insumos, afectará a los procesos de transesterificación (De La Cruz & Trujillo, 2017).

Metanol. Este insumo se obtiene de fuentes fósiles, es altamente inflamable y difícil de manipular, sin embargo, favorece a la formación de metóxido, el cual es altamente activo y ayuda a que se dé la combustión de motores en las zonas frías (De La Cruz & Trujillo, 2017).

Catalizadores básicos

Biblioteca Digital ILSE (citada en Abad *et al.*, 2013) define al término catálisis como “El conjunto de procedimientos y conocimientos que permiten que la velocidad con la que transcurre una reacción, se incremente”. Dentro de este grupo encontramos al NaOH y KOH, siendo su principal ventaja, producir esteres en corto tiempo, es por ello que, son los más utilizados, sin embargo, estos catalizadores son sensibles a los ácidos grasos (Abad *et al.*, 2013).

Hidróxido de sodio (NaOH). Este catalizador se encuentra en forma de cristales, los que, al tener contacto con la humedad, se pegan entre si dificultando su manipulación y eficacia. Por ello, es importante disolverlos antes de llevar a cabo el proceso de transesterificación, este catalizador es barato y fácil de adquirir y/o conseguir (Abad *et al.*, 2013).

Hidróxido de potasio (KOH). Se encuentra en forma de cristales, siendo indispensable, primero disolverlo para poder llevar a cabo el proceso de transesterificación. Debido a la utilización de mayores7 proporciones de KOH y a diferencia del NaOH, tienden a elevarse los costos, sin embargo, el rendimiento de transesterificación es mejor utilizando el KOH que el NaOH (Abad *et al*, 2013).

Catalizadores enzimáticos. Biotratamientos (como se citó en Abad *et al.*, 2013) infiere que, este tipo de catalizadores “Son productos naturales de extractos de plantas no tóxicas, las cuales aceleran la velocidad de reacciones de carácter biológico”.

2.3. Formulación de hipótesis

2.3.1. Hipótesis general.

- H: La semilla de palta es el tipo de residuo orgánico que aumenta el rendimiento del biodiesel.

2.3.2. Hipótesis específicas.

Hipótesis específica 1

- No aplica

Hipótesis específica 2

- H: El biodiesel con mayor punto de inflamación, de acuerdo al tipo de residuo orgánico, es el biodiesel a base de semilla de palta.

Hipótesis específica 3

- H: Las propiedades fisicoquímicas del biodiesel obtenido por cada tipo de residuo orgánico, cumplen con la Norma Técnica Peruana NTP 321.125 2008.

2.3.3. Operacionalización de variables.

Tabla 3
Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Indicador	Tipo de escala
Tipo de residuo orgánico	Son aquellos residuos que se descomponen naturalmente, generando gases como CO ₂ , metano y lixiviados en lugar donde se realiza su disposición final; cabe resaltar que dichos residuos son susceptibles de aprovechamiento y a través de la aplicación de determinado tratamiento, es posible la obtención de fertilizantes, abonos, etc. (OEFA, 2014) o como en este caso la obtención de biodiesel.	Tipo de residuo	Cáscara de naranja	Nominal
			Semilla de palta	
			Bagazo de caña	
Rendimiento de biodiesel	El rendimiento viene a ser la relación que existe entre la energía que se suministra a un sistema, y la energía útil que se obtiene realmente. El rendimiento de un biocombustible es una medida que hace referencia a cuanta distancia puede recorrer un automóvil por cada litro suministrado, es decir un mayor rendimiento supone menos requerimiento de biocombustible y este también depende de la calidad de aceite, las condiciones en que este se produzca (humedad, ácidos grasos, temperatura, agitación, cantidad de catalizador, etc).	Propiedades físicas	Cantidad	Intervalo
			% en volumen obtenido	
		Propiedades químicas	Poder calorífico	Intervalo
			Índice de yodo	
			Índice de saponificación	Intervalo

Nota. Elaboración propia (2021)

III. METODOLOGÍA.

3.1. Tipo de investigación.

La presente investigación es de tipo experimental y aplicada, ya que tiene como objeto emplear en los diferentes campos donde ocupen combustibles fósiles, una nueva tecnología con mejores propiedades, en este caso biodiesel, el cual hace posible la reducción de los problemas de contaminación actuales.

Cabe mencionar que es de carácter cuantitativa, puesto que los resultados obtenidos serán numéricos, de modo que hará fácil la manipulación de dichos datos para su mejor interpretación.

3.2. Diseño de investigación.

El diseño de investigación es preexperimental, para ser más claros un diseño de solo posttest con un grupo, en el cual el investigador aplica un tratamiento y a continuación hace una observación de los datos obtenidos y de tal modo, comprobar la hipótesis planteada en esta investigación.

3.3. Población muestra y muestreo.

3.3.1. Población.

Nuestra población estuvo conformada por 30 muestras entre aceite y biodiesel, de 40 ml y 30 ml respectivamente, de los cuales se dividieron en 6 grupos de 5 muestras c/u (15 muestras de aceite y 15 muestras de biodiesel), esto con el fin de estudiar mejor cada porcentaje.

3.3.2. Muestra

Estuvo conformada por las muestras de aceite y biodiesel con diferentes cantidades: 40 ml para cada muestra de aceite, y 30 ml para cada muestra de biodiesel.

- Aceite de cáscara de naranja 40 ml (5 muestras)
- Aceite de semilla de palta 40 ml (5 muestras)
- Aceite de bagazo de caña 40 ml (5 muestras)
- Biodiesel de aceite de cáscara de naranja 30 ml (5 muestras)

- Biodiesel de aceite de semilla de palta 30 ml (5 muestras)
- Biodiesel de aceite de bagazo de caña 30 ml (5 muestras)

Esto hizo un total de 30 muestras, los cuales nos permitió realizar los ensayos para determinar las características de los aceites y el biodiesel y obtener información sobre que residuo brinda un mejor rendimiento respecto al biodiesel

3.4. Técnicas e instrumentos de recojo de datos.

La presente investigación se llevó a cabo mediante la utilización de técnicas tales como: la observación, revisión de información y utilización de formato de recojo de datos. Asimismo, se realizó en las instalaciones de la “Universidad Nacional de Trujillo”, lugar en el que se obtuvieron tanto las muestras, como los ensayos respectivos y necesarios, todo esto fue supervisado por el asesor.

3.5. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Esta investigación tiene como finalidad principal, determinar el tipo de residuo orgánico, con el que se obtendrá un mayor rendimiento en la producción de biodiesel. Para ello, el método a utilizar durante la extracción de aceite de los diferentes residuos orgánicos fue el arrastre por vapor, a través del equipo Soxhlet, puesto que, dicha técnica es la más usada en la obtención de aceites, tal método consta de un proceso de separación por el cual, mediante el uso de vapor de agua se vaporizan los compuestos volátiles de la materia vegetal.

