



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Revisión sistemática: Conversión termoquímica y
bioquímica de biomasa para la producción de
biocombustibles**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Fernandez Davila, Geily (orcid.org/0000-0003-2167-6088)

Matos Aliaga, Wilfredo Zenon (orcid.org/0000-0003-4947-5798)

ASESOR:

Mg. Ugarte Alvan, Carlos Alfredo (orcid.org/0000-0001-6017-1192)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA :

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA - PERÚ

2022

DEDICATORIA

La presente investigación la dedicamos a Dios por habernos dado unos padres, esposa e hijos maravillosos, quienes siempre han creído en nosotros, dándonos ejemplos de superación, humildad, sacrificio y el deseo de superación en cada instante de nuestras vidas.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad César Vallejo y a nuestros asesores, ya que gracias a su apoyo y dirección se hizo realidad la elaboración de la presente investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos.....	vi
Índice de figuras.....	vi
Resumen	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	15
3.1. Tipo y diseño de investigación.	15
3.2. Matriz de categoría , subcategoría y categorización	15
3.3. Escenario de estudio	17
3.4. Participantes	17
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	17
3.6. Procedimiento	17
3.7. Rigor Científico	19
3.8. Método de análisis de información.....	19
3.9. Aspectos éticos.....	20
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
V. CONCLUSIONES.....	31
VI. RECOMENDACIONES	32
REFERENCIAS.....	33
ANEXOS	45

Índice de tablas

<i>Tabla 1. Contenido de celulosa, hemicelulosa y lignina en residuos y desechos agrícolas</i>	13
<i>Tabla 2. Matriz de Categorización Apriorística</i>	16
<i>Tabla 3. Tecnologías termoquímicas y bioquímicas aplicadas a la producción de biocombustibles</i>	21
<i>Tabla 4. Bioenergía producida a partir de las diversas materias primas</i>	24
<i>Tabla 5. Condiciones adecuadas de funcionamiento en la aplicación de tecnologías termoquímica y bioquímicas</i>	26

Índice de gráficos

<i>Gráfico 1. Procedimientos de información</i>	18
<i>Gráfico 2. Porcentaje de tecnologías termoquímicas y bioquímicas con mayor aplicación</i>	22

Índice de figuras

<i>Figura 1. Ruta de procesamiento tradicional del petróleo crudo</i>	9
<i>Figura 2. Contaminación ambiental por sistemas energéticos</i>	11
<i>Figura 3. Comparación de la huella de CO₂ de varios combustibles fósiles y fuentes renovables para la producción de energía eléctrica</i>	12

Resumen

El objetivo del estudio busca determinar los puntos relevantes a conocer en la conversión termoquímica y bioquímica de la biomasa en la producción de biocombustibles. Para lo cual se aplicó un tipo básico de metodología de diseño sistemático; asimismo, aplicaron los siguientes portales web Sciencedirect , Scielo y Scopus para la búsqueda y selección de artículos.

Los resultados mostraron que las tecnologías termoquímicas y bioquímicas más aplicadas son la licuefacción (15%) y la pirólisis (15%) para la tecnología de conversión termoquímica; mientras que en bioquímica la fermentación alcohólica (20%) y la digestión anaeróbica (15%) son las más utilizadas. La bioenergía producida es etanol y biodiesel, con 9 y 8 de los investigadores sin confirmar respectivamente; Esto se debe a que los materiales de biomasa más utilizados son los que aportan azúcares, o transformados en azúcares y estos se utilizan para fermentar el etanol. La condición de funcionamiento adecuada es la temperatura; en tecnología termoquímica las temperaturas adecuadas son altas y en tecnologías bioquímicas las temperaturas más bajas son las más adecuadas.

Palabras clave: termoquímica, bioquímica, biomasa, biocombustibles, residuos

Abstract

The objective of the study is to determine the relevant points to know in the thermochemical and biochemical conversion of biomasses in the production of biofuels. For which a basic methodology of systematic design was applied; Similarly, the following web portals Sciencedirect, Scielo and Scopus were used for the search and selection of articles.

The results showed that the thermochemical and biochemical technologies with the greatest application are liquefaction (15%) and pyrolysis (15%) for the thermochemical conversion technology; while in the biochemical one, alcoholic fermentation (20%) and anaerobic digestion (15%) are the most used. The bioenergy produced is ethanol and biodiesel being 9 and 8 of the researchers that do not confirm respectively; this is because the most used biomass materials are those that provide sugars, or transformed into sugars and these are used to ferment ethanol. The appropriate operating condition is temperature; in thermochemical technology the appropriate temperatures are high and in biochemical technologies lower temperatures are the most appropriate. This is because high temperatures can lead to the production of refractory organic compounds or intermediate inhibitors generated through intramolecular reactions.

Keywords: thermochemistry, biochemistry, biomass, biofuels, wastes.

I. INTRODUCCIÓN

Las actividades industriales y humanas a nivel mundial han llevado a un aumento en el requerimiento de energía, tal como sucedió en 2014, cuando el carbón, el gas natural y el petróleo contribuyeron con más del 80 % del consumo mundial de energía (Ambaye T. et al., 2021). , p.2).

En los Estados Unidos, por ejemplo, el transporte representa alrededor del 37% de todo el consumo neto de energía, principalmente en forma de combustibles fósiles líquidos como combustible para aviones, gasolina y diésel (Forsberg C. et al., 2021, p. 2). Actualmente, menos del 1% de la energía del transporte es proporcionada por electricidad, y el 94% proviene de combustibles fósiles (Jacobsen A. y Blumenthal R., 2022, p.2).

Para satisfacer otras necesidades energéticas variables, como la producción máxima de electricidad y la calefacción estacional, también se necesitan combustibles fósiles líquidos (Hansen T., 2022, p.2). Finalmente, los combustibles fósiles son la principal materia prima de la industria química (Li Panni et al., 2021, p.3).

Como resultado, la infraestructura para la producción, distribución, almacenamiento y uso de combustibles fósiles líquidos se ha construido durante un largo período de tiempo y cuesta billones de dólares (Shan Y. and Lu X., 2021, p.229). Por ejemplo, de 2018 a 2020, las inversiones globales solo en el suministro de petróleo y gas totalizaron \$2,03 billones (Li Tiantian et al., 2022, p.1).

Sin embargo, el uso, la entrega y la extracción de combustibles fósiles son susceptibles al cambio climático y sus variaciones, particularmente cuando se combinan con otros cambios globales (Dordi Truzaar et al., 2022, p.60). A través de variaciones en la temperatura ambiente, el clima puede afectar directamente la demanda de combustibles fósiles (Thurston George D., 2022, p.4).

Debido a la conexión entre nuestra dependencia de los combustibles fósiles y la extraordinaria velocidad del cambio climático, ahora debemos buscar otros recursos renovables sostenibles, como los biocombustibles (Bach Hanna et al., 2021, p.2).

Por ello, se ha sugerido que los biocombustibles deberían asumir el papel de estos combustibles fósiles líquidos (hidrocarburos) (Perin G. y Jones P., 2019, p.3). Debido a esto, los biocombustibles son operacionalmente comparables a la gasolina, el diésel

y el queroseno y son completamente compatibles con la infraestructura actual para los combustibles fósiles (Marquez Gian P. et al., 2016, p.421).

Por esta razón, los biocombustibles elaborados a partir de recursos de biomasa utilizando métodos ecológicos están captando el interés de investigadores y expertos de todo el mundo (Prasad S. et al., 2020, p.3). La carga de contaminación general y otras consecuencias ambientales disminuyen porque el empleo de fuentes de energía renovables como los biocombustibles reduce las emisiones de contaminantes atmosféricos como los GEI, especialmente el CO₂, durante la quema (Tsiligiannis A. et al., 2019, p.2).

Donde, además, dichos productos generados se dan a través de procesos de conversión termoquímicos o bioquímicos, utilizando como materia prima principalmente biomasa biológica, residuos agrícolas, domésticos e industriales (Akinwumi A. et al., 2022, p. 4).

Dado lo anterior, se planteó como problema de estudio a resolver la siguiente interrogante: ¿Cuáles son los puntos relevantes a conocer en la conversión termoquímica y bioquímica de la biomasa en la producción de biocombustibles?

Así, se plantean como objetivos específicos las siguientes cuestiones:

PE1: ¿Cuáles son las tecnologías termoquímicas y bioquímicas más aplicadas en la producción de biocombustibles?

PE2: ¿Cuál es la bioenergía producida a partir de las diversas materias primas con la conversión de tecnologías termoquímicas y bioquímicas?

PE3: ¿Cuáles son las condiciones de operación adecuadas en la aplicación de tecnologías termoquímicas y bioquímicas para la producción de biocombustibles?

Mientras que el objetivo general se plantea de la siguiente manera: Determinar los puntos relevantes a conocer en la conversión termoquímica y bioquímica de la biomasa en la producción de biocombustibles.

Los siguientes tres enfoques se presentaron como objetivos específicos:

SO1: Clasificar las tecnologías termoquímicas y bioquímicas de mayor aplicación en la producción de biocombustibles

SO2: Identificar la bioenergía producida a partir de las diversas materias primas con la conversión de tecnologías termoquímicas y bioquímicas

SO3: Definir las condiciones de operación adecuadas en la aplicación de tecnologías termoquímicas y bioquímicas para la producción de biocombustibles

En el presente trabajo de investigación se buscará recopilar estudios recientes sobre los puntos pertinentes a conocer en la conversión termoquímica y bioquímica de la biomasa en la producción de biocombustibles, ya que los avances recientes en el campo de los biocombustibles a través de la ingeniería genética es un tema de actualidad. interés por la reducción de combustibles fósiles. Presentando así una justificación teórica del estudio, donde el propósito es investigar una tecnología novedosa que permita incrementar la producción de biocombustibles para satisfacer la demanda energética actual y futura.

II. MARCO TEÓRICO

Liu Xuanzuo et al., (2020, p.1; examinó cómo las métricas de rendimiento del tueste y las propiedades de la paja de sorgo tostadas se vieron afectadas por las situaciones de predensificación y operación. Por el contrario, se llevó a cabo un experimento de factor completo en un horno de tubo fijo utilizando gránulos y polvo de paja de sorgo calentados a temperaturas de 230 °C, 260 °C, 280 °C y 300 °C a velocidades de 2,5 °C/min, 5 °C/min y 7,5 °C/min, respectivamente. Bajo diversas condiciones de trabajo, se utilizaron análisis termogravimétricos para complementar las propiedades de pirólisis de la paja de sorgo torrefactada y se descubrió que tostar la paja de sorgo a alta temperatura daba como resultado un producto con un rendimiento másico y energético respetable y un alto poder calorífico. habían sido torrefactados generaron rendimientos energéticos superiores al 85 % sin dejar de tener un poder calorífico superior (HHV) que era comparable al carbón de bajo rango. Los resultados mostraron que la temperatura influyó significativamente en las propiedades de los productos tostados y th al ritmo de calentamiento afectaría la transferencia de calor durante el tostado, lo que tendría un efecto sobre la temperatura interna de la biomasa tostada.

Martín Pascual J. et al., (2020, p.1); Se realizó un análisis de los efectos de la temperatura de tostado y el tiempo de residencia sobre la biomasa de los subproductos de la aceituna utilizando un modelo computacional para determinar los parámetros operativos ideales para el proceso. Dentro del rango de operación de la operación, se estudiaron cuatro temperaturas y cuatro tiempos de residencia para determinar la pérdida de peso y los poderes caloríficos superiores (HHV) de la muestra tostada. Estos datos se usaron para construir un modelo numérico que pudiera predecir el comportamiento completo del proceso dentro del rango de temperatura de 200 y 300 °C y el rango de tiempo de residencia de unos pocos minutos a dos horas. El HHV de la muestra tostada aumentó entre 200 y 275 °C. Sin embargo, el HHV disminuyó de 275 a 300 °C. El funcionamiento del tiempo de residencia estuvo influenciado por la temperatura de tostado. Se demostró que HHV aumenta por debajo de los 120 minutos, sin embargo, a bajas temperaturas no hubo variaciones estadísticamente significativas. Este impacto fue inverso a 250 °C, y no se observaron variaciones estadísticamente significativas entre 30 y 120 min. Por lo tanto, las mejores condiciones de tostado para esta biomasa fueron 275 °C y un período de residencia de 30 minutos. El calor de hidratación óptimo de esta reacción

fue de 5830 cal /g. el documento completo Hubo una reversión de este impacto entre 30 y 120 minutos a 250 °C, y no hubo cambios estadísticamente significativos. Por lo tanto, las mejores condiciones de tostado para esta biomasa fueron 275 °C y un período de residencia de 30 minutos. El calor de hidratación óptimo de esta reacción fue de 5830 cal /g. todo el documento No hubo diferencias estadísticamente significativas entre 30 y 120 minutos a 250 ° C, y este efecto se invirtió. Como consecuencia, 275 °C y un tiempo de residencia de 30 minutos fueron los parámetros de tostado ideales para esta biomasa. El HHV ideal de esta reacción fue 5830 cal /g. todo el texto.

