



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**“Revisión sistemática: Técnicas de pretratamiento en la  
producción de biocombustible a partir de los residuos sólidos  
de cocina”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniero Ambiental**

**AUTOR:**

**Ayala Rosales, Cesar Sleither (ORCID: 0000-0001-9722-8543)**

**ASESOR:**

**Dr. Sernaque Auccahuasi, Fernando Antonio (ORCID: 0000-0003-1485-5854)**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**Tratamiento y Gestión de los Residuos**

**LIMA - PERÚ**

**2020**

### **Dedicatoria**

El presente trabajo de investigación, va dedicado primero a mi Dios, por darme esa fortaleza para poder cumplir mis metas y a mis padres: Ayala Angeles Cesar, Rosales Rodriguez Victoria; por su apoyo incondicional hacia mi persona, de haberme forjado como la persona que soy: responsable y de buenos valores.

Gracias, por su motivación constante por alcanzar mis metas.

### **Agradecimiento**

Este agradecimiento, va dirigido a mi asesor: Dr. Sernaque Auccahuasi, Fernando Antonio; por su apoyo incondicional hacia mi proyecto de investigación y a mis padres por las facilidades de realizar esta investigación. Gracias a ello, puedo realizar mi meta de culminar mi carrera.

## ÍNDICE

	Pág.
Carátula .....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice .....	iv
Índice de abreviatura.....	v
Índice de tablas .....	vi
Resumen .....	vii
Abstract.....	viii
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>4</b>
2.1 Antecedentes .....	5
2.2 Clasificación de los residuos sólidos .....	6
2.3 Residuos de cocina .....	6
2.4 Digestión anaeróbica.....	7
2.5 Etapas del proceso.....	7
<b>III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>8</b>
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	9
3.2 Categorías, subcategorías y matriz de categorización apriorística .	10
3.3 Escenario de estudio .....	11
3.4 Participantes.....	11
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	11
3.6 Procedimientos.....	13
3.7 Rigor científico.....	14
3.8 Método de análisis de información .....	15
3.9 Aspectos éticos .....	16
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>17</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>29</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>31</b>
<b>VII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>32</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>51</b>

## Índice de abreviatura

KW: Desecho de cocina

HP: Proceso Hidrotermal

RSU: Desecho Sólidos Municipales

IWA: Asociación Internacional del Agua

ADM 1: Digestión Anaerobia Modelo N.º 1

KG: Basura de cocina

EHP: Procedimientos de hidrólisis enzimática

SHF: Hidrólisis separada y fermentación

SSF: Fermentación de sacarificación simultánea

TOC: Carbono orgánico total

TN: Total nitrógeno

ABE: Acetona, butanol, etanol

FW: Desperdicios de alimentos

CKW: Desechos de cocina cocinados

FVS: Desechos de frutas y verdura

OFMSW: Fracción orgánica de desechos sólidos municipales

AD - AE: Digestión Anaerobia

(AMPTS II): Sistema automático de prueba de potencial de metan

EHP: Procedimientos de hidrólisis enzimática

SHF: Hidrólisis separada y fermentación

SSF: Fermentación de sacarificación simultánea

TOC: Carbono orgánico total

TN: Total nitrógeno.

PHB: Polihidroxibutirato

HP: Pretratamiento hidrotérmico

## Índice de tablas

	<b>Pág.</b>
Tabla de Antecedentes .....	4
Tabla de Matriz de categorización.....	10
Tabla 3 de Resultados .....	18
Tabla 4 de Resultados .....	19
Tabla 5 de Resultados .....	20