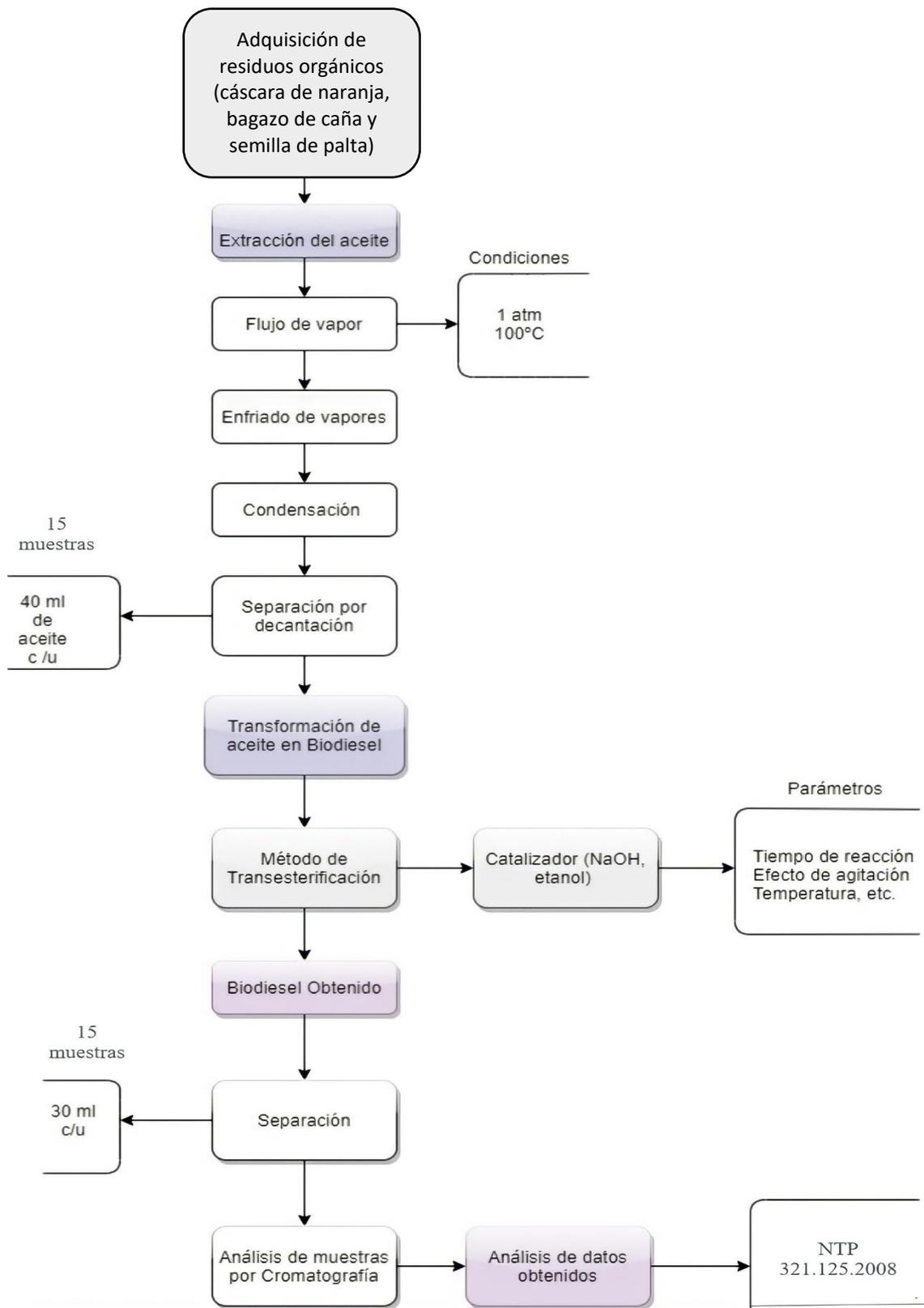
Durante dicho procedimiento se hizo pasar un flujo de vapor a través de los residuos orgánicos sujetos a estudio (cáscara de naranja, bagazo de caña y semilla de palta), en las siguientes condiciones: presión de 1atm y temperatura de 100°C; de modo que el flujo de vapor llevó consigo los aceites esenciales, posteriormente estos vapores pasaron por un proceso de enfriado, condensación y finalmente, por un proceso de separación por decantación; las dos fases formadas: acuosa y orgánica (aceite). Para lograr ello, se separaron los aceites obtenidos en 5 muestras de cada residuo orgánico, teniendo en total 15 muestras con un contenido de 40ml de aceite cada una.

Luego de la extracción del aceite, se pasó a la transformación de éste en biodiesel, lo cual se llevó a cabo mediante el método de transesterificación, utilizando como catalizadores: NaOH y Etanol, para las diferentes muestras de aceite de los diferentes residuos orgánicos. Cabe resaltar que fue necesario tener en cuenta los diferentes parámetros, tales como: tiempo de reacción, efecto de agitación, temperatura, etc.

El biodiesel obtenido se separó en 15 muestras con 30 ml de biodiesel cada una, para que posteriormente fueran analizadas mediante cromatografía para verificar si cumplen con la Norma Técnica Peruana NTP 321.125 2008, de tal manera que permita confirmar si es que se encuentran dentro de los estándares de calidad.

Para tener un mejor entendimiento del proceso, se elaboró el siguiente diagrama de flujo.

Figura 2
Diagrama de flujo



Nota. Metodología del proyecto de investigación, elaboración propia (2021)

3.6. Ética Investigativa

Se llevó a cabo todos los estudios y la recopilación de los datos necesarios, del modo más veraz posible, sin modificar o controlar alguno de los datos y sobre todo acatando las normas éticas de la investigación.

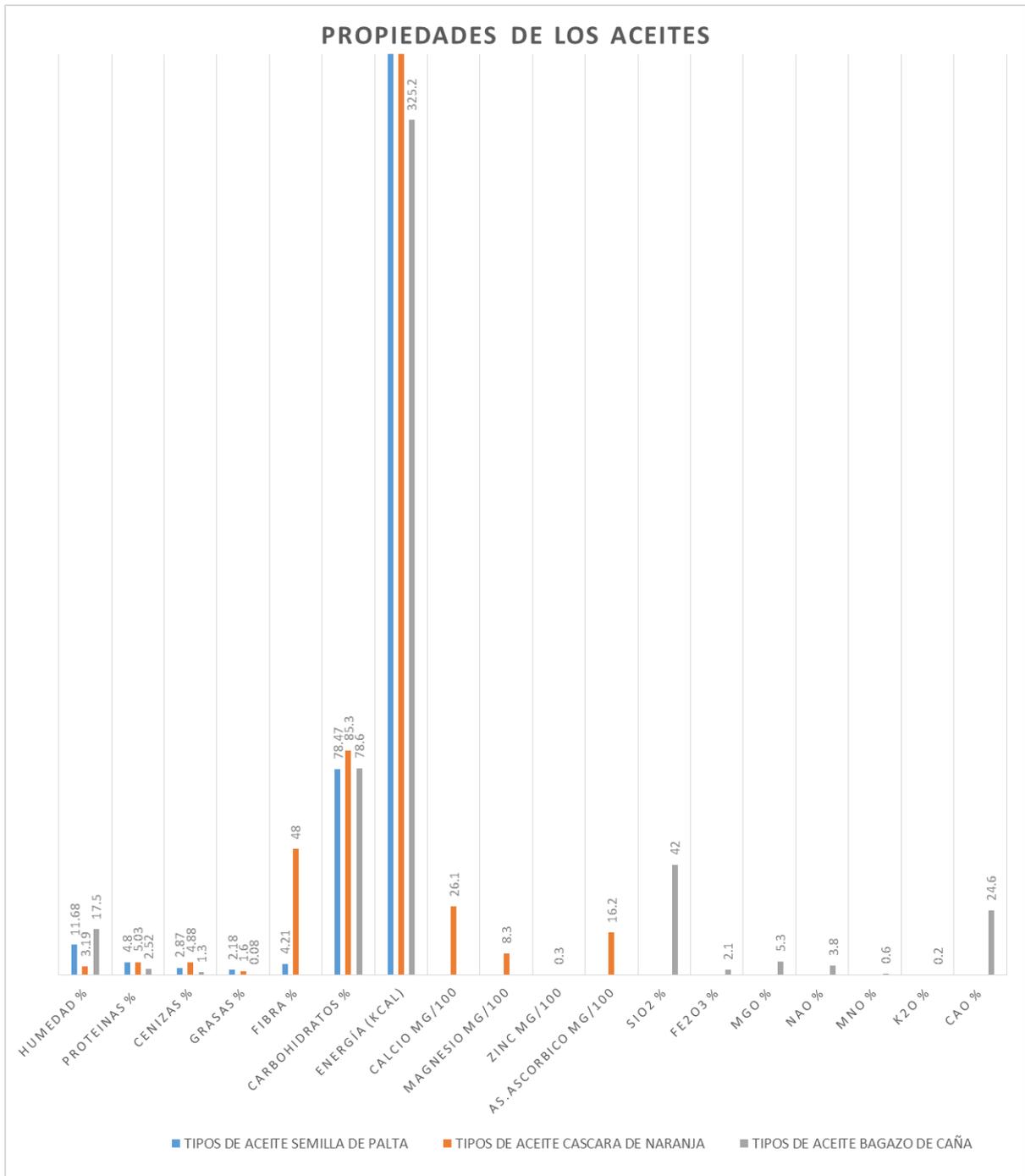
IV. RESULTADOS

4.1. Presentación de Análisis de Resultados

4.1.1. *Caracterización de la cáscara de naranja, la semilla de la palta y el bagazo de la caña de azúcar*

Para realizar la caracterización de los residuos orgánicos sometidos a estudio (cáscara de naranja, semilla de palta y bagazo de caña de azúcar), se procedió a preparar una muestra de cada uno de ellos, las cuales posteriormente fueron enviados al laboratorio para su respectivo análisis; tanto de sus características físicas como químicas. De tal modo que en el caso de la semilla de palta se analizaron los parámetros de humedad, proteínas, cenizas, grasas, fibra, carbohidratos y energía; para la cáscara de la naranja adicionalmente se evaluaron los parámetros de calcio, magnesio, zinc y ácido ascórbico; y por último con respecto al bagazo de la caña, los parámetros adicionales que se analizaron fueron los porcentajes de SiO_2 , Fe_2O_3 , MgO , NaO , MnO , K_2O y CaO . Es preciso mencionar que, cada residuo fue analizado mediante el método de Cromatografía de gases.