Mazzoni L. et al., (2017, p.1); examina la viabilidad de la cogasificación por plasma de residuos peligrosos del sector del petróleo y el gas y residuos sólidos municipales (RSU). Se realizan numerosas evaluaciones paramétricas sobre la cogasificación de las fracciones de RSU y PHC utilizando diferentes gases de plasma, como aire, oxígeno y vapor. Los hallazgos revelaron que el 90 por ciento de los RSU y el 10 por ciento de los PHW conformaron 1.338 toneladas de basura mezclada por día, podrían procesarse para producir 81 MW de energía eléctrica con una eficiencia del 33,63%. Además, los resultados demostraron una mayor flexibilidad para acomodar diferentes tipos de residuos y superaron los procesos estándar de incineración de residuos en energía en términos de eficiencia. Además, la cogasificación de PHW y MSW aumenta considerablemente la eficiencia de la planta de IPGCC.

Liu Lingqin et al., (2018, p.2); realizó una prueba con paja de arroz y un lecho fluidizado de dos etapas. El estudio experimental determinó las variables pertinentes para la operación de lecho fluidizado de dos etapas para examinar las características de gasificación del aire enriquecido con biomasa. Los resultados muestran que el empleo de una temperatura de gasificación más alta puede mejorar el rendimiento de la gasificación. Se ha demostrado que una ER más alta actúa en contra de elevar el poder calorífico del gas. Cuando la concentración de oxígeno pasa de 21% a 45%, el poder calorífico del gas aumenta de 4 MJ/kg a 5,24 MJ/kg y la eficiencia de gasificación sube de 29,60% a 33,59%, demostrando que a mayor concentración de oxígeno se produce un gas de mayor calidad y mayor eficiencia de gasificación. La concentración de alquitrán cae de 15,78 g/Nm³ a 10,24 g/Nm³ después de una segunda inyección de oxígeno. La concentración óptima de oxígeno secundario está en torno al 33,00%. Cuando se aumentó el oxígeno secundario al 46,86 %, la

aromatización del alquitrán aumentó porque los aromáticos monocíclicos disminuyeron (de 28,17 a 19,65 %) y los PAH aumentaron (de 34,9 a 44,0 %).

Lu Jianwen et al., (2017, p.1); La posibilidad de crear petróleo biocrudo y recuperar nutrientes y metales de las heces humanas se investigó mediante la licuefacción hidrotermal (HTL). Examinamos específicamente los efectos de la temperatura (260 °C, 300 °C, 340 °C), el tiempo de retención (10 min, 30 min, 50 min) y la concentración de sólidos totales (TS) (5 %, 15 %, 25 %). Con una fracción licuada máxima de 87,89%, se logró la mayor producción de biocrudo con 34,44% y con un poder calorífico superior de 40,29 MJ/kg. Los resultados experimentales mostraron que el 54 % del carbono en las heces humanas se trasladó al crudo biológico, mientras que el 72 % del nitrógeno se descargó en la fase acuosa. La mayoría de los metales pesados y elementos alcalinotérreos, incluidos Ca (89 %), Mg (81 %) y Al (88 %), también).

Couto Eduardo A. et al., (2018, p.1); investiga la posibilidad de utilizar la biomasa producida por los estanques de alta tasa (HRP) utilizados para tratar las aguas residuales domésticas como suministro de materias primas para el proceso de licuefacción hidrotermal utilizado para producir bioaceite (HTL). Se evaluaron los efectos de la duración de la reacción, la temperatura y la relación biomasa/agua sobre el rendimiento del bioaceite. También se realizó un balance de carbono y nitrógeno entre los productos (bioaceite, fase acuosa, residuos sólidos y gas) para evaluar la calidad del bioaceite y el potencial de valorización de los subproductos. En una operación de 15 minutos a 300 °C con una relación biomasa/agua de 1/10, el rendimiento de bioaceite fue del 44,4%. (sw 1). Daf-base, o libre de cenizas secas. El residuo sólido fue consistentemente el subproducto más común en todas las condiciones de prueba debido a la alta concentración de cenizas en la biomasa. Según se informa, el principal defecto de la técnica es la recuperación de nitrógeno mínima del 57 % que se puede obtener cuando se ejecuta a 275 °C en el bioaceite. Sin embargo, la necesidad de secado se reduce en comparación con otros sistemas de producción de bioenergía basados en microalgas, lo que podría crear un balance energético positivo en la HTL.

Pattiya A. y Suttibak S., (2017, p.1); El objetivo del estudio era observar cómo la filtración en caliente y las temperaturas de reacción afectaban los productos finales de la pirólisis. Los bioaceites se describieron utilizando su contenido de agua, sólidos y cenizas, densidad, poder calorífico, pH, viscosidad y estabilidad. A las temperaturas

óptimas de pirólisis de 429 °C y 403 °C, respectivamente, los rendimientos de bioaceite más altos para SL y ST fueron 52,5 % en peso y 59,0 % en peso. El uso del filtro caliente dio como resultado una reducción del 7-8 % en la generación de bioaceite en función del peso. Sin embargo, los bioaceites filtrados tenían una viscosidad superior, eran más estables e incluían más partículas y cenizas.

Cho Dong-Wan et al., (2018, p.1); llevaron a cabo la conversión termoquímica de posos de café ricos en lignina y cargados de cobalto (COSCG) con el fin de identificar las mejores condiciones pirolíticas (gas atmosférico y duración pirolítica) para la generación de gas de síntesis (H₂ y CO) y para fabricar cobalto- catalizador de biocarbón (CBC) en un solo paso. Cuando se empleó CO₂ como gas ambiente y el período pirolítico fue de 110 min, la técnica termoquímica COSCG produjo las cantidades más altas de H₂ (1,6 % mol en pirólisis no isotérmica durante 50 min) y CO (4,7 % mol en pirólisis isotérmica). durante 60 minutos). Las propiedades fisicoquímicas del CBC producido en condiciones pirolíticas óptimas para la producción de gas de síntesis se investigaron utilizando una variedad de instrumentos analíticos (FE-SEM, TEM, XRD y XPS). Las caracterizaciones mostraron que el catalizador estaba compuesto por Co metálico y carbono con arrugas en su superficie. La eficiencia catalítica de CBC se evaluó utilizando la reducción de p-nitrofenol (PNP) como caso de estudio. De 0,04 a 0,12 s⁻¹, se midió la cinética de reacción de PNP en presencia de CBC.

Jahromi H. y Agblevor F., (2018, p.2); Para explorar la hidrogenación (HDO) de aceite de pirólisis catalítica de piñón-enebro en fase acuosa, se utilizó un nuevo catalizador multifuncional de níquel (Ni/RM) soportado sobre lodo rojo (APPJCPO). El rendimiento de líquido orgánico de APPJCPO con un contenido de oxígeno de 1,14 % en peso fue de 47,8 % en peso a una temperatura de reacción de 350 °C y 30 % en peso de Ni/RM. La mayor parte de la parte líquida orgánica estuvo compuesta por hidrocarburos alifáticos, aromáticos y aromáticos alquilados, con trazas de oxigenados. RM está a favor de la cetización catalítica de los ácidos carboxílicos. En el RM, los compuestos oxigenados que se sometieron a alquilación de carbonilo con aldehídos y cetonas experimentaron una reducción parcial facilitada por el metal de níquel. Según el análisis de la desactivación del catalizador, los principales factores reguladores de la desactivación de Ni y RM, respectivamente, fueron la oxidación y la producción de coque. Por el contrario, el 2-Al₂O₃ se probó en estudios

HDO y no dio como resultado hidrocarburos líquidos; en cambio, gasificó las moléculas orgánicas solubles en APPJCPO.

Solé-Bundó M. et al., (2017, p. 1); tuvo como objetivo evaluar, por primera vez, los efectos de un pretratamiento termoalcalino con cal (CaO) sobre la digestión anaeróbica de microalgas. A lo largo del procedimiento de pretratamiento, se aplicaron diferentes dosis de CaO (4 y 10 %) a temperaturas variadas (25 °C, 55 °C y 72 °C). Pretratamientos expuestos a temperaturas de 25 °C por 4 días, 55 °C por 24 horas y 72 °C por 24 horas. Luego se examinó la presencia de metano en microalgas pretratadas y no tratadas mediante bioquímica. El pretratamiento mejoró la solubilización de proteínas y carbohidratos en un 32,4% y 31,4%, respectivamente, a la mayor temperatura y concentración de óxido de calcio (10% CaO y 72 °C). Además, en cada caso, se mejoró la cinética de la digestión anaeróbica (de 0,08 a 0,14 días⁻¹ para microalgas no tratadas y pretratadas, respectivamente). El mayor aumento factible en metano potencial bioquímico (25 %) se obtuvo a una concentración de CaO del 10 % a 72 °C en función de la solubilización mejorada de la biomasa. Por lo tanto, el pretratamiento con cal parece ser una forma efectiva de aumentar la digestión anaeróbica de las microalgas.

La población mundial sigue aumentando, con una previsión de 9 mil millones de personas para 2050 (Urom Christian et al., 2022, p.3). Con ello, el aumento de la población implica necesariamente una mayor demanda de productos básicos como la energía (Nanaki E. y Xydis G., 2018, p.2).

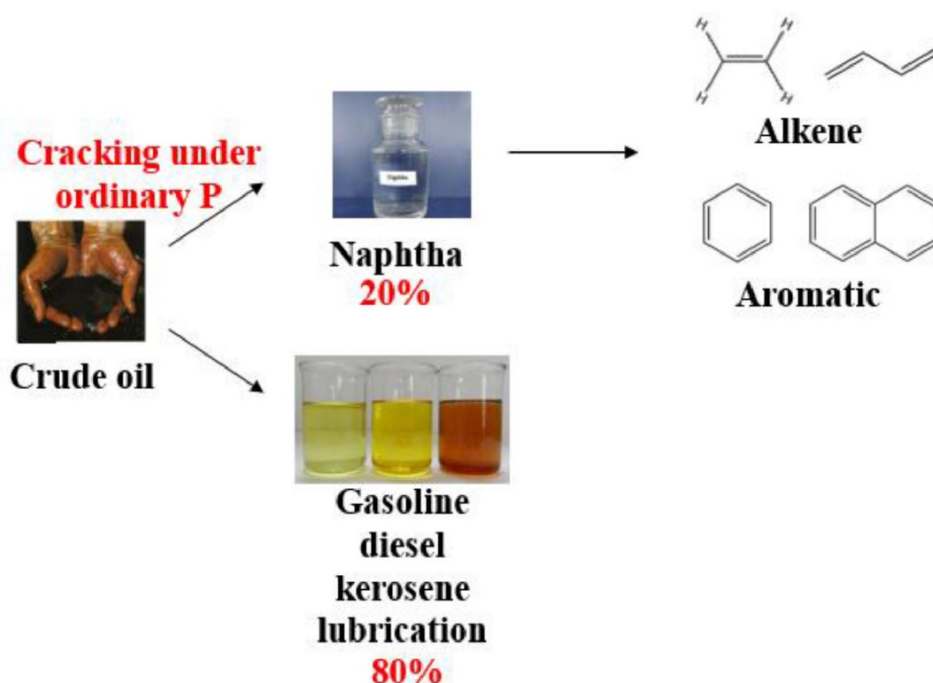
Desde la revolución industrial de los siglos XVIII y XIX, la energía se ha convertido en el principal motor de la expansión económica (Okoye Lawrence U. et al., 2022, p.2). La industrialización se ha alejado del uso del trabajo humano para construir dispositivos y bienes simples hacia una nueva era de maquinaria alimentada por carbón para la fabricación en masa (Chen Jiandong et al., 2022, p.3).