## Resumen

El propósito de esta investigación, es revisar las técnicas de pretratamiento utilizadas para producir biocombustibles a partir de desechos sólidos de cocina. Por ello, se han desarrollado teorías básicas, pretratamiento, digestión anaeróbica, residuos sólidos de cocina y municipales. El tipo de investigación es aplicada, con un diseño metodológico cualitativo narrativo de tópico no experimental. En este estudio, el plan de investigación: se realiza a escala de laboratorio y escala piloto; de igual forma con la ayuda del espacio e instrumentos disponibles, se pueden realizar experimentos y pretratamiento de residuos sólidos de alimentos para obtener los resultados deseados y al mismo tiempo ayudar a lograr el propósito de esta investigación. Durante el desarrollo de esta investigación, se recopilaron una serie de bases de datos, entre las que se encuentran las siguientes: Scopus, Web of Science (ISI: Institute of Scientific Information). De la misma forma, se fortalecerá y apoyará, brindando toda la información necesaria para el trabajo de investigación. La técnica de recolección de datos es el análisis de la literatura y su herramienta de recolección de datos es a través de tablas de análisis de contenido. Uno de los principales resultados es que la técnica más utilizada es el pretratamiento de hidrólisis térmica. Desde entonces, el tratamiento térmico ha tenido un impacto significativo en la digestión anaeróbica, ampliando el alcance de la investigación y extrayendo conclusiones detalladas. Las características de la cinética de digestión dependen de la temperatura en el pretratamiento.

Palabras claves: residuos de cocina, basura de cocina, pretratamiento.

## **Abstract**

The purpose of this research is to review the pre-treatment techniques used to produce biofuels from solid kitchen waste. Therefore, basic theories, pre-treatment, anaerobic digestion, kitchen and municipal solid waste have been developed. The type of research is ap

plied, with a qualitative narrative methodological design of non-experimental topic. In this study, the research plan: is carried out on a laboratory and pilot scale; likewise, with the help of available space and instruments, experiments and pre-treatment of solid food waste can be carried out to obtain the desired results and at the same time help achieve the purpose of this research. During the development of this research, a series of databases were compiled, among which are the following Scopus, Web of Science (ISI: Institute of Scientific Information). In the same way, it will be strengthened and supported, providing all the necessary information for the research work. The data collection technique is literature analysis and its data collection tool is through content analysis tables. One of the main results is that the most used technique is thermal hydrolysis pre-treatment. Since then, heat treatment has had a significant impact on anaerobic digestion, expanding the scope of research and drawing detailed conclusions. The characteristics of digestion kinetics depend on the temperature in the pre-treatment.

Keywords: kitchen waste, kitchen waste, pre-treatment.

## I. INTRODUCCIÓN

La presencia de residuos orgánicos en los vertederos puede tener un impacto muy negativo en el medio ambiente; por ejemplo, la emisión de metano (un potente gas de efecto invernadero), la contaminación de los acuíferos de lixiviación y el olor de las zonas residenciales cercanas. Por otro lado, los desechos orgánicos son un componente muy importante y también una fuente de contaminación, ya que los desechos orgánicos provocan degradación ambiental debido a su deficiente sistema de gestión de desechos (Wang et al., 2002, p. 1).

En el contexto social, los restaurantes peruanos en Perú generan de 30 a 400 kilogramos de desperdicio de alimentos todos los días. Lima es la ciudad más grande del Perú y ha generado más de 8.000 toneladas de desperdicio de alimentos (OEFA, 2014). En China, cada año se generan millones de toneladas de desechos de cocina, alrededor de 30 millones de toneladas, si no se tratan adecuadamente, pueden causar una grave contaminación ambiental y desperdicio de recursos (Li et al., 2016; Wang et al., 2016, p.1).

Para lograr un mundo sostenible, se deben plantear muchos desafíos, incluidos los requisitos de energía, el efecto invernadero y la contaminación ambiental, la reducción de las reservas de combustibles fósiles y la gestión de desechos sólidos. El uso correcto de los recursos disponibles es la clave de la sostenibilidad. La biomasa lignocelulósica es el recurso de carbono más disponible en la tierra (Fiaz Ahmad, Edson Luis Silva, María Bernadete Amancio Varesche., 2019, p.3).