Figura 3
Propiedades de los residuos orgánicos



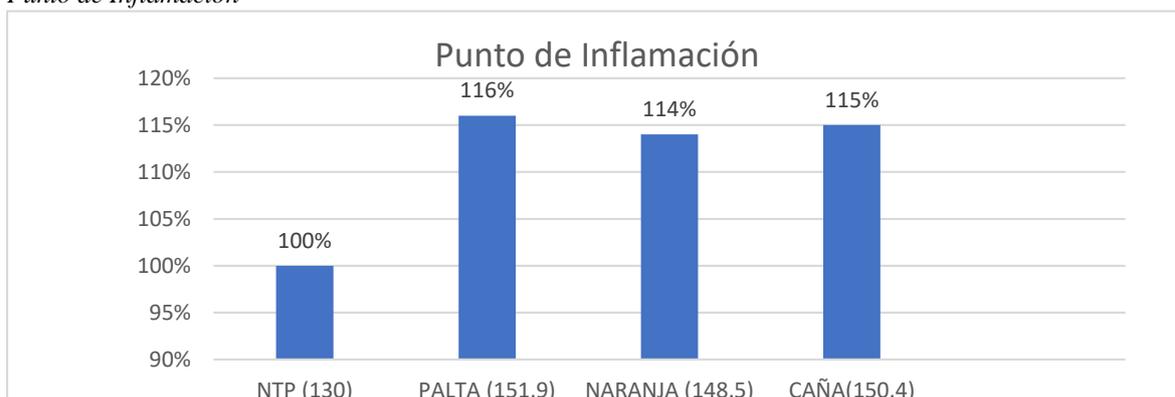
Nota. Elaboración propia (2022)

En la figura N°3 se muestra una comparación entre cada propiedad dependiendo el tipo de residuo, podemos observar que las más importantes en lo que es la eficiencia en la producción de biodiesel; son: el porcentaje de humedad y el porcentaje de grasas. Teniendo como un mayor porcentaje de humedad, al bagazo de la caña con 17,5%;

asimismo a la semilla de palta con el mayor porcentaje de grasas con una cantidad de 2,18%.

4.1.2. *Determinación del punto de inflamación dependiendo de cada residuo orgánico*

Figura 4
Punto de Inflamación



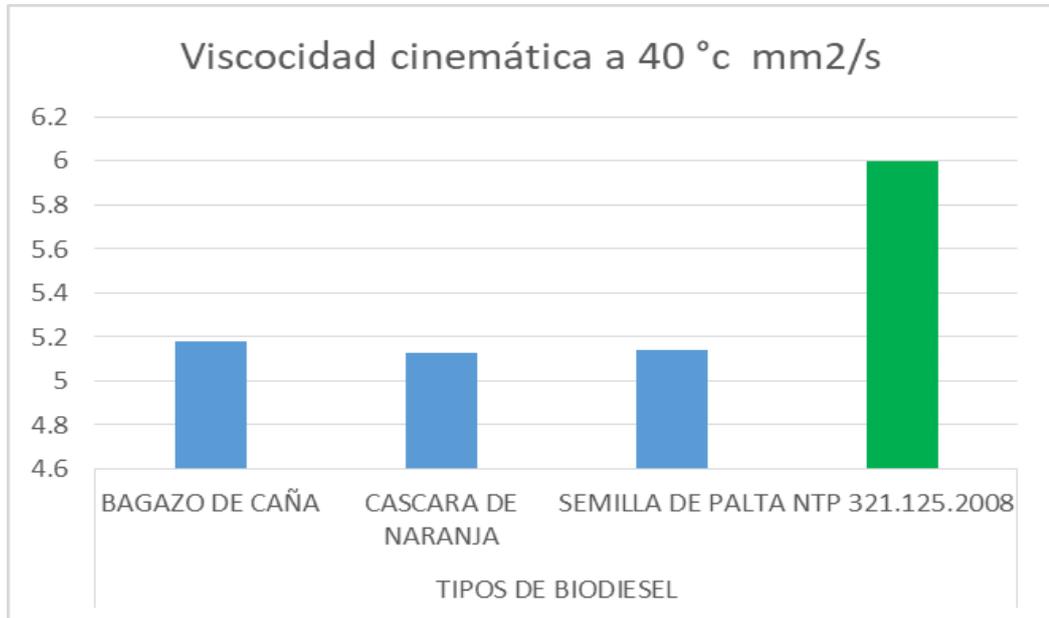
Nota. Elaboración propia (2022)

En la figura N° 4 se muestra una comparación del punto de inflamación de los tres tipos de biodiesel, siendo esta una propiedad muy importante ya que si el punto de inflamación es alto indicaría que la reacción que se llevó a cabo para generar el biodiesel fue completa por ende el rendimiento del biodiesel será mayor, tal como lo indica Alfonso (2013) en su investigación en la cual resalta que el bajo punto de inflamación se da porque el biodiesel no ha tenido una reacción completa llevando consigo impurezas como glicerina causante de los depósitos en motores.

4.1.3. *Determinación del cumplimiento de las propiedades fisicoquímicas del biodiesel obtenido por cada tipo de residuo orgánico, con la Norma Técnica Peruana NTP 321.125 2008*

Para determinar si las propiedades fisicoquímicas del biodiesel que se obtuvo, teniendo en cuenta el tipo de residuo orgánico; se llevó a cabo una comparación detallada de las cantidades de cada una de las propiedades de los Biodiesel analizadas en el laboratorio. Todo ello basado en la Norma Técnica Peruana 321.125.2008, norma que establece las propiedades requeridas del biocombustible Biodiesel.

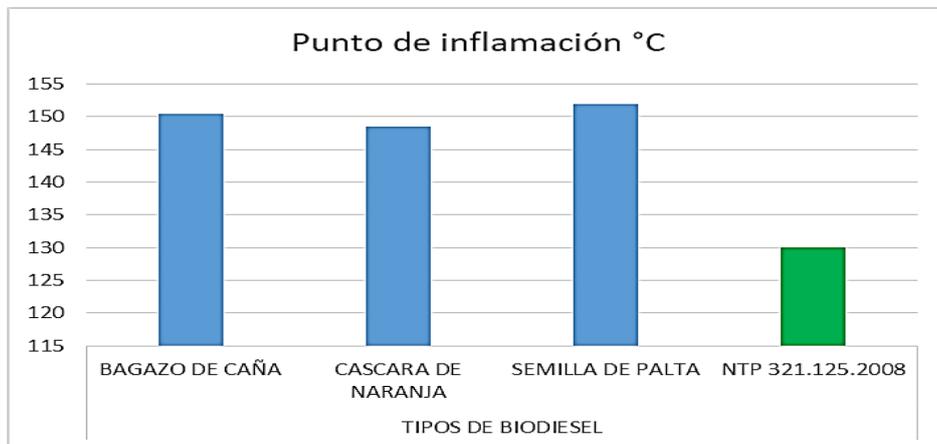
Figura 5
 Viscosidad Cinemática a 40°C mm²/s



Nota. Elaboración propia (2022)

En la figura N°5 se muestra la viscosidad cinemática de los tres tipos de Biodiesel obtenidos, los que en comparación con la cantidad requerida según la NTP 321.125.2008; se encuentran dentro de los límites permitidos. Siendo la cantidad más óptima, según la norma, el resultado obtenido con el Biodiesel de semilla de palta, debido a que es un valor intermedio, con una cantidad de 5,14 mm²/s.

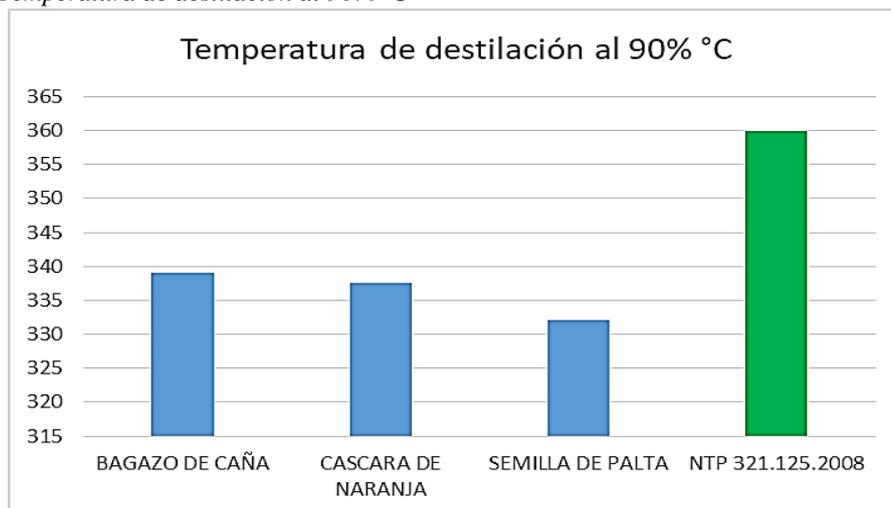
Figura 6
 Punto de Inflamación °C



Nota. Elaboración propia (2022)

En la figura N°6 se puede apreciar el punto de inflamación de los tres tipos de Biodiesel obtenidos, los cuales frente a la cantidad requerida según la NTP 321.125.2008; se encuentran dentro de los límites permitidos. Siendo la cantidad con un mejor punto de inflamación según la norma, el resultado obtenido con el Biodiesel de la semilla de la palta, debido a que es el mayor, con una cantidad de 151.9°C.