A medida que se ha acelerado la industrialización en todo el mundo, la energía se ha generado y utilizado de formas que nunca antes se habían hecho, en particular a la luz del uso generalizado de carbón, petróleo, gas natural y otros combustibles fósiles (Li Wenjing et al., 2022). , p.2).

Según la Figura 1, que proporciona un ejemplo, la capacidad actual de refinación de petróleo de China oscila entre 600 y 700 millones de toneladas por año. Donde se encuentran algunos de los métodos actuales para el uso y procesamiento del aceite.

Muestra que alrededor del 20% del petróleo crudo se somete a pirólisis y craqueo catalítico para producir olefinas y aromáticos, que luego se utilizan para producir compuestos orgánicos.

Figura No. 1. Ruta tradicional de procesamiento de crudo



Fuente: Extraído de Jin Yong et al., (2022)

Los problemas con las tecnologías actuales de procesamiento de petróleo incluyen condiciones de reacción difíciles y una baja tasa de conversión química (Hanif I., 2018, p.2). Como producto de referencia para la industria petroquímica, solo se producen alrededor de 30 millones de toneladas de polietileno cada año, lo que representa solo alrededor del 5% del petróleo crudo refinado (Abonyi M. al., 2022, p.3).

Por lo tanto, China necesita importar aproximadamente 10 millones de toneladas de polietileno de alto rendimiento cada año (Liu Jing Yue y Zhang Yue Jun, 2021, p.2).

Dado que miles de millones de personas dependen de la electricidad para sus actividades diarias, la calidad de vida ha mejorado junto con los avances en bienes de consumo, atención médica, transporte y otras áreas (Hassan S. et al., 2022, p.2).

Como resultado, el cierre del sitio, así como la extracción en curso y la exploración fresca han sido características de las rutas de energía de combustibles fósiles durante los últimos diez años, ilustrando procesos de (des)continuación (Umar M. et al., 2022, p.2). Dependiendo de las conexiones entre el uso de combustibles fósiles para la

energía y la cultura, la sociedad, la política y la economía, estos enfoques han tomado diferentes formas en Europa (Brauers H. y Oei P., 2020, p.2).

Por ejemplo, el gobierno del Reino Unido ha prometido una eliminación gradual del carbón y una prohibición del fracking, pero la exploración y explotación de petróleo, gas y carbón en tierra ha persistido (Hielscher S. et al., 2022, p.1). Tanto es así que el agotamiento y la inestabilidad del suministro de combustibles fósiles aumentan el costo de la electricidad (Yang Y. et al., 2022, p.4).

Sin embargo, un mayor uso de energía da como resultado una mayor degradación ambiental, lo que tiene efectos perjudiciales tanto para las generaciones actuales como para las futuras (Solarin S., 2020, p.2).

Debido a su impacto directo en el crecimiento económico y la creación de riqueza, la energía es muy importante, para mantener un equilibrio entre la oferta y la demanda de energía, se necesitan políticas y planes energéticos nacionales (Ansari N. et al., 2021, p. 4).

Pero, durante las últimas décadas, los problemas ambientales primarios que tienen un alcance transnacional y global ahora se incluyen en los problemas ambientales relacionados con la energía, que van más allá de los problemas únicamente locales o regionales (Piggot G. y Erickson P., 2022, p.4). donde los problemas entre generaciones son causados por la contaminación antropogénica y el uso generalizado de recursos convencionales finitos como los combustibles fósiles y nucleares (Zhang Mei et al., 2022, p.3).

Ante esto, el carbón es el principal componente de los combustibles fósiles y contiene casi el 90% de la energía total proveniente de los combustibles fósiles (Thakur P., 2019, p.5). Y estos combustibles fósiles son los que más contribuyen al cambio climático y al calentamiento global (Letcher I., 2018, p.3).

Los desafíos ambientales son más evidentes en los países en desarrollo o recientemente industrializados debido a la tendencia de las tasas de crecimiento del consumo de energía a ser extremadamente altas y al hecho de que la gestión ambiental aún no se ha incorporado completamente a la infraestructura (Vallero D., 2021, p.463).

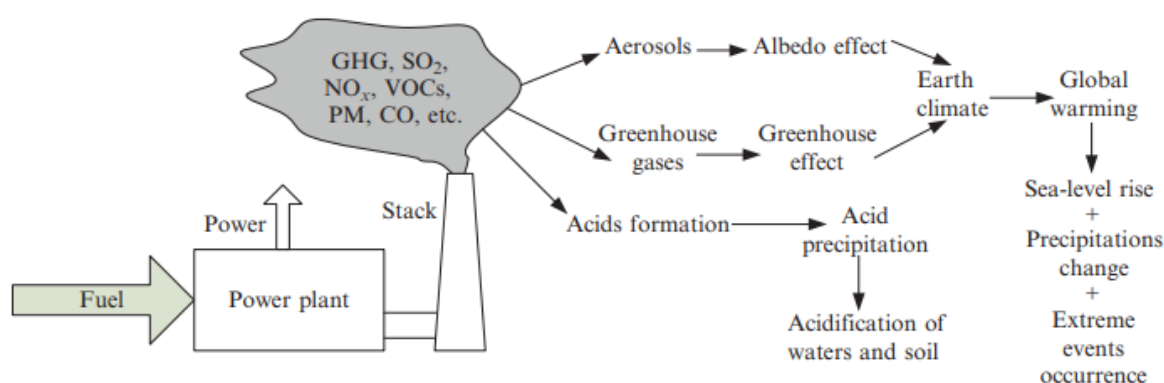
Esto se debe a que a medida que han crecido las actividades antropogénicas, particularmente en la industria y el transporte, también ha aumentado la demanda y

el uso de combustibles fósiles, lo que genera importantes problemas ambientales a escala global (Hainsch K. et al., 2022, p. 3). Debido a esto, ahora existe una mayor necesidad de energía y protección ambiental debido a la actividad industrial y humana generalizada (Aalto Pami et al., 2021, p.2).

Sin embargo, las naciones desarrolladas de hoy en día son las principales culpables de las emisiones de carbono, el agotamiento de la capa de ozono y la contaminación del aire (Kuhne Kjell et al., 2022, p.4). A pesar de que las emisiones permitidas de las reservas de combustibles fósiles son de cuatro a siete veces mayores que las emisiones potenciales (Erickson P. et al., 2018, p.1).

La figura 2, ilustra un sistema general de producción de energía que utiliza combustibles, realiza un trabajo beneficioso y libera contaminantes al medio ambiente.

Figura No. 2 . Contaminación ambiental por sistemas energéticos



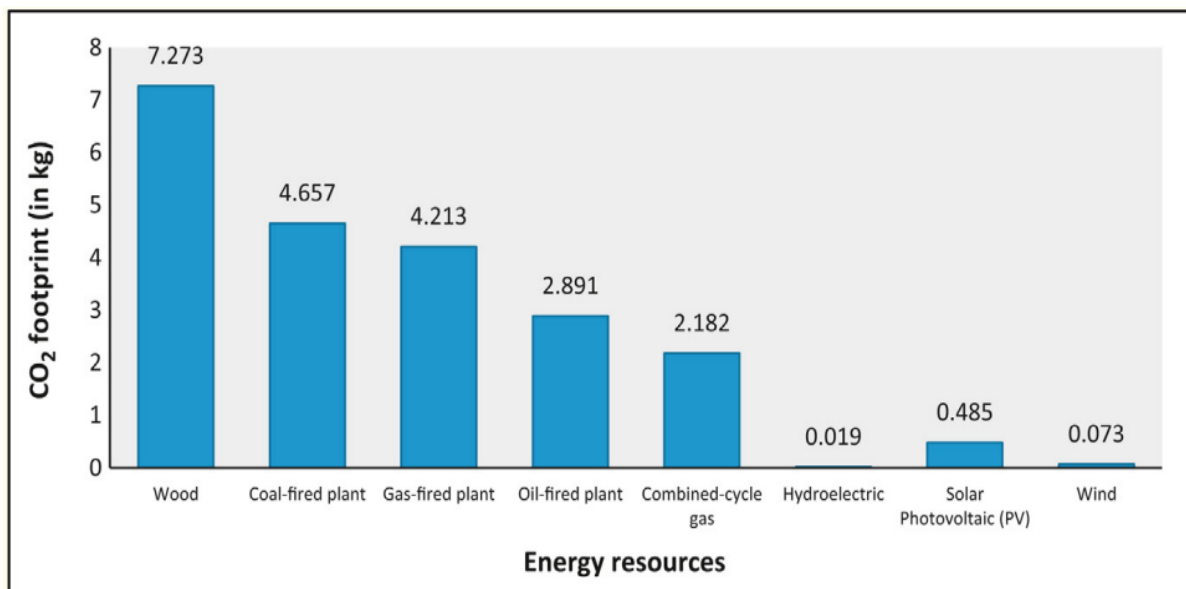
Fuente: Extraído de Li Cai et al., (2022)

La Figura 2, ilustra cómo el sistema puede resultar en emisiones contaminantes, calamidades, riesgos, deterioro ambiental provocado por la contaminación del aire y el agua, envenenamiento de animales, emisiones de gases de efecto invernadero, fugas de monóxido de carbono, agotamiento del ozono estratosférico y emisión de SO, VOC y PM. y otros aerosoles .

La producción de gases de efecto invernadero (GEI), como se muestra en la figura 3, es otro efecto desfavorable de la producción de energía por combustibles fósiles.

La Figura 3, compara las emisiones de CO₂ producidas cuando se produce 1 kWh de energía eléctrica utilizando varios combustibles fósiles y fuentes de energía renovable, expresadas en kilogramos.

Figura No. 3. Evaluación de la huella de CO₂ de diferentes combustibles fósiles y fuentes de energía renovables para la generación de electricidad



Fuente: Extraído de Ali R. et al., (2017)

Los efectos crecientes del cambio climático y el crecimiento continuo de las emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de la producción de energía a nivel mundial han resaltado la necesidad urgente de pasar de los combustibles fósiles a fuentes de energía alternativas (Greiner P. et al., 2022, p.2). Donde, la única esperanza para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero es encontrar métodos más limpios para generar electricidad y hacer funcionar nuestros vehículos (Sovacool B. y Geels F., 2017, p.3).

Junto a ello, el aprovechamiento de la biomasa ha continuado siendo una importante fuente de energía y ha tenido un impacto local en la sociedad y el medio ambiente, a nivel regional y global (Jacqueline P. et al., 2022, p.1). Demostrando que la biomasa es muy promisorio como materia prima para combustible gaseoso, combustible líquido y ciertos productos petroquímicos intermedios, por lo tanto, es posible utilizarla en la agricultura (Prasad B. et al., 2022, p.2).

La Tabla 1, muestra las características de los residuos de cultivos que los convierten en una fuente flexible de energía para biocombustibles.

Tabla No. 1. Contenido de celulosa, hemicelulosa y lignina de desechos y sobras agrícolas

Residuos agrícolas	Celulosa	Hemicelulosa	Lignina
Paja de trigo	33–40	20–25	15–20
Paja de arroz	40	18	55
Mazorcas de maíz	45	35	15
Cáscaras de nuez	25–30	25–30	30–40
Pelos de semilla de algodón	80–90	5–20	0
Hojas	15–20	80–85	0
Estiércol sólido de ganado	1.6–4.7	1.4–3.3	2.7–5.7
Residuos porcinos	6.0	28	
Sólidos primarios de aguas residuales	8–15	–	24–29
Papel	85–99	0	0–15
Periódico	40–55	25–40	18–30
Basura clasificada	60	20	20
Papeles de desecho (pastas químicas)	60–70	10–20	5–10

Fuente: Extraído de Jacqueline P. et al., (2022)

Es importante comprender la estructura química primaria de la biomasa, ya que sirve como fuente de energía flexible para los biocombustibles y tiene un impacto significativo en su producción (Khatri K. et al., 2019, p. 3). La lignina, la celulosa y la hemicelulosa son trazas de elementos inorgánicos que se encuentran en la pared celular de la planta (Abelha P. et al., 2022, p.3). Así, se le conoce como biomasa lignocelulósica; sin embargo, el balance de masa y la composición bioquímica del mismo varían según el tipo de planta (Wei PH et al., 2021, p.2).