Por eso es necesario buscar una forma de aprovechar los residuos sólidos de alimentos y elegir nuevas alternativas; por ejemplo, la producción de biocombustibles y un pretratamiento efectivo para su desarrollo, porque la energía que se utiliza actualmente proviene del petróleo. El biocombustible es un producto alternativo más limpio y menos contaminante, una economía circular y proviene de fuentes de energía renovables.

A partir de esta presentación de la realidad problemática, se formuló el siguiente problema general: ¿Cuáles son las técnicas de pretratamiento en la producción de biocombustible a partir de los residuos sólidos de cocina?

Sobre la base del problema general presentado, se planteó los siguientes problemas específicos: ¿Qué técnica de pretratamiento es la más usada para la producción de biocombustible a partir de los residuos sólidos de cocina?, ¿Cuáles son las propiedades de los residuos sólidos de cocina como sustrato para su empleo en las técnicas de pretratamiento en la producción de biocombustible?, ¿Cuáles son los efectos de las técnicas de pretratamiento para la producción de biocombustible con los residuos sólidos de cocina?.

Posteriormente en base a los problemas presentados, se planteó la justificación de la investigación; siempre optamos por los mismos tratamientos y no por desarrollar nuevas alternativas ante este tipo de problemática. Los desechos de la cocina finalmente se depositan en vertederos o se incineran. Los vertederos tendrán graves impactos en el medio ambiente, entre ellos la contaminación de los acuíferos por lixiviados, la generación de olores y las emisiones de gases de efecto invernadero, ya que, en ausencia de información, se agregarán algunos conocimientos vacíos. Mediante esta revisión sistemática se resaltarán teorías relevantes a la necesidad del investigador (Lytras, G., Koutroumanou, E., & Lyberatos, G., 2020, p.1). La justificación práctica, Investigar nuevos métodos alternativos para mejorar la correcta gestión de los residuos sólidos y apostar por la valorización energética: esto nos ha permitido alcanzar resultados medioambientalmente sostenibles. Porque los residuos no han sido tratados adecuadamente y los diferentes comportamientos humanos han cambiado el equilibrio del medio ambiente, empeorando nuestro medio ambiente. Además, como investigadores, adquiriremos conocimientos y ampliaremos nuestros horizontes de capacidades, y al mismo tiempo, aporta un importante valor añadido para nuestro aprendizaje. Seguidamente la justificación social, tiene como propósito estudiar el uso de la técnica de pretratamiento de residuos sólidos de cocina; con el fin de utilizarla en la digestión anaeróbica para producir biocombustibles, reduciendo la contaminación y económica. Al mismo tiempo, podrán beneficiarse de tal manera que los resultados de la investigación reflejen

que pueden continuar investigando para desarrollar mejoras de productos, a saber, biocombustibles, una fuente de energía limpia, y pueden utilizarlo para otras investigaciones de esta investigación. A la vez, aumentar la contribución a la ciencia es precisamente la opción menos contaminante y económica. A continuación, se planteó como objetivo general: revisar las técnicas de pretratamiento en la producción de biocombustible a partir de los residuos sólidos de cocina.

Luego se estableció los objetivos específicos como: enunciar que técnica de pretratamiento es más usada para la producción de biocombustible a partir de los residuos sólidos de cocina, identificar las propiedades de los residuos sólidos de cocina como sustrato para su empleo en las técnicas de pretratamiento en la producción de biocombustible, identificar los efectos de las técnicas de pretratamiento para la producción de biocombustible con los residuos sólidos de cocina.