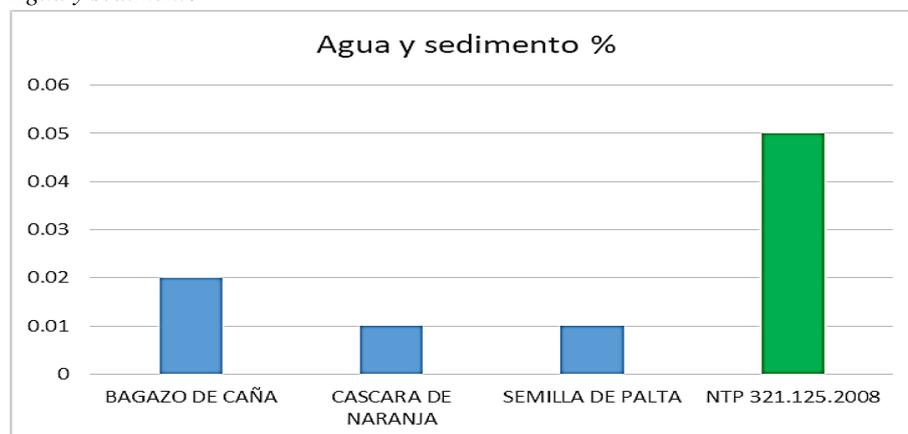
Figura 7
Temperatura de destilación al 90% °C



Nota. Elaboración propia (2022)

En la Figura N°7 se puede observar la temperatura de destilación al 90%°C de los tres tipos de Biodiesel obtenidos, los cuales comparados con la cantidad requerida según la NTP 321.125.2008; están dentro de los límites permitidos. Siendo la cantidad más óptima según la norma, el resultado obtenido con el Biodiesel de la semilla de la palta, ya que es la menor temperatura, con una cantidad de 332°C.

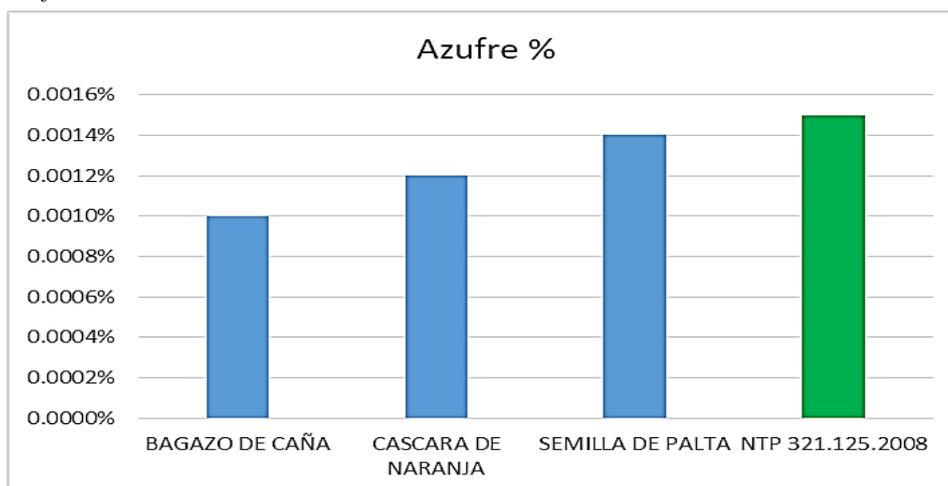
Figura 8
Agua y sedimento %



Nota. Elaboración propia (2022)

La figura N°8 muestra los porcentajes de agua y sedimento de los tres tipos de Biodiesel obtenidos, los que en comparación con la cantidad requerida según la NTP 321.125.2008; son aceptables. Siendo la cantidad más óptima según la norma, el resultado obtenido con los Biodiesel de la cáscara de naranja y semilla de palta, puesto que poseen el menor porcentaje, con una cantidad de 0,01% de agua y sedimento.

Figura 9
Azufre %



Nota. Elaboración propia (2022)

En la figura N° 9 se muestran los porcentajes de azufre obtenidos dependiendo del tipo de biodiesel analizado, los cuales frente a la cantidad requerida según la NTP 321.125.2008; son aceptables. Siendo la cantidad más óptima de acuerdo a la norma, el resultado obtenido con el Biodiesel de bagazo de caña, debido a que es el menor porcentaje, con una cantidad de 0,0010% de azufre. Cabe resaltar que los tres tipos de Biodiesel obtenidos se encuentran dentro de los límites estipulados.

4.2. Prueba de Hipótesis

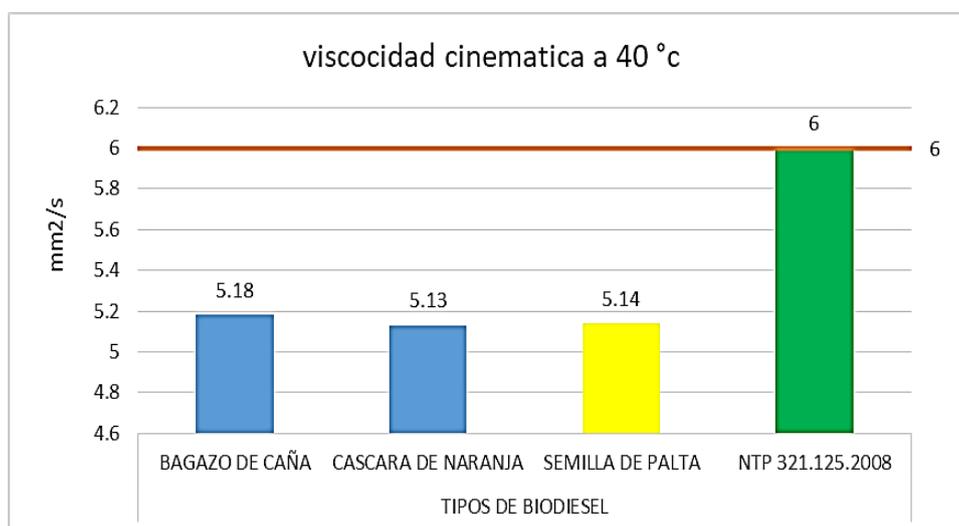
4.2.1. *Determinación del punto de inflamación dependiendo de cada residuo orgánico*

Tal como se muestra en la Figura N° 4 y Figura N° 6 el punto de inflamación de los tres tipos de biodiesel no tiene diferencia significativa estando entre 1% y 2%, cabe resaltar que dichos porcentajes tuvieron como base al valor límite máximo indicado por la NTP, el cual se designó en este caso

como el 100%, teniendo así el residuo semilla de palta con un 16% más, el bagazo de caña excediendo en un 15% y la cáscara de naranja excede en un 14%. Por lo tanto, con respecto a dicho parámetro, los biodiesel analizados son aptos y, por consiguiente, podría obtenerse un buen rendimiento de cada uno de ellos. De esta manera, se acepta la hipótesis planteada.