Como resultado, la mayoría de las naciones en desarrollo, como India, tienen una gran cantidad de desechos agrícolas, industriales y municipales que podrían usarse para crear combustibles alternativos vitales y fuentes de energía asequibles como el biodiesel (Rajamehala M. et al., 2022, p.5). Para disminuir la presión sobre las fuentes de energía y el impacto ecológico del uso de estos desechos, es fundamental comprender su potencial para la generación de etanol (Ramos Márcio D. et al., 2022, p. 4).

Con el aumento de los precios del gas, el agotamiento de los recursos de combustibles fósiles y, más recientemente, la escalada de los problemas políticos y

ambientales, el uso de desechos agroindustriales lignocelulósicos renovables ha ganado atención recientemente (Dey Pinaki et al., 2022, p.133). Existen diversos tipos de residuos urbanos e industriales, incluyendo borras de algodón, licor de sulfito usado, suero de queso, residuos del sector hortofrutícola, basura de la industria del café, entre otros (Abdullah I. et al., 2022, p.2).

Como resultado, el uso de materiales lignocelulósicos, incluidos los restos de cultivos, pastos, aserrín, astillas de madera y desechos animales sólidos, podría ser una fuente para producir etanol a un costo razonable (Goswami L. et al., 2022, p.2).

Estas materias primas se pueden utilizar como sustratos de fermentación porque contienen azúcar o se pueden transformar en azúcares (Lu Hedong et al., 2022, p.1). Las materias primas fermentables incluyen residuos amiláceos, lignocelulósicos y urbanos/industriales, además de suministros dulces directamente fermentables (Saravanan A. et al., 2022, p.2). También ha habido informes de producción de biocombustibles directamente a partir de caña de azúcar, remolacha azucarera y sorgo dulce (Boro M. et al., 2022, p.2).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación.

El método de investigación utilizado es fundamental ya que se desarrolló en un marco teórico y su uso principal es aprender de estudios previos para abordar un problema. Dado que en este estudio se evaluarán artículos para identificar la información pertinente a conocer en la conversión termoquímica y bioquímica de la biomasa para la producción de biocombustibles, se ha aplicado investigación básica.

Así mismo, el diseño utilizado fue sistemático, siendo este diseño un proceso circular no lineal donde se aborda cada texto analizando sus conceptos e ideas denominado "codificación abierta" con el fin de definir categorías y enfocar las más importantes para el proceso de investigación. recopilar codificación en vivo (Maurer H. et al., 2017, p.1). Identificando así una denominada "categoría axial" entre todas las categorías, esto permitirá interconectar todas las categorías con el fin de obtener una "codificación selectiva" obteniendo un núcleo teórico. Es así que este diseño se presentó en la presente investigación debido al análisis que se realizó de la conversión de biomasa para la producción de biocombustibles, estudiando las condiciones en que ocurrieron los eventos estudiados, el contexto en el que se desarrolló,

3.2. Matriz de categoría , subcategoría y categorización

Las categorías propuestas por la Tabla 2, fueron elaboradas de acuerdo a los tres problemas y objetivos específicos, y las subcategorías permiten profundizar y detallar los resultados que se mostrarán en los resultados sobre la conversión termoquímica y bioquímica de la biomasa.

Tabla No. 2. Matriz de Categorización Apriorística

Objetivos específicos	Problemas específicos	Categoría	Subcategoría	Criterio 1	Criterio 2
Clasificar las tecnologías termoquímicas y bioquímicas con mayor aplicación en la producción de biocombustibles	¿Cuáles son las tecnologías termoquímicas y bioquímicas con mayor aplicación en la producción de biocombustibles?	Tecnologías termoquímicas y bioquímicas (Jacqueline P. et al., 2022, p.1).	Torrefacciones Gasificación Licuefacción Digestión anaeróbica Transesterificación (Khatri K. et al., 2019, p.3).	De acuerdo al tipo de conversión	De acuerdo al tipo de materia prima usada
Identificar la bioenergía producida a partir de las diversas materias primas con la conversión de las tecnologías termoquímicas y bioquímicas	¿Cuál es la bioenergía producida a partir de las diversas materias primas con la conversión de las tecnologías termoquímicas y bioquímicas?	Bioenergía producida a partir de las diversas materias primas (Greiner P. et al., 2022, p.2).	Metano Etanol Biodiesel (Abelha P. et al., 2022, p.3).	De acuerdo al tipo de biomasa usada	De acuerdo a la cantidad de rendimiento del biocombustible recuperado
Definir las condiciones adecuadas de funcionamiento en la aplicación de tecnologías termoquímica y bioquímicas para la producción de biocombustibles	¿Cuáles son las condiciones adecuadas de funcionamiento en la aplicación de tecnologías termoquímica y bioquímicas para la producción de biocombustibles?	Condiciones adecuadas de funcionamiento (Prasad B. et al., 2022, p.2).	pH Temperatura Tiempo de reacción (Ramos Márcio D. et al., 2022, p.4).	De acuerdo al tipo de tecnología usada	De acuerdo al tipo de materia prima usada

Elaboración Propia

3.3. Escenario de estudio

Los escenarios cualitativos describen futuros posibles en forma de palabras, siendo los escenarios cualitativos textos narrativos que muestran y describen los lugares donde se llevaron a cabo los procesos experimentales de otros estudios. Por tanto, en el presente trabajo los escenarios considerados se encuentran en los diversos artículos; tales como los lugares donde se extrae la biomasa utilizada para producir biocombustibles, los laboratorios donde se realizan las conversiones termoquímicas y bioquímicas.

3.4. Participantes

Los participantes son Science direct, Scielo y Scopus; siendo estas bibliotecas electrónicas un medio de publicación de artículos científicos prácticamente a nivel mundial.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

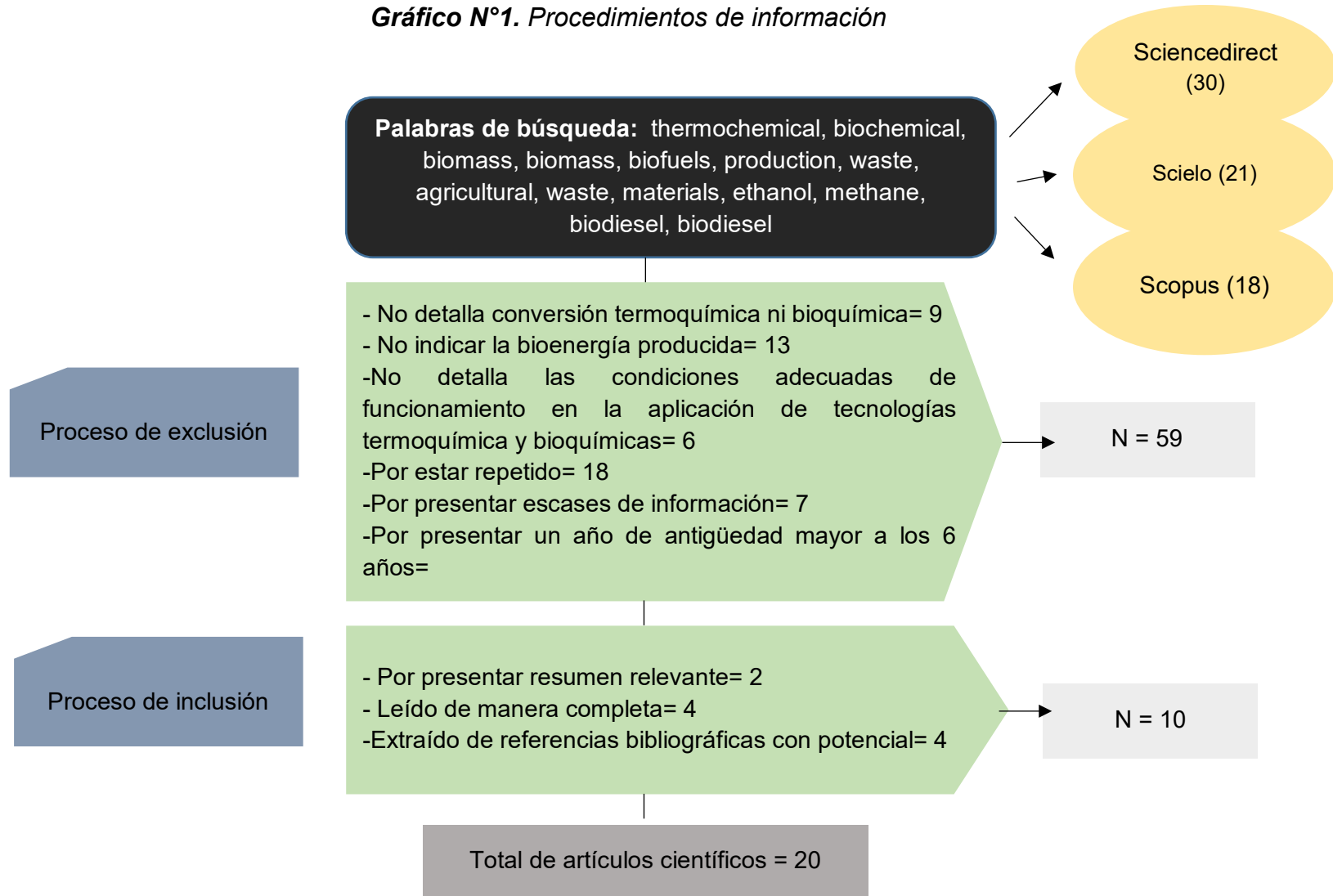
La técnica utilizada fue el análisis documental, mientras que el instrumento fue la ficha de recolección de datos (Ver Anexo 1).

Se utilizó el análisis documental porque es un método aplicado a estudios cualitativos donde se enfoca en que el investigador estudie y analice un tema en varios estudios para evaluarlo. Se está investigando cómo convertir termoquímica y biológicamente la biomasa para producir biocombustibles.

Asimismo, esta técnica va de la mano con el uso del archivo propuesto como instrumento de análisis; Por ello se propuso que dicho documento tome como datos esenciales los datos del autor del estudio a plasmar, los objetivos del trabajo, la metodología, las tecnologías termoquímicas y bioquímicas aplicadas, la bioenergía producida a partir de las diversas materias primas. , las condiciones del correcto funcionamiento en la aplicación de tecnologías termoquímicas y bioquímicas, las conclusiones.

3.6. Procedimiento

Gráfico N°1. Procedimientos de información



elaboración propia

3.7. Rigor Científico

Para obtener el rigor científico de una investigación, según Maher Carmel et al., (2018, p.2); Se deben cumplir 4 criterios; credibilidad, transferibilidad, fiabilidad y confirmabilidad. Siendo estos criterios obtenidos a lo largo del desarrollo de este trabajo de investigación, y detallados a continuación:

La credibilidad se considera el criterio del valor de verdad; siendo esta la que permite a otros reconocer las experiencias contenidas en el estudio a través de la interpretación de las vivencias de los participantes. Este criterio se logró dejando la mayor cantidad de información posible sobre la extracción de los datos utilizados, para que los investigadores interesados puedan corroborar la información brindada.

La transferibilidad en lenguaje cualitativo es la capacidad de transferir resultados o métodos de investigación de un grupo a otro. Por lo tanto, este criterio se obtuvo brindando amplia información sobre lo estudiado, describiendo detalladamente los resultados propuestos para que no haya dudas o interrogantes en los lectores.

La confiabilidad es el criterio de confianza, y la confianza ocurre cuando otro investigador puede seguir el rastro de decisión utilizado por el investigador. Cumpliéndose este criterio a través de la información dejada en la metodología del estudio, para que futuros investigadores puedan observar los métodos utilizados, así como las técnicas y tipo de investigación.

La confirmabilidad es el criterio que ocurre una vez que se han establecido la credibilidad, la transferibilidad y la confiabilidad. En este criterio, el investigador necesita una actitud autocrítica, teniendo en cuenta cómo sus ideas preconcebidas afectan la investigación. Este criterio se cumplió al describir objetivamente la información en los resultados.