## II. MARCO TEÓRICO

**Tabla 1. Antecedentes**

Antecedentes Internacionales:					
N°	AUTOR	AÑO	BREVE DESCRIPCIÓN	NOMBRE DEL PRETRATAMIENTO	RESULTADOS
1	Farshad Khademi y YO Ihami Y yo Id yo z, Universidad Dalhousie, Halifax, NS, Canadá	2018	La demanda de lujo de los seres humanos por la transformación de la naturaleza pone a nuestro medio ambiente en la senda del aumento logarítmico de la contaminación, lo que lleva al colapso gradual de la salud y el medio ambiente.	Energía y desechos sólidos.	El vertido de desechos en los océanos y los vertederos en una tasa masiva de 2 billones de kilos por año, y la emisión de más de 40 mil millones de kilos de gases tóxicos antropogénicos y gases de efecto invernadero cada año.
2	Alibardi, Luca; Cossu, Raffaello	2015	Realiza una investigación sobre la Variabilidad de la composición química del desperdicio de alimentos; el objetivo principal es: La viabilidad de la Digestión Anaeróbica	Variabilidad de la composición de la fracción orgánica de los desechos sólidos municipales	La digestión anaerobia, es un proceso comprobado confiable y tecnológicamente simple para convertir los residuos de cocina en biogás, permite la recuperación de energía y cumple con estándares de eliminación de vertederos, en contribución a la economía
3	Wang, L., Shen, F., Yuan, H., Zou, D., Liu, Y., Zhu, B., & Li, X.	2014	Se estudió el rendimiento de la digestión anaeróbica de los desechos de cocina (KW) y los desechos de frutas / verduras (FVW) para establecer un sistema de digestión diseñado.	Digestión anaeróbica de desechos de cocina y desechos de frutas	Para la digestión en dos fases, el sistema a escala piloto mostró un rendimiento similar al de la escala de laboratorio.
4	Lytras, G.; Koutroumanou, E.; Lyberatos, G.	2020	Se producen a partir de la alimentación de un digestor anaeróbico a escala de laboratorio durante las operaciones por lotes y por lotes.	Digestión anaeróbica de condensado de residuos alimenticios domésticos secos y lodos activados residuales	En este estudio, el WAS y el condensado producido por FW (separados por fuente) recolectados por secado y molienda se co-orientaron en condiciones de temperatura media.
5	Nidhi Sahu, Sharvari Deshmukh, B.Chandrashekhar, Ganesh Sharma, Atya Kapley, RA Pandey	2017	Trata de la optimización de la hidrólisis para una acumulación mínima de amoníaco mediante el control de condiciones fisicoquímicas como la temperatura, pH y aireación.	Optimización del pre tratamiento de hidrolisis para mitigar la acumulación de amoníaco.	Esto conduce a una reducción en la acumulación de amoníaco de hasta el 66% operado bajo hidrólisis optimizada.