4.2.2. Determinación del cumplimiento de las propiedades fisicoquímicas del biodiesel obtenido por cada tipo de residuo orgánico, con la Norma Técnica Peruana NTP 321.125 2008

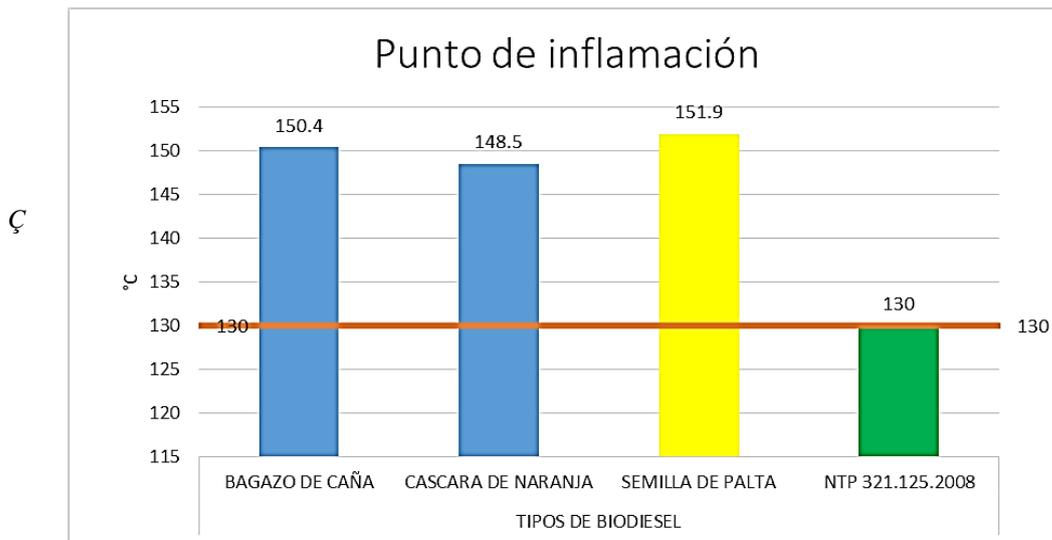
Figura 10
Viscosidad cinemática a 40°C



Nota. Elaboración propia (2022)

En la figura N° 10 se muestra la viscosidad cinemática de los tres tipos de Biodiesel obtenidos, los que en comparación con la cantidad requerida según la NTP 321.125.2008; se encuentran dentro de los límites permitidos. Siendo la cantidad más óptima, el resultado obtenido con el Biodiesel de la semilla de palta, debido a que es un valor intermedio, con una cantidad de 5,14 mm²/s

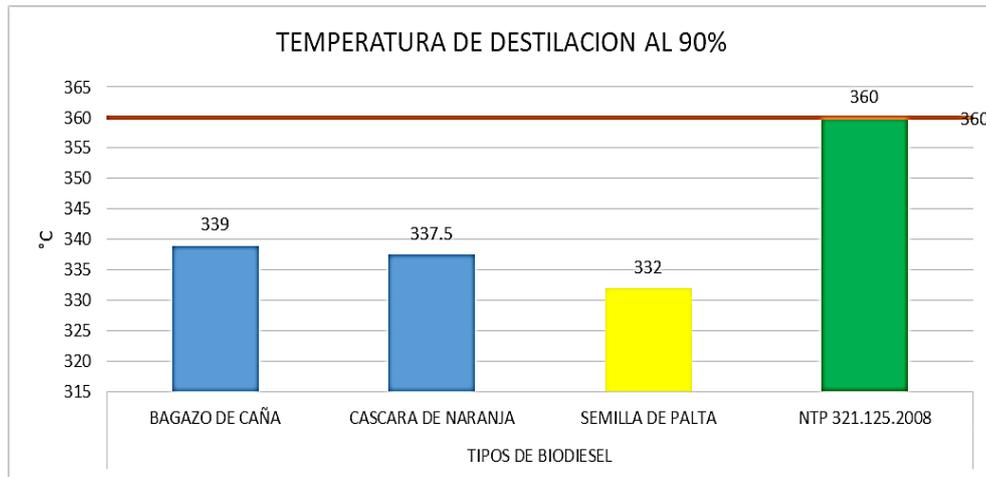
Figura 11
Punto de inflamación



Nota. Elaboración propia (2022)

En la figura N°11 se puede apreciar el punto de inflamación de los tres tipos de Biodiesel obtenidos, los cuales frente a la cantidad requerida según la NTP 321.125.2008; están dentro de los límites permitidos. Siendo la cantidad con un mejor punto de inflamación, el resultado obtenido con el Biodiesel de la semilla de la palta, debido a que es el mayor, con una cantidad de 151,9°C y, además, según la norma, la importancia de este parámetro radica también en la seguridad y almacenamiento del biocombustible sujeto a estudio.

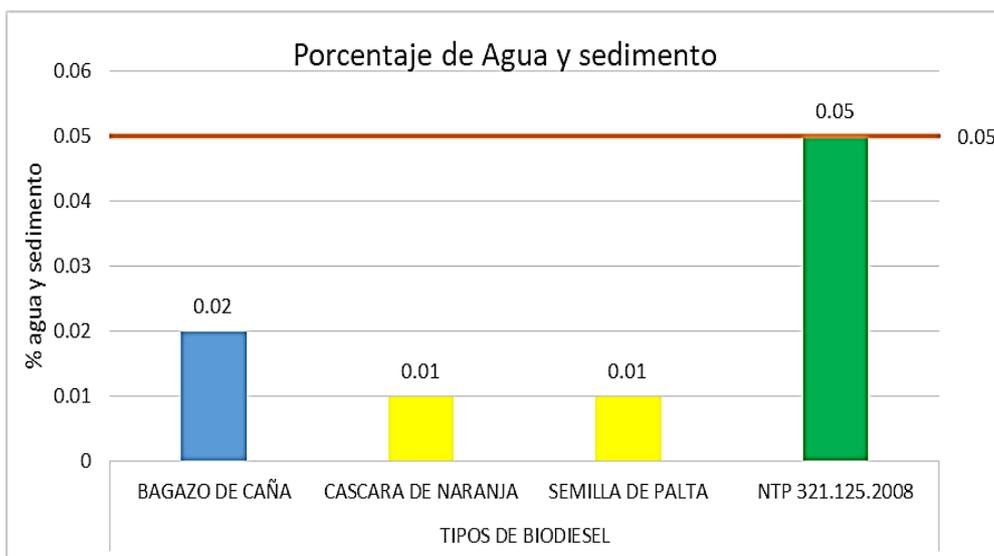
Figura 12
Temperatura de destilación



Nota. Elaboración propia (2022)

En la Figura N° 12 se puede observar la temperatura de destilación al 90% de los tres tipos de Biodiesel obtenidos, los cuales comparados con la cantidad requerida según la NTP 321.125.2008; están dentro de los límites permitidos. Siendo la cantidad óptima, según la norma, el resultado obtenido con el Biodiesel de la semilla de palta, ya que es la menor temperatura, con una cantidad de 332°C.

Figura 13
Agua y sedimento

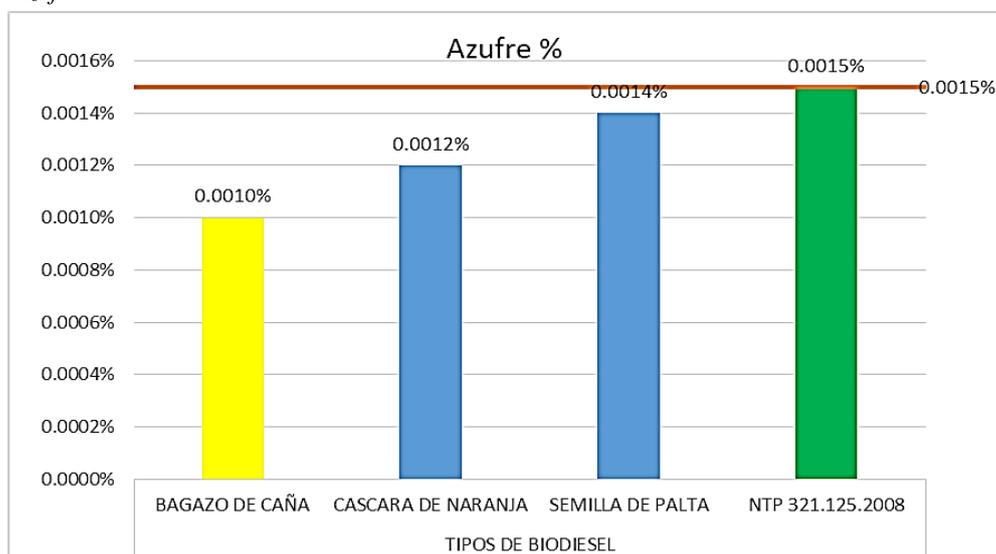


Nota: Elaboración propia (2022)

En la figura N°13 se muestran los porcentajes de agua y sedimentos contenidos en cada Biodiesel obtenido, en la cual se puede observar que la Norma Técnica Peruana tiene como límite máximo 0.05% de contenido de agua y sedimentos. Es así que, tanto la semilla de palta como la cáscara de naranja, cuentan con 0.01% de agua y sedimentos, y el bagazo de caña por su lado presenta un porcentaje de 0.02%.

Es por ello que, los tres tipos de Biodiesel obtenidos, cumplen con las especificaciones para el parámetro de Agua y Sedimentos, con respecto a la NTP 321.125.2008.