3.8. Método de análisis de información

El método del presente estudio fue la triangulación, refiriéndose a este tipo de método aquel que utiliza dos o más fuentes de datos en el estudio para obtener una comprensión de los fenómenos. Así, se utilizó la matriz apriorística, donde las categorías y subcategorías utilizadas para especificar resultados exactos y detallados fueron:

Categorías (3)

1. Tecnologías termoquímicas y bioquímicas.
2. Bioenergía producida a partir de las diversas materias primas
3. Correcto operando condiciones

Subcategorías:

1. asado
2. Gasificación
3. Licuefacción
4. digestión anaeróbica
5. transesterificación

1. Metano
2. Etanol
3. biodiésel

1. pH
2. La temperatura
3. Tiempo de reacción

3.9. Aspectos éticos

Los aspectos éticos cumplidos fueron 3; respeto, honestidad y responsabilidad.

La honestidad se cumplió citando cada información plasmada en la norma ISO-690. La honestidad se cumplió a través de la transparencia de la información brindada en el estudio, lo cual se puede verificar con las referencias bibliográficas dejadas; Por último, la responsabilidad se cumplió dando cumplimiento a lo establecido en la Guía de Productos Observables de la Universidad Cesar Vallejo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir de los artículos seleccionados, creamos tablas que nos permiten identificar la información crucial que se necesita al convertir la biomasa termoquímica y bioquímicamente para producir biocombustibles.

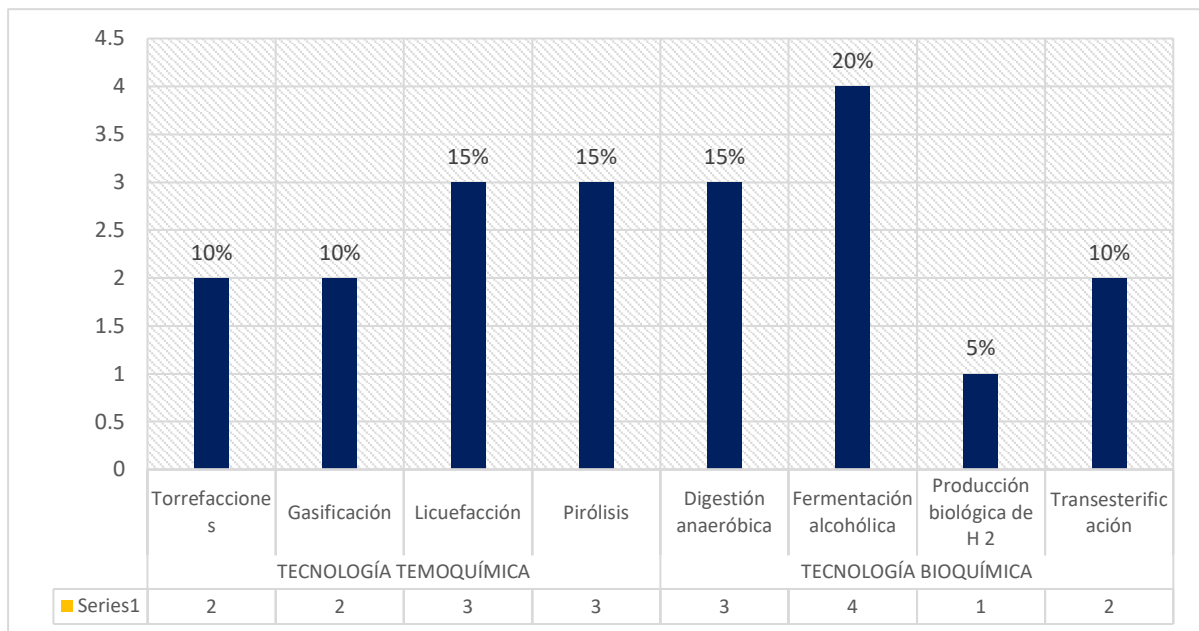
Por ello, se presenta la Tabla 3, que identifica las tecnologías termoquímicas y bioquímicas de mayor aplicación en la producción de biocombustibles.

Tabla 3. *Tecnologías termoquímicas y bioquímicas aplicadas a la producción de biocombustibles*

Tecnología de conversión	Tipo de tecnología termoquímica	Materia prima	Referencia
TERMOQUÍMICA	Torrefacciones	Residuos de olivo, 5830 cal/g HHV	Martín-Pascual J. et al., (2020, p.1)
		Paja de sorgo en polvo y gránulos	Liu Xuanzuo et al., (2020, p.1)
	Gasificación	Residuos sólidos y residuos peligrosos	Mazzoni L. et al., (2017, p.1)
		Paja de arroz	Liu Lingqin et al., (2018, p.2)
	Licuefacción	Biomasa de algas (microalgas)	López-Linares J. et al., (2016, p.1)
		<i>Semilla de <i>Jatropha curcas</i></i>	Lu Jianwen et al., (2017, p.1)
		Aguas residuales domésticas de estanques	Couto Eduardo A. et al., (2018, p.1)
	Pirólisis	Hojas y cogollos de caña de azúcar	Pattiya A. y Suttibak S., (2017, p.1)
		Biomasa residual del café	Cho Dong-Wan et al., (2018, p.1)
Astillas de madera de piñón		Jahromi H. y Agblevor F., (2018, p.2)	
Tecnología de conversión	Tipo de tecnologías bioquímicas	Materia prima	Referencia
BIOQUÍMICA	Digestión anaeróbica	Lodos de depuradora	Passos F. et al., (2016, p.1)
		Biomasa cocultivada de microalgas y bacterias	Solé-Bundó M. et al., (2017, p.1)
		Biomasa de algas de un cultivo mixto	Molinuevo-Salces B. et al., (2016, p.1)
	Fermentación alcohólica	Paja de arroz pretratada y sacarificada	Prasad Shiv. et al., (2020, p.2)
		Biomasa de microalgas	Hwang Jae-Hoon et al., (2016, p.1)

		Biomasa de microalgas (<i>Chlorella</i>)	Gao K. et al., (2016, p.1)
		Aguja de pino	Vaid S. et al., (2018, p.2)
	Producción biológica de H ₂	Microalgas (<i>Chlorella</i> sp.)	Sengmee D. et al., (2017, p.1)
	Transesterificación	Aceite de <i>Jatropha curcas</i>	Ye Yunus et al., (2018, p.1)
		Aceite de cocina usado reciclado	Tahvildari K. et al., (2016, p.1)

Gráfico No. 2. Porcentaje de tecnologías termoquímicas y bioquímicas con mayor aplicación



Elaboración propia

La biomasa lignocelulósica debe convertirse en energía para obtener una variedad de productos energéticos, como calor, gas de síntesis, bioaceite oxigenado (biocombustibles líquidos), carbón vegetal (biocombustibles sólidos) y compuestos químicos, es crucial seleccionar el mejor método termoquímico; Por lo tanto, la Tabla 3 enumera las tecnologías más populares.

Con esto, de acuerdo al gráfico 2, la tabla porcentual de estudios detallados se detalla en el cuadro 3, donde las tecnologías más utilizadas son la licuefacción (15%) y pirólisis (15%) para la tecnología de conversión termoquímica; mientras que en bioquímica la fermentación alcohólica (20%) y la digestión anaeróbica (15%) son las más utilizadas.

Lee Doyeon et al., (2022, p.2), utilizando métodos biotecnológicos emergentes como la fermentación oscura y los sistemas híbridos con reacciones de cambio de agua y

gas, respalda los resultados antes mencionados. actualmente para fabricar bio-H₂ de manera eficiente.

biofotólisis adicionales , como los que llevan a cabo las cianobacterias y las algas verdes y que se muestran en la tabla 3 de los autores Gao K. et al. (2016, p.1) y Hwang Jae - Hoon et al., (2016, p.1); quienes utilizaron biomasa de microalgas y biomasa de microalgas (*Chlorella*) como materia prima respectivamente.

Los procesos bioquímicos como la digestión anaeróbica, la fermentación, la esterificación y la fotofermentación son los principales procesos utilizados para convertir la biomasa en biocombustible, según Khan Yunus et al. (2018, pág. 2). Dicho así y teniendo las investigaciones realizadas por Passos F. et al., (2016, p.1), Solé-Bundó M. et al., (2017, p.1), Molinuevo-Salces B. et al. ., (2016, p.1), Prasad Shiv. et al., (2020, p.2), Hwang Jae - Hoon et al., (2016, p.1), Gao K. et al., (2016, p.1), Vaid S. et al., (2018, p.2), Sengmee D. et al., (2017, p.1), Ye Yunus et al., (2018, p.1) y Tahvildari K. et al., (2016, p.1)).

Pero, Martín-Pascual J. et al., (2020, p.1), investigaron el uso del tostado, un proceso termoquímico que incluye material energéticamente densificador entre 200 y 300 °C en un ambiente anaeróbico estéril; llegaron a la conclusión de sus hallazgos de que el tostado podría ser un pretratamiento confiable cuando se lleva a cabo en las mejores circunstancias.

Pero también, entre los procesos utilizados para la producción de biocombustibles, se encuentra la conversión termoquímica; que también es aplicado por el 50% de los investigadores; donde este proceso termoquímico sirve para generar no solo energía, pero también bienes relacionados con la energía como calor, gas, carbón y aceites de plantas (Lee Sze Ying et al., 2019, p.3).

Por otro lado, el desarrollo de la tabla 4 permitió identificar la bioenergía generada a partir de diversas materias primas mediante la conversión de tecnologías termoquímicas y bioquímicas.

Tabla 4. Bioenergía producida a partir de las distintas materias primas

Bioenergía producida	Materia prima, bioenergía producida, composiciones, rendimiento y recuperación de energía	Rendimiento de biocombustible recuperado	Referencia
TERMOQUÍMICA			
Etanol	Residuos de olivo	5830 cal/g HHV (valores caloríficos superiores)	Martín-Pascual J. et al., (2020, p.1)
Etanol	Paja de sorgo en polvo y gránulos	Rendimiento energético HHV superior al 85%	Liu Xuanzuo et al., (2020, p.1)
Biodiésel	Residuos sólidos y residuos peligrosos	Eficiencia eléctrica 41%, generación de energía 81 MW	Mazzoni L. et al., (2017, p.1)
Etanol	Paja de arroz	Eficiencia del gas combustible alrededor del 34 %, composición del combustible CO ₂ 0 %, H ₂ 5,5 %, CH ₄ 0,5 %	Liu Lingqin et al., (2018, p.2)
Etanol	Biomasa de algas (microalgas)	Rendimiento de bioaceite crudo 60,0%	López-Linares J. et al., (2016, p.1)
Biocrudo	<i>Semilla de Jatropha curcas</i>	Rendimiento de bioaceite crudo 41,5 con recuperación de energía del 54,8%	Lu Jianwen et al., (2017, p.1)
Biodiésel	Aguas residuales domésticas de estanques	Rendimiento de bioaceite crudo 44,4%	Couto Eduardo A. et al., (2018, p.1)
Biodiésel	Hojas y cogollos de caña de azúcar	Rendimiento de bioaceite 52,5 y 59,0% en peso de hojas y cogollos, respectivamente	Pattiya A. y Suttibak S., (2017, p.1)
-	Biomasa residual del café	Rendimiento composicional del gas de síntesis: CO 4,7% mol, H ₂ 1,6 % mol	Cho Dong-Wan et al., (2018, p.1)
Etanol	Astillas de madera de piñón	Recuperación de bioaceite HDO 48 % en peso	Jahromi H. y Agblevor F., (2018, p.2)
BIOQUÍMICA			
Biodiésel	Lodos de depuradora	Recuperación de metano 181 mL CH ₄ /g VS	Passos F. et al., (2016, p.1)
Etanol	Biomasa cocultivada de microalgas y bacterias	Recuperación de metano 325 mL	Solé-Bundó M. et al., (2017, p.1)

		CH ₄ por g de sólidos volátiles	
Etanol	Biomasa de algas de un cultivo mixto	Recuperación de metano 146 a 171 mL CH ₄ por g de DQO	Molinuevo-Salces B. et al., (2016, p.1)
Biodiésel	Paja de arroz pretratada y sacarificada	Máxima recuperación de etanol 25,3 g L ⁻¹	Prasad Shiv. et al., (2020, p.2)
Etanol	Biomasa de microalgas	Recuperación de etanol 0,18 kg/kg de biomasa	Hwang Jae-Hoon et al., (2016, p.1)
Biodiésel	Biomasa de microalgas (<i>Chlorella</i>)	Mezcla de acetona butanol, recuperación 0,32 g/L/h, y 0,35 g/L/h	Gao K. et al., (2016, p.1)
Etanol	Aguja de pino	Rendimiento de etanol (0,148 g/g)	Vaid S. et al., (2018, p.2)
-	Microalgas (<i>Chlorella</i> sp.)	Recuperación de H ₂ 11,65 mL/L	Sengmee D. et al., (2017, p.1)
Biodiésel	Aceite de <i>Jatropha curcas</i>	Recuperación de biodiesel 90%	Ye Yunus et al., (2018, p.1)
Biodiésel	Aceite de cocina usado reciclado	Recuperación de biodiésel: 98,9%	Tahvildari K. et al., (2016, p.1)

De acuerdo con la tabla 4, la bioenergía producida a partir de las diversas materias primas es etanol y biodiesel, con 9 y 8 de los investigadores sin confirmar, respectivamente.