Figura 14
Azufre %



Nota. Elaboración propia (2022)

En la figura N°14 se muestran los porcentajes de azufre obtenidos dependiendo del tipo de biodiesel analizado, los cuales frente a la cantidad requerida según la NTP 321.125.2008; son aceptables. Siendo la mejor cantidad, según la norma, el resultado obtenido con el Biodiesel de bagazo de caña, debido a que es el menor porcentaje, con una cantidad de 0,0010% de azufre.

Con lo antes expuesto, después de observar las Figuras N°11, N°12 y N°14, así como también las Figuras N°4 y N°7, se puede decir que la semilla de la palta si resultó ser el residuo orgánico que mejora el rendimiento del biodiesel. Es por ello, que se acepta la hipótesis planteada inicialmente. Es preciso mencionar que el parámetro de Punto de Inflamación es de suma importancia en lo que concierne a cuestiones de seguridad y almacenamiento de dicho biocombustible. Además, Alfonso (2013) en su investigación, asegura que un alto punto de inflamación es indicativo que el biodiesel ha tenido una reacción completa, de tal forma que no permitió la presencia de impurezas.

4.3. Discusión de resultados

- Los resultados obtenidos de la caracterización fisicoquímica de los residuos (semilla de palta, cáscara de naranja y bagazo de caña), señalan que los parámetros más importantes en lo que es la eficiencia en la producción de biodiesel; son: el porcentaje de humedad y el porcentaje de grasas. Teniendo como un mayor porcentaje de humedad, al bagazo de la caña con 17,5%, porcentaje cercano al evaluado por Feyt & Villanueva (2009) con un 13,28%; asimismo a la semilla de palta con el mayor porcentaje de grasas con una cantidad de 2,18%.
- Según las cantidades de punto de inflamación resultantes del análisis realizado, se puede afirmar que claramente los tres tipos de biodiesel obtenidos, son óptimos en lo que respecta el aumento del rendimiento. Sin embargo, el residuo orgánico con el que se obtuvo un mayor punto de inflamación y, por ende, indicativo de una mejora, fue la semilla de la palta con un valor de 151,9°C, cantidad que se asemeja a la que se obtuvo en Arias et al (2014), además el punto de inflamación da una idea acerca de la cantidad de compuestos volátiles que pueda tener un combustible.
- Luego de analizar y comparar las propiedades del biodiesel obtenido a partir de los residuos orgánicos objetos de estudio (semilla de palta, cáscara de naranja y bagazo de caña); basados en la Norma Técnica Peruana 321.125.2008, se tiene que los resultados obtenidos cumplen con los parámetros especificados en dicha norma, de igual manera que en Valensya *et al.* (2020), quienes obtuvieron un rendimiento de biodiesel superior al 75% , de tal modo que sus propiedades

fisicoquímicas cumplieron con la SNI 7182-2012, normativa de las especificaciones de las propiedades de biodiesel en Indonesia.

- El residuo orgánico con el que aumenta el rendimiento en la elaboración de biodiesel, es la semilla de la palta, puesto que sus propiedades cumplen con las especificaciones, tal y como asegura Dagde (2019), quien obtuvo que las propiedades fisicoquímicas del biodiésel a base de semilla de palta, indicaron una concordancia razonable en comparación con otro diésel a base de bio y petróleo.

V. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

5.1. Conclusiones

- Se determinó el residuo orgánico con el que aumenta el rendimiento en la producción de biodiesel, siendo que se obtuvo a la semilla de la palta como el residuo con mejores propiedades y mejor rendimiento en cuanto a la producción de biodiesel, puesto que cumple con todas las especificaciones en cuanto a las propiedades designadas por la NTP 321.125.2008, asimismo presentó un mayor punto de inflamación con 151.9 °C.
- Se caracterizó física y químicamente la cáscara de naranja, la semilla de la palta y el bagazo de caña de azúcar, teniendo que los parámetros más importantes para la eficiencia en la producción de biodiesel, son el porcentaje de humedad y el porcentaje de grasas; debido a que son parámetros importantes en lo que respecta control de tiempo y cantidad de aceite, respectivamente.
- Se determinó el mayor punto de inflamación, basándose en el tipo de residuo orgánico usado en la producción del biodiesel, obteniéndose que el biodiesel que tiene un alto punto de inflamación por ende un mejor rendimiento, fue el obtenido por la semilla de palta con un valor de (151.9 °C), siendo un 16% más que el límite mínimo indicado en la NTP 321.125.2008.
- Se analizaron los resultados de las propiedades fisicoquímicas de los biodiesel obtenidos por cada residuo orgánico sometido a estudio, teniendo que los tres tipos de residuos cumplen con los parámetros estipulados en la NTP 321.125.2008. Lo cual significa que cualquier residuo orgánico que se elija, podrá obtener una mejora en la producción y/o rendimiento de biodiesel.

5.2. Sugerencias

- Fomentar la producción de biodiesel en la población así mismo enseñarles con que residuos se puede elaborar.
- Realizar próximos ensayos con mayor cantidad de muestras, así se puede realizar un mejor análisis estadístico de estos.
- Continuar con la caracterización del biodiesel teniendo en cuenta la Norma técnica Peruana NTP 321.125.2008

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

6.1. Artículos Científicos

Jiménez, M. A., Aguilar, M., Zambrano, M., & Kolar, E. (2001). Propiedades físicas y químicas del aceite de aguacate obtenido de puré deshidratado por microondas. *Revista de la Sociedad Química de México*, 45(2), 89-92.

Akinfalabi, S., Rashid, U., Ngamcharussrivichai, C., & Nehdi, I. (2020). Synthesis of reusable biobased nano-catalyst from waste sugarcane bagasse for biodiesel production. *Environmental Technology & Innovation*, 100788.
doi:10.1016/j.eti.2020.100788

Ángel Siles López, J., Li, Q., & Thompson, I. P. (2010). Biorefinery of waste orange peel. *Critical Reviews in Biotechnology*, 30(1), 63–69.
doi:10.3109/07388550903425201

Camargo, N., & Williams, D. (2012). Using agricultural waste for the production of biofuels (departamento del Meta-Colombia). *Tecnura*, 16(34), 142-156.
<http://www.scielo.org.co/pdf/tecn/v16n34/v16n34a11.pdf>

Carota, E., Petruccioli, M., D'Annibale, A., Gallo, A., & Crognale, S. (2020). Orange peel waste-based liquid medium for biodiesel production by oleaginous yeasts. *Applied microbiology and biotechnology*, 104(10), 4617-4628.
doi:10.1007/s00253-020-10579-y

Cerdá, E. (2012). Energía obtenida a partir de biomasa. Cuadernos económicos de ICE, (83). <http://dx.doi.org/10.32796/cice.2012.83.6036>

Dagde, K. K. (2019). Extraction of vegetable oil from avocado seeds for production of biodiesel. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 23(2), 215-221. <https://doi.org/10.4314/jasem.v23i2.3>

de León, J., Abreu, L., Matiauda, M., & Miño, J. (2016). Diseño de una planta de obtención de biodiesel a partir de un residual de la industria azucarera (cachaza). *Centro azúcar*, 43(1), 1-9.
[file:///C:/Users/Windows/Downloads/Q06032%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Windows/Downloads/Q06032%20(1).pdf)

- Feyt, R., & Villanueva, G. (2009). Obtención de biodiesel a partir de un residuo de la industria azucarera. *Tecnología Química*, 29, 70-82.
<https://www.redalyc.org/pdf/4455/445543761009.pdf>
- Firdaus, I., Fitriany, T., Hidayah, M., Soleh, A., Pratama, K., & Febiyanto, F. (2019). Use of Mg-Al/hydrotalcite Catalyst in Biodiesel Production from Avocado Seed Oils: A Preliminary Study. *Jurnal Kimia Terapan Indonesia Indonesian Journal of Applied Chemistry*, 21(1), 45-54. <https://doi.org/10.14203/jkti.v21i1.422>
- Hiwot, T. (2016). Determination of oil and biodiesel content, physicochemical properties of the oil extracted from avocado seed (*Persea americana*) grown in Wonago and Dilla (gedeo zone), southern Ethiopia. *World Scientific News*, 58, 133-147.
- Kumar, P., & Kumar, N. (2021). Process optimization for production of biodiesel from orange peel oil using response surface methodology. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 43(6), 727-737.
<https://doi.org/10.1080/15567036.2019.1631909>
- Niju, S., Ajieth Kanna, S., Ramalingam, V., Satheesh, M., & Balajii, M. (2019). Sugarcane bagasse derived biochar - a potential heterogeneous catalyst for transesterification process. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 1- 12. doi:10.1080/15567036.2019.1680771
- Sharikh, A., Sulaiman, S., Azmi, A., & Sulaiman, S. (2018). Potassium carbonate from pineapple and orange peels as catalyst for biodiesel production. *In AIP Conference Proceedings*, 2030 (1), p. 020290. AIP Publishing LLC.
<https://doi.org/10.1063/1.5066931>
- Trejo, D., García, J., & Gutiérrez, C. (2019). Conversión de residuos a biocombustibles. *Ciencia - Academia Mexicana de Ciencias*, 70 (1), 64-71.
<https://biblat.unam.mx/es/revista/ciencia-academia-mexicana-de-ciencias/articulo/conversion-de-residuos-a-biocombustibles>
- Valensya, D., Rozalia, I., & Syamsuddin, Y. (2020). Utilization of Avocado Seed Waste as Raw Material for Producing Biodiesel with CaO Catalyst from Eggshell. *In*

IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 845, (81), p. 012020. IOP Publishing.

6.2. Tesis.

Abad, E., Acosta, A., Burgos, A., Crisanto, P., Eyzaguirre, J., & Rivera, J. (2013).

Análisis y diseño de un sistema de recolección y tratamiento de aceites domésticos usados para la producción de biodiésel en la ciudad de Piura, Universidad nacional de Piura [trabajo de grado, Universidad Nacional de Piura]. Repositorio de la UDEP.

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1713/PYT__Informe_Final__Biodiesel.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Balboa, N. (2015). Determinación de pérdidas de aceite del proceso de prensado en la extracción de aceite en ALCOPALMA S.A. [Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio UCE.

<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/4582>

Barriga, E. (2013). Diseño del módulo de transesterificación de una planta piloto para la producción de biodiésel a partir de aceites usados de cocina [Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio de la PUCP.

https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/1021/BARRIGA_MORENO_EDUARDO_TRANSESTERIFICACION_BIODIESEL_ACEITES.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Binda, J., Guerra, R., Ocaña, J., Torres, G., & Trigoso, J. (2012). Análisis estratégico de la industria del biodiesel en el Perú [Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio PUCP.

https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/1627/BINDA_GUERRA_OCA%20TORRES_TRIGOSO_INDUSTRIA_BIODIESEL.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Casado, I. (2018). Optimización de la extracción de aceites esenciales por destilación en corriente de vapor [Trabajo Fin de Grado, Universidad Politécnica de Madrid]. Repositorio UPM.

http://oa.upm.es/49669/1/TFG_IRENE_CASADO_VILLAVERDE.pdf

- Cefla, K. (2015). Diseño de una planta para la extracción de aceite vegetal comestible de las semillas de chía (*Salvia Hispanical*) mediante prensado [Tesis de pregrado, Escuela Politécnica Nacional]. Repositorio EPN.
<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10365/3/CD-6164.pdf>
- Dávila, J., & Cortés, C. (2017). Obtención De Biodiésel A Partir De Aceite De Fritura. [Tesis de grado, Universidad Libre]. Repositorio UNILIBRE.
<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/10393/Proyecto%20de%20Grado%20BIODIESEL%20%281%29%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Para%20poder%20obtener%20biodiesel%20a,formar%20alquil%20%20C3%A9steres%20y%20glicerol>
- De La Cruz López, C. & Trujillo, C. (2017). Obtención De Biodiésel A Partir De Aceite Comestible Residual Del Comedor De La UNAC [Tesis pregrado, Universidad Nacional Del Callao]. Repositorio UNAC.
http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/UNAC/3595/De%20la%20cruz%20Lopez%20y%20Trujillo%20Luna_titulo%20quimica_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Díaz, L., & Quispe, C. (2018). Identificar y reducir el cuello de botella, para mejorar la productividad de los procesos de la planta de biodiesel de la Universidad Nacional Agraria la Molina [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Repositorio URP. <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/1615>
- Lamoureux, J. H. (2007). Diseño conceptual de una planta de biodiesel. [Tesis de grado, universidad de Chile]. Repositorio académico de la universidad de Chile.
<http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/104538>
- Martínez Torres, R. (2015). Obtención de biodiesel a partir del aceite de cachaza, residuo de la industria azucarera. [Tesis Doctoral, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas].
<https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/1088/Q06032.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Usaquén Ramírez, M. J., & Zafra Agudelo, M. A. (2018). Evaluación del proceso de obtención de aceite esencial de semilla de mango a nivel laboratorio. [Tesis de grado, Universidad de América]. Repositorio uamerica.
<https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/6733/1/1019086449->

2018-I-IQ.pdf?fbclid=IwAR1Tuz24iVdzDQJ4ZvdWl3E5O3LwTlpgA-
j44sA9gY-efKjmS0MooYq8Wks

6.3. Direcciones electrónicas

Carlos Bocanegra García. (2014). El crecimiento económico que ha experimentado Trujillo durante los últimos años, ha traído como consecuencia un aumento considerable tanto de las actividades industriales como de la población, lo cual, si bien tiene diversos aspectos positivos, también ha traído consigo efectos negativos en la preservación del medio ambiente, especialmente del aire.

<https://www.troposfera.org/index.php?mact=News,cntnt01,print,0&cntnt01articleid=10318&cntnt01showtemplate=false&cntnt01returnid=39>

ConCiencia (2021). Biomasa: Aspectos generales.

<https://www.rinconeducativo.org/es/recursos-educativos/biomasa-aspectos-generales>

FAO (2008). Estado mundial de la agricultura y la alimentación para el desarrollo. Informe General, 36pp. <http://www.fao.org/3/i0100s/i0100s02.pdf>

GREENPEACE (2021). ¿Cómo afectan los combustibles fósiles a la salud humana?. <https://www.greenpeace.org/mexico/blog/9853/como-afectan-los-combustibles-fosiles-a-la-salud-humana/>

Inga, M. & Huaman, S. (2016). Biomasa: Diseño regenerativo para reducir los efectos de la contaminación.

<https://www.monografias.com/trabajos109/disenio-regenerativo-reducir-efectos-contaminacion-uso-biomasa/disenio-regenerativo-reducir-efectos-contaminacion-uso-biomasa.shtml#ventajasea>

MINAM (2019). Estudio: Diagnóstico de la Gestión de la Calidad Ambiental del Aire de Lima y Callao.

<https://sinia.minam.gob.pe/documentos/diagnostico-gestion-calidad-ambiental-aire-lima-callao>

OEFA (2014). Fiscalización Ambiental en Residuos Sólidos de gestión municipal provincial. https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=13926

OPS (2014). OMS estima que 7 millones de muertes ocurren cada año debido a la contaminación atmosférica
https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=9406:2014-7-million-deaths-annually-linked-air-pollution&Itemid=135&lang=es

Pasquali, M. (2019). ¿Dónde en América Latina está el aire más contaminado? . <https://es.statista.com/grafico/18721/paises-y-ciudades-con-mayor-contaminacion-del-aire-en-latinoamerica/>

Resol (s.f.). Gestión Integral de Residuos Sólidos.
http://www.resol.com.br/cartilhas/manual_de_gestao_integral_de_residuos.pdf

Vásquez, A., de la Cruz, R., & Coello, F. (2016). Los Biocombustibles: Desarrollos recientes y tendencias internacionales. Documento de trabajo, (36). Gerencia de Políticas y Análisis Económico – Osinergmin, Perú.
<file:///C:/Users/Windows/Downloads/Documento-Trabajo-36.pdf>

Naciones Unidas (2018), La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe, Santiago.
https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf

6.4. Cartas Encíclicas

Francisco, P. (2015). Carta encíclica. Laudato SI: Carta encíclica del Sumo Pontífice Francisco: a los obispos, a los presbíteros y a los diáconos, a las personas consagradas y a todos los fieles laicos sobre el cuidado de la casa común. Lima: Paulinas.
https://www.vatican.va/content/francesco/es/encyclicals/documents/papa-francesco_20150524_enciclica-laudato-si.html