Además, se encuentra que los materiales más utilizados para la producción de bioenergía son los que generan azúcares. Siwal Samarjeet S. et al., (2022, p.2), argumenta que esto se debe a que el etanol se produce por fermentación de fuentes de biomasa que dan azúcares o que han sido convertidas en azúcares.

También lo sustenta Farinas Cristiane S. et al., (2018, p.4), quien afirma que el etanol se fabrica económicamente a partir de productos de cultivos de azúcar en todo el mundo, específicamente jugo de caña de azúcar, melaza y pulpa de remolacha azucarera.

El mayor rendimiento en estas condiciones fue del 72,3 %, que es igual al contenido potencial de glucosa del sólido pretratado del 81 %. Se exploraron diferentes configuraciones para la producción de bioetanol a partir de paja de colza explotada con vapor utilizando como sustrato el sólido pretratado producido en condiciones óptimas. Como resultado de aplicar una carga de sólidos del 20% (p/v), o 12,4 g de etanol por cada 100 gramos de biomasa, se generaron concentraciones de etanol de hasta 43,6 g/L (5,5% en volumen) (López-Linares J. et al., 2016, p.1).

Según la bioquímica, el biodiésel se produce mediante la transesterificación de recursos de biomasa que contienen lípidos, como grasa animal, aceite vegetal, éster metílico de colza (RME) y aceite de semilla, como lo demuestran los trabajos de los autores Ye Yunus et al., (2018). , p.1), Tahvildari K. et al., (2016, p.1), quienes utilizaron aceite de *Jatropha curcas* y aceite de cocina usado reciclado respectivamente para la producción de biodiesel.

Así, Zaber mawi Nidal M. et al., (2022, p.2), destaca el uso de las materias primas antes mencionadas como aceites porque estos son ésteres monoalquílicos de ácidos grasos de cadena larga y son un excelente reemplazo de combustible. en particular los combustibles fósiles diésel.

Finalmente, mediante la comparación de la Tabla 5, se demuestran los parámetros de operación adecuados para el uso de tecnologías termoquímicas y bioquímicas para la fabricación de biocombustibles.

Tabla 5. Adecuadas condiciones de operación en la aplicación de tecnologías termoquímicas y bioquímicas

Tecnologías termoquímicas	Bioenergía producida	Materia prima, bioenergía producida, composiciones, rendimiento y recuperación de energía	Condiciones específicas de funcionamiento	Referencia
TERMOQUÍMICA				
Torrefacciones	Etanol	Residuos de olivo	Temperatura aproximadamente 275 °C y 30 min de tiempo de residencia	Martín-Pascual J. et al., (2020, p.1)
	Etanol	Paja de sorgo en polvo y gránulos	Temperatura 280 °C, 5 °C/min	Liu Xuanzuo et al., (2020, p.1)
Gasificación	Biodiésel	Residuos sólidos y residuos peligrosos	No indica	Mazzoni L. et al., (2017, p.1)
	Etanol	Paja de arroz	Rango de temperatura 600–800 °C, proporción de O ₂ 33 %, caudal de aire 0,6 Nm ³ /h, tasa de alimentación	Liu Lingqin et al., (2018, p.2)

			de biomasa 1,12 kg/h	
Licuefacción	Etanol	Biomasa de algas (microalgas)	Temperatura 350 °C y duración del tiempo de reacción 15 min.	López-Linares J. et al., (2016, p.1)
	Biocrudo	<i>Semilla de Jatropha curcas</i>	Temperatura 250 °C y duración del tiempo de reacción 40 min.	Lu Jianwen et al., (2017, p.1)
	Biodiésel	Aguas residuales domésticas de estanques	Temperatura 300 °C, tiempo de reacción 15 min, relación agua / biomasa mantenida en 10/1	Couto Eduardo A. et al., (2018, p.1)
pirólisis	Biodiésel	Hojas y cogollos de caña de azúcar	Temperatura para hojas 429 °C y puntas 403 °C, caudal de gas N ₂ 7 L/min, caudal de alimentación de biomasa 300 g/h	Pattiya A. y Suttibak S., (2017, p.1)
	-	Biomasa residual del café	Temperatura 700 °C, co-biocarbón como catalizador, duración del tiempo de reacción 110 min	Cho Dong-Wan et al., (2018, p.1)
	Etanol	Astillas de madera de piñón	Temperatura 350 °C catalizador Ni/lodo rojo, tasa de alimentación de materia prima 0,9 kg/h	Jahromi H. y Agblevor F., (2018, p.2)
BIOQUÍMICA				
Digestión anaeróbica	Biodiésel	Lodos de depuradora	Temperatura de incubación anaerobia 35 °C, pH de 7,0, tiempo de reacción 10 h	Passos F. et al., (2016, p.1)
	Etanol	Biomasa cocultivada de microalgas y bacterias	Temperatura de incubación anaerobia 35 °C, pretratamiento de biomasa por CaO a temperatura 72 °C, tiempo de reacción 24 h	Solé-Bundó M. et al., (2017, p.1)
	Etanol	Biomasa de algas de un cultivo mixto	Temperatura para digestión anaeróbica de lodos 35 °C, nivel de NH ₄ 250 mg/L,	Molinuevo-Salces B. et al., (2016, p.1)

			tiempo de reacción 14 h	
Fermentación alcohólica	Biodiésel	Paja de arroz pretratada y sacarificada	Pretratamiento con álcali asistido por microondas de paja de arroz con NaOH al 2 % v/p, fermentación por <i>P. stipitis</i> NCIM 3499, tiempo de fermentación 72 h	Prasad Shiv. et al., (2020, p.2)
	Etanol	Biomasa de microalgas	Temperatura 37 °C, pH 5,5, pretratamiento de biomasa por hidrólisis térmica y enzimática, tiempo de retención hidráulica 2,5 días	Hwang Jae-Hoon et al., (2016, p.1)
	Biodiésel	Biomasa de microalgas (<i>Chlorella</i>)	Hidrólisis ácida con 2% H ₂ SO ₄ y detoxificación del residuo por resina L-493, fermentación por levaduras en condiciones anaerobias	Gao K. et al., (2016, p.1)
	Etanol	Aguja de pino	<i>Schizosaccharomyces pombe</i> CHFY0201	Vaid S. et al., (2018, p.2)
Producción biológica de H₂	-	Microalgas (<i>Chlorella</i> sp.)	Temperatura 30 °C, pH 6,8, condición anaeróbica, intensidad lumínica 48 μmol por m ² /segundo y duración de la fotofermentación 24 h	Sengmee D. et al., (2017, p.1)
Transesterificación	Biodiésel	Aceite de <i>Jatropha curcas</i>	Temperatura 60 °C, tiempo de reacción de transesterificación 3 h y catalizador utilizado en aceite con mezcla de metanol	Ye Yunus et al., (2018, p.1)
	Biodiésel	Aceite de cocina usado reciclado	Temperatura 55 °C para calentar la mezcla hasta 20 min, MgO + CaO añadido con metanol y calentado a 75 °C, tiempo total	Tahvildari K. et al., (2016, p.1)

			de reacción de transesterificación 4–6 h	
--	--	--	---	--

De acuerdo a la comparación de los artículos de la Tabla 5, las condiciones de operación adecuadas en la aplicación de tecnologías para la producción de biocombustibles son la temperatura y en tecnología termoquímica las temperaturas adecuadas son altas, mayores a 100°C. y en tecnologías bioquímicas las temperaturas más bajas inferiores a 100°C son las más apropiadas.

Esto se debe a que puede ser preferible usar temperaturas más bajas porque el uso de temperaturas más altas puede dar como resultado la creación de moléculas orgánicas refractarias o inhibidores intermedios producidos por procesos intramoleculares. Según la investigación de Solé-Bundó M. et al. (2017, p.1), Passos F. et al., (2016, p.1), Molinuevo -Salces B. et al., (2016, p.1) con 35°C.

Así lo demuestra Solé-Bundó M. et al., (2017, p.4), Su investigación examinó cómo los pretratamientos de temperatura y álcali afectaron la solubilización de proteínas y carbohidratos a baja (100 °C) y alta (> 100 °C) temperaturas. Descubrieron que el pretratamiento mejorado solubilizaría las proteínas en un 32,4 % y los carbohidratos en un 31,4 % con la dosis más alta de cal y una temperatura de 72 °C.

Tales resultados también son similares a los mencionados en el trabajo de Liu Xuanzuo et al., (2020, p.1), donde argumentó que la temperatura interna de la biomasa tostada se vería afectada por la velocidad de calentamiento ya que alteraría la forma en que se calienta. se transfiere durante el tueste, que fue un aspecto clave para establecer las cualidades de los productos tostados.

Sin embargo, la combustión de las tecnologías termoquímicas emplea temperaturas entre 800 y 1000 °C. Esto se debe a que el procedimiento es una reacción redox exotérmica en la que la biomasa se quema a una temperatura más alta con una cantidad ideal de O₂, con algunas estimaciones que indican que la temperatura puede llegar hasta los 1400 °C. (Brown Robert C., 2019, p.12).

Además, estudios de tecnologías termoquímicas como el de Martín-Pascual J. et al., (2020, p.1), emplearon 275°C con un tiempo de residencia de 30 minutos, donde el efecto del tiempo de residencia varió sobre la temperatura de tostado . descubrió que no había diferencias estadísticamente significativas a bajas temperaturas; la temperatura de tostado de 275 °C fue la más efectiva para esta biomasa. En términos

generales, tostar a una temperatura más alta acorta el tiempo necesario para alcanzar los valores caloríficos superiores (HHV) más altos.

Aunque Zehnsdorf Andreas et al., (2018, p.2), señala que el contenido de humedad es una de las condiciones que se debe tener en cuenta, ya que el adecuado en la materia prima genera una buena producción de biogás. Esto también se sustenta en lo mencionado en el trabajo de Prasad S. et al., (2017, p.1); donde menciona que, en la digestión anaerobia, la materia orgánica con un contenido de humedad del 80 al 90% es una excelente materia prima para la producción de biogás.

Del mismo modo, Ayiania Michael et al., (2019, p.1), muestra cómo se pueden producir una serie de productos de energía térmica, incluidos el gas de producción, el biopetróleo y el biocarbón, a partir de los elementos de los polímeros de carbohidratos y el contenido de humedad que se encuentra en la biomasa. ; por lo tanto, es fundamental definir el contenido de humedad en la biomasa para obtener una condición operativa adecuada al aplicar tecnologías termoquímicas y bioquímicas.

V. CONCLUSIONES

La biomasa o materia prima rica en energía para la fabricación de biocombustibles, así como las circunstancias de funcionamiento, regulan los hechos relevantes a conocer en la conversión termoquímica y bioquímica de la biomasa en la producción de biocombustibles. Las conclusiones específicas también se describen a continuación:

Para la tecnología de conversión termoquímica, la licuefacción (15%) y la pirólisis (15%) son los procesos termoquímicos y bioquímicos más utilizados en la fabricación de biocombustibles; mientras que en bioquímica la fermentación alcohólica (20%) y la digestión anaeróbica (15%) son las más utilizadas.

La bioenergía producida a partir de las distintas materias primas con la conversión de tecnologías termoquímicas y bioquímicas es el etanol y el biodiésel, no confirmando 9 y 8 de los investigadores respectivamente. Esto se debe a que los materiales de biomasa que se emplean con mayor frecuencia aportan azúcares o se convierten en azúcares, que luego se utilizan para fermentar etanol.