VII. ANEXOS Y/O APÉNDICES

ANEXO N° 1: Matriz de Consistencia

TÍTULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES	DIMENSIONES	METODOLOGÍA
DETERMINACIÓN DEL TIPO DE RESIDUO ORGÁNICO QUE AUMENTA EL RENDIMIENTO DE BIODIESEL PRODUCIDO	Problema General: ¿Cuál es el tipo de residuo orgánico con el que aumenta el rendimiento en la producción de biodiesel?	Hipótesis General H: La semilla de palta es el tipo de residuo orgánico que aumenta el rendimiento en la producción de biodiesel.	Objetivo general: Determinar el tipo de residuo orgánico con el que aumenta el rendimiento en la producción de biodiesel.			Tipo: Experimental y aplicativa.
	Problemas específicos: ¿Cuáles son las características que tienen, la semilla de palta, la cáscara de naranja y el bagazo de la caña de azúcar?	Hipótesis específicas: Hipótesis específica 1 No aplica	Objetivos específicos: <ul style="list-style-type: none"> • Caracterizar la cáscara de naranja, la semilla de la palta y el bagazo de la caña de azúcar. • Determinar el biodiesel que posee mayor punto de inflamación dependiendo del tipo de residuo orgánico. • Determinar si las propiedades fisicoquímicas del biodiesel obtenido por cada tipo de residuo orgánico, cumplen con la NTP 321.125.2008. 	Tipo de residuo orgánico	Tipo de residuo	Diseño: Solo posttest con un grupo
	¿Cuál es el biodiesel que posee mayor punto de inflamación dependiendo del tipo de residuo orgánico?	Hipótesis específica 2 H: El biodiesel con mayor punto de inflamación, de acuerdo al tipo de residuo orgánico, es el biodiesel a base de semilla de palta.			Cantidad	Técnicas e instrumentos de recolección de datos: Observación, revisión de información y utilización de formato de recojo de datos.
	¿Las propiedades fisicoquímicas del biodiesel obtenido por cada tipo de residuo orgánico, cumplen con la NTP 321.125?2008.	Hipótesis específica 3 H: Las propiedades fisicoquímicas del biodiesel obtenido por cada tipo de residuo orgánico, cumplen con la NTP 321.125.2008.			Rendimiento de biodiesel	Propiedades físicas Propiedades químicas

ANEXO N° 2: Porcentaje de similitud.

DETERMINACIÓN DEL TIPO DE RESIDUO ORGÁNICO QUE AUMENTA EL RENDIMIENTO DE BIODIESEL PRODUCIDO

INFORME DE ORIGINALIDAD

14%

INDICE DE SIMILITUD

14%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

1library.co

Fuente de Internet

2%

2

www.uct.edu.pe

Fuente de Internet

1%

3

www.coursehero.com

Fuente de Internet

1%

4

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

1%

5

es.scribd.com

Fuente de Internet

1%

6

repositorio.urp.edu.pe

Fuente de Internet

1%

7

www.scielo.org.co

Fuente de Internet

1%

8

Submitted to Universidad Nacional de Tumbes

Trabajo del estudiante

<1%

9	www.revistaciencia.amc.edu.mx Fuente de Internet	<1 %
10	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
11	www.troposfera.org Fuente de Internet	<1 %
12	Repositorio.Unap.Edu.Pe Fuente de Internet	<1 %
13	documentop.com Fuente de Internet	<1 %
14	Submitted to Unidades Tecnológicas de Santander Trabajo del estudiante	<1 %
15	mundoagropecuario.net Fuente de Internet	<1 %
16	repositorio.unjbg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
17	pirhua.udep.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	Submitted to Universidad de Costa Rica Trabajo del estudiante	<1 %
19	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
20	arquidiocesisdeibague.org	

21	Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
22	Submitted to Universidad de Cartagena Trabajo del estudiante	<1 %
23	itegam-jetia.org Fuente de Internet	<1 %
24	repositorio.untumbes.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
25	repositorio.usil.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
26	cienciasagricolas.inifap.gob.mx Fuente de Internet	<1 %
27	congresocienciasambientales.org Fuente de Internet	<1 %
28	rodin.uca.es Fuente de Internet	<1 %
29	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	<1 %
30	Submitted to Universidad Manuela Beltrán Virtual Trabajo del estudiante	<1 %

31	lookformedical.com Fuente de Internet	<1 %
32	repositorio.utp.edu.co Fuente de Internet	<1 %
33	www.construmatica.com Fuente de Internet	<1 %
34	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1 %
35	Submitted to Universidad Pontificia Bolivariana Trabajo del estudiante	<1 %
36	repositorio.esuelamilitar.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
37	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	<1 %
38	Elsy Arenas, Aidin Urribarrí, John Sánchez, Marisela Rincón, Karina Martínez, Eduardo González, Cateryna Aiello. "Production of biodiesel by esterification and transesterification from waste cooking oils", Revista de la Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia, 2020 Publicación	<1 %
39	eprints.uanl.mx Fuente de Internet	<1 %

40	riunet.upv.es Fuente de Internet	<1 %
41	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
42	objetos.univalle.edu.co Fuente de Internet	<1 %
43	www.paratherm.com Fuente de Internet	<1 %
44	Submitted to Universidad de Salamanca Trabajo del estudiante	<1 %
45	ri.ues.edu.sv Fuente de Internet	<1 %
46	vsip.info Fuente de Internet	<1 %

ANEXO N° 3: Análisis de los residuos mediante el método de Cromatografía de gases



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION
LASACI



**INFORME DE ANÁLISIS
LASACI-IQUNT**

SOLICITANTE	: ALICIA KATERINE GUERRERO FLORES FRANCESCA STEPHANY DESPOSORIO ORUNA
MUESTRA	: Cascara de Naranja
FECHA DE INGRESO	: 11 DE ENERO DEL 2022
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	

Análisis Químicos

Determinación	Unidades	Resultados
HUMEDAD	%	3.19
PROTEINA	%	5.03
CENIZAS	%	4.88
GRASAS	%	1.6
FIBRA	%	48
CARBOHIDRATOS	%	85.3
ENERGIA	kcal	375.72
Calcio	mg/100	26.1
Magnesio	mg/100	8.3
Zinc	mg/100	0.3
Ac. Ascorbico	mg/100	16.2

Método kjeldahl
Método de espectrofotómetro
Refractómetro

TRUJILLO 14 DE ENERO DEL 2022

LASACI
DIRECCION
Ing. Carlos Valqui Mendonza

INFORME DE ANÁLISIS LASACI-IQUNT

SOLICITANTE	: ALICIA KATERINE GUERRERO FLORES
	FRANCESCA STEPHANY DESPOSORIO ORUNA
MUESTRA	: Bagazo de Caña de Azúcar
FECHA DE INGRESO	: 11 DE ENERO DEL 2022
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	

Análisis Químicos

Determinación	Unidades	Resultados
HUMEDAD	%	17.5
PROTEINA	%	2.52
CENIZAS	%	1.3
GRASAS	%	0.08
CARBOHIDRATOS	%	78.6
ENERGIA	kcal	325.2

INFORME DE ANÁLISIS LASACI-IQUNT

SOLICITANTE	: ALICIA KATERINE GUERRERO FLORES FRANCESCA STEPHANY DESPOSORIO ORUNA
MUESTRA	: Pepa de palta
FECHA DE INGRESO	: 11 DE ENERO DEL 2022
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	

Análisis Químicos

Determinación	Unidades	Resultados
HUMEDAD	%	11.68
PROTEINA	%	4.8
CENIZAS	%	2.87
GRASAS	%	2.18
FIBRA	%	4.21
CARBOHIDRATOS	%	78.47
ENERGIA	kcal	352.70

Método kjeldahl
Método de espectrofotómetro
Refractómetro

TRUJILLO 14 DE ENERO DEL 2022



ANEXO N°4: Análisis del biodiesel mediante el método de Cromatografía



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION LASACI



INFORME DE ANÁLISIS LASACI-IQUNT

SOLICITANTE	: ALICIA KATERINE GUERRERO FLORES
	FRANCESCA STEPHANY DESPOSORIO ORUNA
MUESTRA	: BIODIESEL 05
FECHA DE INGRESO	: 20 DE ENERO DEL 2022
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	

DETERMINACION	METODOS	UNID.	M 01	M 02	M 03	M 04	M 05
DENSIDAD	ASTM D1298	g/ml	0.892	0.890	0.884	0.891	0.887
VISCOSIDAD CINEMATICA a 40 °C	ASTM D445	mm ² /s	5.18	5.13	5.14	5.20	5.17
PUNTO DE INFLACION	ASTM D92	°C	150.4	148.5	151.9	149.0	150.9
NUMERO DE CETANOS	ASTM D613	Min	49	51	47	49	48
TEMPERATURA DE DESTILACION al 90 %	ASTM D1160	°C	339.0	337.5	332.0	342.0	331.5
PODER CALORIFICO	ASTM D2382	KJ/Kg	38933	38946	38921	38930	38924
AGUA Y SEDIMENTOS	ASTM D2709	%	0.011	0.01	0.018	0.013	0.015
AZUFRE	ASTM D5453	%	<0.001	0.0012	0.0014	0.0016	0.002

TRUJILLO, 20 DE ABRIL DEL 2021