La temperatura es el estado operativo ideal para usar procesos termoquímicos y bioquímicos para producir biocombustibles. Para los procesos termoquímicos, las temperaturas ideales son altas, más de 100 °C, mientras que, para los procesos bioquímicos, las temperaturas más bajas, menos de 100 °C, son las más aceptables. Esto se debe a la posibilidad de que moléculas orgánicas refractarias o inhibidores intermedios producidos como resultado de reacciones intramoleculares puedan producirse a altas temperaturas.

VI. RECOMENDACIONES

Con base en el estudio realizado y los artículos analizados, se pudo concluir que la falta de estudios que aborden la posibilidad de producir biocombustibles; por lo que se hacen las siguientes sugerencias:

Se recomienda que se sigan desarrollando nuevas cepas modificadas genéticamente y tecnologías avanzadas para facilitar y abordar estos problemas.

Se requiere más investigación o desarrollo para mejorar la generación de biocombustibles utilizando la ingeniería genética a mayor escala.

Finalmente, se recomienda evaluar los inventarios de producción de algas comestibles y brindar información confiable para la creación de bienes y procedimientos más sustentables debido a la utilización de microalgas y su potencial como materia prima para la producción de bioenergía.

REFERENCIAS

1. AALTO, Pami, et al. Introduction: electrification and the energy transition. In *Electrification*. Academic Press, 2021. p. 3-24. Available in:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822143-3.00006-8>
2. ABDULLAH, Iqra, et al. Conversion of biomass blends (walnut shell and pearl millet) for the production of solid biofuel via torrefaction under different conditions. *Chemosphere*, 2022, vol. 295, p. 133894. Available at:<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.133894>
3. ABELHA, Pedro, et al. Combustion properties of upgraded alternative biomasses by washing and steam explosion for complete coal replacement in coal-designed power plant applications. *Energy*, 2022, vol. 248, p. 123546. Available at:<https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.123546>
4. ABONYI, Matthew N., et al. Kinetic modeling and half-life study on bioremediation of crude oil dispersed by palm bunch enhanced stimulant. *Cleaner Chemical Engineering*, 2022, p. 100031. Available in:<https://doi.org/10.1016/j.clce.2022.100031>
5. AKINWUMI, AR, et al. An Overview of the production and prospect of polyhydroxyalkanoate (PHA)-based biofuels: Opportunities and limitations. *Scientific African*, 2022, p. e01233. Available in:<https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2022.e01233>
6. AMBAYE, TG, et al. Mechanisms and adsorption capacities of biochar for the removal of organic and inorganic pollutants from industrial wastewater. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 2021, vol. 18, not 10, p. 3273-3294. Available at: <https://doi.org/10.1007/s13762-020-03060-w>
7. ANSARI, Nasrin, et al. The Occurrence of Crude Oil-Degrading Bacteria in Some Sponges Collected at the Persian Gulf: Ecological Importance and Biotechnological Application. *Polycyclic Aromatic Compounds*, 2021, p. 1-14. Available in:<https://doi.org/10.1080/10406638.2021.2014529>

8. AYIANIA, Michael, et al. Characterization of solid and vapor products from thermochemical conversion of municipal solid waste woody fractions. *Waste Management*, 2019, vol. 84, p. 277-285. Available in:<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.11.042>
9. BACH, Hanna, et al. Blending new and old in sustainability transitions: Technological alignment between fossil fuels and biofuels in Norwegian coastal shipping. *Energy Research & Social Science*, 2021, vol. 74, p. 101957. Available at:<https://doi.org/10.1016/j.erss.2021.101957>
10. BORON, Manswama, et al. Strategies involved in biofuel production from agro-based lignocellulose biomass. *Environmental Technology & Innovation*, 2022, p. 102679. Available at:<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2006.05.007>
11. BRAUERS, Hanna; OEI, Pao-Yu. The political economy of coal in Poland: Drivers and barriers for a shift away from fossil fuels. *Energy Policy*, 2020, vol. 144, p. 111621. Available in:<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111621>
12. CHEN, Jiandong, et al. Impact of bilateral trade on fossil energy consumption in BRICS: An extended decomposition analysis. *Economic Modelling*, 2022, vol. 106, p. 105698. Available in:<https://doi.org/10.1016/j.econmod.2021.105698>
13. CHO, Dong-Wan, et al. Thermochemical conversion of cobalt-loaded spent coffee grounds for production of energy resource and environmental catalyst. *Bioresource technology*, 2018, vol. 270, p. 346-351. Available in:<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2018.09.046>
14. COUTO, Eduardo Aguiar, et al. Hydrothermal liquefaction of biomass produced from domestic sewage treatment in high-rate ponds. *Renewable Energy*, 2018, vol. 118, p. 644-653. Available in:<https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.11.041>
15. DEY, Pinaki, et al. Improved enzymatic hydrolysis of lignocellulosic waste biomass: most essential stage to develop cost-effective second-generation biofuel production. In *Biofuels and Bioenergy*. Elsevier, 2022. p. 133-165. Available in:<https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90040-9.00030-8>

16. DORDI, Truzaar, et al. Ten financial actors can accelerate a transition away from fossil fuels. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 2022, vol. 44, p. 60-78. Available in: <https://doi.org/10.1016/j.eist.2022.05.006>
17. ERICKSON, Peter; LAZARUS, Michael; Piggot, Georgia. Limiting fossil fuel production as the next big step in climate policy. *Nature Climate Change*, 2018, vol. 8, not 12, p. 1037-1043. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0337-0>
18. FARINAS, Cristiane S.; MARCONCINI, José Manoel; MATTOSO, Luiz Henrique C. Enzymatic conversion of sugarcane lignocellulosic biomass as a platform for the production of ethanol, enzymes and nanocellulose. *Journal of Renewable Materials*, 2018, vol. 6, not 2, p. 203-216. Available at: <https://doi.org/10.7569/JRM.2017.6341578>
19. FORSBERG, CW, et al. Replacing liquid fossil fuels and hydrocarbon chemical feedstocks with liquid biofuels from large-scale nuclear biorefineries. *Applied Energy*, 2021, Vol. 298, p. 117225. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.117225>
20. GAO, Kai; ORR, Valerie; REHMANN, Lars. Butanol fermentation from microalgae-derived carbohydrates after ionic liquid extraction. *Bioresource technology*, 2016, vol. 206, p. 77-85. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2016.01.036>
21. GOSWAMI, Lalit, et al. A Critical Review on Prospects of Bio-refinery Products from Second and Third Generation Biomasses. *Chemical Engineering Journal*, 2022, p. 137677. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2022.137677>
22. GREINER, Patrick Trent; YORK, Richard; MCGEE, Julius Alexander. When are fossil fuels displaced? An exploratory inquiry into the role of nuclear electricity production in the displacement of fossil fuels. *Heliyon*, 2022, vol. 8, not 1, p. e08795. Available in: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e08795>
23. HAINSCH, Karlo, et al. Energy transition scenarios: What policies, societal attitudes, and technology developments will realize the EU Green Deal?.

Energy, 2022, vol. 239, p. 122067. Available in:<https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.122067>

24. Hanif, Imran. Impact of fossil fuels energy consumption, energy policies, and urban sprawl on carbon emissions in East Asia and the Pacific: A panel investigation. *Energy strategy reviews*, 2018, vol. 21, p. 16-24. Available in:<https://doi.org/10.1016/j.esr.2018.04.006>
25. HANSEN, TA Stranded assets and reduced profits: Analyzing the economic underpinnings of the fossil fuel industry's resistance to climate stabilization. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2022, vol. 158, p. 112144. Available at:<https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112144>
26. HASSAN, Syed Tauseef, et al. Is public service transportation increase environmental pollution in China? The role of nuclear energy consumption and technological change. *Energy*, 2022, vol. 238, p. 121890. Available in:<https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.121890>
27. HWANG, Jae-Hoon, et al. Enhancement of continuous fermentative bioethanol production using combined treatment of mixed microalgal biomass. *Algal Research*, 2016, vol. 17, p. 14-20. Available in:<https://doi.org/10.1016/j.algal.2016.03.029>
28. HIELSCHER, Sabine; WITTMAYER, Julia M.; DAŃKOWSKA, Alicja. Social movements in energy transitions: The politics of fossil fuel energy pathways in the United Kingdom, the Netherlands and Poland. *The Extractive Industries and Society*, 2022, vol. 10, p. 101073. Available in:<https://doi.org/10.1016/j.exis.2022.101073>
29. JACOBSEN, Alan P.; BLUMENTHAL, Roger S. Cardiovascular Disease Is the Condition, Air Pollution the Risk Factor, Fossil Fuel Combustion the Cause. *Journal of the American College of Cardiology*, 2022, vol. 79, no 2, p. e131-e131. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2021.05.043>
30. JACQUELINE, P. Jennita, et al. Catalytic microwave preheated co-pyrolysis of lignocellulosic biomasses: A study on biofuel production and its

characterization. *Bioresource Technology*, 2022, vol. 347, p. 126382. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.126382>

31. JAHROMI, Hossein; AGBLEVOR, Foster A. Hydrodeoxygenation of aqueous-phase catalytic pyrolysis oil to liquid hydrocarbons using multifunctional nickel catalyst. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 2018, vol. 57, no 39, p. 13257-13268. Available at: <https://doi.org/10.1021/acs.iecr.8b02807>
32. JIN, Yong, et al. The path to carbon neutrality in China: A paradigm shift in fossil resource utilization. *Resources Chemicals and Materials*, 2022, vol. 1, not 1, p. 129-135. Available in: <https://doi.org/10.1016/j.recm.2022.01.003>
33. KHAN, Yunus, et al. Biodiesel production by direct transesterification process via sequential use of Acid–Base catalysis. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 2018, vol. 43, no 11, p. 5929-5936. Available at: <https://doi.org/10.1007/s13369-018-3078-5>
34. KHATRI, Kusum, et al. Sugar contents and oligosaccharide mass profiling of selected red seaweeds to assess the possible utilization of biomasses for third-generation biofuel production. *Biomass and Bioenergy*, 2019, vol. 130, p. 105392. Available in: <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2019.105392>
35. KÜHNE, Kjell, et al. “Carbon Bombs”-Mapping key fossil fuel projects. *Energy Policy*, 2022, p. 112950. Available in: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.112950>
36. LEE, Doyeon, et al. Recent progress in the catalytic thermochemical conversion process of biomass for biofuels. *Chemical Engineering Journal*, 2022, p. 137501. Available in: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2022.137501>
37. LEE, Sze Ying, et al. Waste to bioenergy: a review on the recent conversion technologies. *Bmc Energy*, 2019, vol. 1, not 1, p. 1-22. Available at: <https://doi.org/10.1186/s42500-019-0004-7>
38. Letcher, TM *Why Solar Energy? A Comprehensive Guide to Solar Energy Systems*, 2018. 3–16. Available at: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-811479-7.00001-4>

39. LI, Cai, et al. The role of green finance and energy innovation in neutralizing environmental pollution: Empirical evidence from the MINT economies. *Journal of Environmental Management*, 2022, vol. 317, p. 115500. Available in:<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115500>
40. LI, Panni, et al. Do environmental taxes reduce air pollution? Evidence from fossil-fuel power plants in China. *Journal of Environmental Management*, 2021, vol. 295, p. 113112. Available in:<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113112>
41. LI, Tiantian, et al. Reply: Cardiovascular Disease Is the Condition, Air Pollution the Risk Factor, Fossil Fuel Combustion the Cause. *Journal of the American College of Cardiology*, 2022, vol. 79, no 2, p. e133-e133. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2021.10.036>
42. LI, Wenjing, et al. Study on the relationship between fossil energy consumption and carbon emission in Sichuan Province. *Energy Reports*, 2022, vol. 8, p. 53-62. Available in:<https://doi.org/10.1016/j.egyr.2022.01.112>
43. LIU, Jing-Yue; ZHANG, Yue-Jun. Has carbon emissions trading system promoted non-fossil energy development in China?. *Applied Energy*, 2021, Vol. 302, p. 117613. Available at:<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.117613>
44. LIU, Lingqin, et al. Experimental study of biomass gasification with oxygen-enriched air in fluidized bed gasifier. *Science of The Total Environment*, 2018, vol. 626, p. 423-433. Available in:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.01.016>
45. LIU, Xuanzuo, et al. Effects of operating conditions and pre-densification on the torrefaction products of sorghum straw. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 2020, vol. 13, no 4, p. 219-225. Available at: <https://doi.org/10.25165/j.ijabe.20201304.5517>
46. LOPEZ-LINARES, Juan C., et al. Optimization of uncatalyzed steam explosion pretreatment of rapeseed straw for biofuel production. *Bioresource technology*, 2015, vol. 190, p. 97-105. Available in:<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2015.04.066>

47. LU, Hedong, et al. Bioengineered microbial platforms for biomass-derived biofuel production—A review. *Chemosphere*, 2022, vol. 288, p. 132528. Available in:<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.132528>
48. LU, Jianwen, et al. Simultaneous production of biocrude oil and recovery of nutrients and metals from human feces via hydrothermal liquefaction. *Energy Conversion and Management*, 2017, vol. 134, p. 340-346. Available in:<https://doi.org/10.1016/j.enconman.2016.12.052>
49. MAHER, Carmel, et al. Ensuring rigor in qualitative data analysis: A design research approach to coding combining NVivo with traditional material methods. *International journal of qualitative methods*, 2018, vol. 17, no. 1, p. 1609406918786362. Available at:<https://doi.org/10.1177/1609406918786362>
50. MARQUEZ, Gian Powell B., et al. Seaweeds: a sustainable fuel source. In *Seaweed Sustainability*. Academic Press, 2015. p. 421-458. Available in:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-418697-2.00016-7>
51. MARTÍN-PASCUAL, Jaime, et al. Determination of the optimal operating conditions for the torrefaction of olive waste biomass. *Sustainability*, 2020, vol. 12, not 16, p. 6411. Available in:<https://doi.org/10.3390/su12166411>
52. MAZZONI, Luca; AHMED, Rizwan; JANAJREH, Isam. Plasma gasification of two waste streams: Municipal solid waste and hazardous waste from the oil and gas industry. *Energy Procedia*, 2017, vol. 105, p. 4159-4166. Available in:<https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.03.882>
53. MOLINUEVO-SALCES, Beatriz, et al. From piggy wastewater nutrients to biogas: microalgae biomass revalorization through anaerobic digestion. *Renewable Energy*, 2016, vol. 96, p. 1103-1110. Available in:<https://doi.org/10.1016/j.renene.2016.01.090>
54. NANAKI, Evanthia A.; XYDIS, George A. Deployment of renewable energy systems: barriers, challenges, and opportunities. *Advances in renewable energies and power technologies*, 2018, p. 207-229. Available in:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813185-5.00005-X>

55. OKOYE, Lawrence Uchenna, et al. Effect of gas flaring, oil rent and fossil fuel on economic performance: The case of Nigeria. *Resources Policy*, 2022, vol. 77, p. 102677. Available at:<https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.102677>
56. PASSES, Fabiana; CARRETERO, Javier; FERRER, Iveta. Comparing pretreatment methods for improving microalgae anaerobic digestion: thermal, hydrothermal, microwave and ultrasound. *Chemical Engineering Journal*, 2016, vol. 279, p. 667-672. Available in:<https://doi.org/10.1016/j.cej.2015.05.065>
57. PATTIYA, Adisak; SUTTIBAK, Suntorn. Fast pyrolysis of sugarcane residues in a fluidised bed reactor with a hot vapor filter. *Journal of the Energy Institute*, 2017, vol. 90, no. 1, p. 110-119. Available in:<https://doi.org/10.1016/j.joei.2015.10.001>
58. PERIN, Giorgio; JONES, Patrik R. Economic feasibility and long-term sustainability criteria on the path to enable a transition from fossil fuels to biofuels. *Current opinion in biotechnology*, 2019, vol. 57, p. 175-182. Available in:<https://doi.org/10.1016/j.copbio.2019.04.004>
59. PIGGOT, Georgia; ERICKSON, Peter. Fossil fuel export as a climate policy problem. In *Public Responses to Fossil Fuel Export*. Elsevier, 2022. p. 45-54. Available in:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-824046-5.00013-8>
60. PRASAD, Shiv, et al. Sustainable utilization of crop residues for energy generation: A life cycle assessment (LCA) perspective. *Bioresource technology*, 2020, vol. 303, p. 122964. Available at:<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.122964>
61. PRASAD, Shiv; RATHORE, Dheeraj; SINGH, Anoop. Recent advances in biogas production. *Chem Eng Process Tech*, 2017, vol. 3, not 2, p. 1038. Available at: <https://doi.org/10.5772/intechopen.93231>
62. PRASAD, BR; PADHI, R.K.; GHOSH, G. A review on key pretreatment approaches for lignocellulosic biomass to produce biofuel and value-added products. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 2022, p. 1-16. Available at: <https://doi.org/10.1007/s13762-022-04252-2>

63. RAJAMEHALA, M., et al. Boundaries and openings of biorefineries towards sustainable biofuel production. In *Biofuels and Bioenergy*. Elsevier, 2022. p. 3-22. Available in:<https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90040-9.00019-9>
64. RAMOS, Márcio Daniel Nicodemos, et al. Enzymatic catalysis as a tool in biofuels production in Brazil: Current status and perspectives. *Energy for Sustainable Development*, 2022, vol. 68, p. 103-119. Available in:<https://doi.org/10.1016/j.esd.2022.03.007>
65. SARAVANAN, A., et al. Recent advances and sustainable development of biofuels production from lignocellulosic biomass. *Bioresource Technology*, 2022, vol. 344, p. 126203. Available in:<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.126203>
66. SENGMEE, Dennapa, et al. Biophotolysis-based hydrogen and lipid production by oleaginous microalgae using crude glycerol as exogenous carbon source. *International Journal of Hydrogen Energy*, 2017, vol. 42, no 4, p. 1970-1976. Available in:<https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2016.10.089>
67. SHAN, Yuanyuan; LÜ, Xin. Ending fossil fuels addiction: Prospects for biofuels. *Advances in 2nd Generation of Bioethanol Production*, 2021, p. 229-242. Available in:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818862-0.00008-X>
68. SIWAL, Samarjeet Singh, et al. Advanced thermochemical conversion technologies used for energy generation: Advancement and prospects. *Fuel*, 2022, vol. 321, p. 124107. Available at:<https://doi.org/10.1016/j.fuel.2022.124107>
69. SOLARIN, Sakiru Adebola. An environmental impact assessment of fossil fuel subsidies in emerging and developing economies. *Environmental Impact Assessment Review*, 2020, vol. 85, p. 106443. Available at:<https://doi.org/10.1016/j.eiar.2020.106443>
70. SOLÉ-BUNDÓ, Maria, et al. Enhancement of microalgae anaerobic digestion by thermo-alkaline pretreatment with lime (CaO). *Algal Research*, 2017, vol. 24, p. 199-206. Available in:<https://doi.org/10.1016/j.algal.2017.03.025>

71. SOVACOOOL, Benjamin K.; GEELS, Frank W. Further reflections on the temporality of energy transitions: A response to critics. *Energy Research & Social Science*, 2017, vol. 22, p. 232-237. Available in:<https://doi.org/10.1016/j.erss.2016.08.013>
72. TAHVILDARI, Kambiz, et al. The study of CaO and MgO heterogenic nano-catalyst coupling on transesterification reaction efficacy in the production of biodiesel from recycled cooking oil. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 2016, vol. 13, no 1, p. 1-9. Available at: <https://doi.org/10.1186/s40201-015-0226-7>
73. THAKUR, P. 1-Underground coal mine atmosphere. *Advanced mine ventilation*. Woodhead Publishing, 2019, p. 3-16. Available in:<https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100457-9.00001-8>
74. THURSTON, George D. Fossil fuel combustion and PM 2.5 mass air pollution associations with mortality. *Environment international*, 2022, vol. 160, p. 107066. Available at:<https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.107066>
75. TSILIGIANNIS, Aristeides; TSILIYANNIS, Christos. Renewable energy in cement manufacturing: A quantitative assessment of energy and environmental efficiency of food residue biofuels. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2019, vol. 107, p. 568-586. Available in:<https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.03.009>
76. UMAR, Muhammad; FARID, Saqib; NAEEM, Muhammad Abubakr. Time-frequency connectedness among clean-energy stocks and fossil fuel markets: Comparison between financial, oil and pandemic crises. *Energy*, 2022, vol. 240, p. 122702. Available in:<https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.122702>
77. UROM, Christian, et al. Directional predictability and time-frequency spillovers among clean energy sectors and oil price uncertainty. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 2022. Available at:<https://doi.org/10.1016/j.qref.2022.04.005>
78. VAID, Surbhi; NARGOTRA, Parushi; BAJAJ, Bijender Kumar. Consolidated bioprocessing for biofuel-ethanol production from pine needle biomass.

Environmental Progress & Sustainable Energy, 2018, vol. 37, no 1, p. 546-552.
Available in:<https://doi.org/10.1002/ep.12691>

79. VALLERO, Daniel. Environmental Systems Science: Theory and Practical Applications. Elsevier, 2021. Available at:<https://books.google.es/books?id=tWsREAAQBAJ&lpg=PP1&ots=I4qISV0cTi&dq=Letcher%20TM%2C%20editor.%20Climate%20change%3A%20observed%20impacts%20on%20planet%20earth.%202nd%20ed.%20Kidlington%2C%20Oxford%2C%20United%20Kingdom%3A%20Elsevier%3B%202016%20%5B33%20chapters%5D.p.%20608.&lr&hl=en&pg=PP1#v=onepage&q&f=false>
80. WEI, PH, et al. Application Research on Crop Straw Biomass Waste in Logistics Packaging System. In International Conference on Artificial Intelligence and Security. Springer, Cham, 2021. p. 238-250. Available at: https://doi.org/10.1007/978-3-030-78618-2_19
81. YANG, Yang, et al. Economic impact of crude oil supply disruption on social welfare losses and strategic petroleum reserves. Resources Policy, 2022, vol. 77, p. 102689. Available at:<https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.102689>
82. YE, Chensong, et al. Life cycle assessment of industrial scale production of spirulina tablets. Algal Research, 2018, vol. 34, p. 154-163. Available in:<https://doi.org/10.1016/j.algal.2018.07.013>
83. ZABERMAWI, Nidal M., et al. New eco-friendly trends to produce biofuel and bioenergy from microorganisms: An updated review. Saudi Journal of Biological Sciences, 2022. Available at:<https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2022.02.024>
84. ZEHNSDORF, Andreas, et al. Biomass potential analysis of aquatic biomass and challenges for its use as a nonconventional substrate in anaerobic digestion plants. Engineering in Life Sciences, 2018, vol. 18, no 7, p. 492-497. Available in:<https://doi.org/10.1002/elsc.201800032>
85. ZHANG, Mei, et al. The influence of anthropogenic activities on heavy metal pollution of estuary sediment from the coastal East China Sea in the past nearly

86 years. Marine Pollution Bulletin, 2022, vol. 181, p. 113872. Available in:<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.113872>

ANEXOS

Anexo 1. Instrumento de recolección de datos

 Universidad César Vallejo	FICHA DE ANÁLISIS DE CONTENIDO
---	---------------------------------------

TITULO:

DATOS DEL AUTOR: NOMBRE(S)		
PAGINAS UTILIZADAS	AÑO DE PUBLICACION	LUGAR DE PUBLICACION
TIPO DE INVESTIGACION:		
CÓDIGO:		
PALABRAS CLAVES:		
TECNOLOGÍAS TERMOQUÍMICA Y BIOQUÍMICAS:		
BIOENERGÍA PRODUCIDA:		
CONDICIONES ADECUADAS DE FUNCIONAMIENTO:		
RESULTADOS:		
CONCLUSIONES:		



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, UGARTE ALVAN CARLOS ALFREDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis Completa titulada: "REVISION SISTEMATICA: CONVERSION TERMOQUIMICA Y BIOQUIMICA DE BIOMASAS PARA LA PRODUCCION DE BIOCOMBUSTIBLES", cuyos autores son MATOS ALIAGA WILFREDO ZENON, FERNANDEZ DAVILA GEILY, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 10.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 25 de Noviembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
UGARTE ALVAN CARLOS ALFREDO DNI: 10473562 ORCID: 0000-0001-6017-1192	Firmado electrónicamente por: CUGARTEA el 28-11- 2022 10:48:56

Código documento Trilce: TRI - 0454936