6	Zhang, L., Cheng, J., Pei, H., Pan, J., Jiang, L., Hou, Q., & Han, F.	2018	Este estudio mostró una prueba de concepto para la producción de biodiesel ideal con propiedades deseables a partir de microalgas	Cultivo de microalgas utilizando efluentes anaeróbicamente digeridos de residuos de cocina como fuente de nutrientes para la producción de biodiésel	Las microalgas podrían adquirir propiedades deseables para la producción de un biodiesel ideal.
7	Stephen, J. L., & Periyasamy, B.	2018	En este estudio, el agua condensada (fuente separada) de WAS y FW recolectada por secado y molienda fue co-orientada a temperatura moderada.	Producción de biocombustibles a partir de materiales de desecho orgánicos	El uso de desechos orgánicos para producir biocombustibles tiene amplias perspectivas de desarrollo económico y sostenible, al tiempo que garantiza un impacto ambiental y unos costes generales de producción mínimos.
8	Collados, A., Conversa, V., Fombellida, M., Rozas, S., Kim, J. H., Arbolea, J. C., ... Perezábad, L.	2020	Las enzimas se han utilizado en alimentos tradicionales como la cerveza, el queso o los alimentos fermentados durante miles de años. Sin embargo, con el avance de la biotecnología en estos años, las enzimas juegan un papel importante en el procesamiento y producción de alimentos y, por lo tanto, tienen ventajas en varios procesos industriales.	Descubrimiento de enzimas para futuras aplicaciones	El propósito es ampliar el conocimiento de la aplicación de las enzimas alimentarias para promover el desarrollo de la gastronomía y las artes culinarias, y la interacción entre el procesamiento industrial de alimentos y la ciencia culinaria.
9	Milena Urquijo-Rodríguez, Miriam Fontalvo-Gómez, Ariela Veloso-de Paula, Dary Mendoza-Meza.	2020	En esta investigación se estudió el efecto de las variables de reacción, temperatura, pH y concentración de sustrato en la hidrólisis enzimática del AC usando como biocatalizador las fracciones P3 y CPL-p del látex de C. papaya.	Hidrólisis enzimática del aceite de Bactris guineensis con fracciones del látex de Carica papaya: estudio del efecto de la temperatura, pH y concentración del sustrato	Los frutos verdes no comercializables de C. papaya y los residuos de la almendra del corozo tienen un enorme potencial para ser revalorizados, con el propósito de fortalecer las cadenas productivas de estos cultivos en el país.
10	Farmanbordar, S., Karimi, K., & Amiri, H.	2018	La porción biodegradable de los residuos sólidos urbanos (BMSW), que se compone principalmente de almidón y materiales lignocelulósicos, tiene un alto potencial para la producción de biocombustibles líquidos. El tratamiento con agua caliente o ácido diluido a alta temperatura se utiliza para la solubilización o hidrólisis de la fracción de almidón y el pretratamiento de la fracción de lignocelulosa.	Residuos sólidos municipales como sustrato adecuado para la producción de butanol como biocombustible avanzado	Se ha descubierto que los compuestos fenólicos, especialmente los taninos, pueden inhibir gravemente la producción de butanol. Con el fin de incrementar el rendimiento de ABE, se evaluó la extracción de compuestos fenólicos antes del tratamiento con agua caliente o ácido diluido.

Fuente: Elaboración propia.

Para comprender nuestro enfoque de investigación, primero definiremos la clasificación de los residuos. Se considera residuo cuando ha abandonado su valor útil, pero por su composición se puede reutilizar. Según su origen, se pueden dividir en industriales, de construcción, comerciales, residenciales, etc. Una muestra es la que se utiliza en la clasificación de "residuos sólidos urbanos, lodos y residuos industriales" en Estados Unidos. Esto dependerá del sistema de clasificación específico de cada país, ya que también se suele considerar la clasificación entre residuos peligrosos y no peligrosos (J.A. Gómez-Soto, O.J. Sánchez-Toro y Matallana-Pérez., 2019, pág.6). Los residuos sólidos urbanos (RSU) tienen una alta proporción de materiales orgánicos debido a su composición y propiedades, lo que los convierte en una opción ideal para la producción de biocombustibles. Para clasificar y determinar correctamente la proporción, diferentes características afectarán la "cultura de las personas, las condiciones geográficas, el clima y el nivel económico y de desarrollo" (Moghadam et al., 2009, p. 5).

En países en desarrollo, los alimentos y residuos en base de almidón son considerados partes esenciales de RSU por ser de rápida digestión. Se conoce que en Reino Unido los desechos de alimentos abarcan el 20% de RSU, en tanto en otros países como India, Irán y Bangladesh es cerca de 40, 50 y 70% (Burnley, 2007; Sharholly et al., 2007; Talyan et al., 2008; Moghadam et al., 2009, 0.5). En base a su composición los residuos de cocina son sumamente biodegradables, siendo así que se puede aprovechar los nutrientes apropiados para facilitar el desarrollo microbiano dando como resultado metabolitos microbianos (Li et al., 2017; Ntaikou et al., 2018, p.1). En algunas ciudades de China, en base a estudios se determinó que en mayor proporción los desechos de cocina eran de huesos y alimentos alrededor del 90% mientras lo restante contemplaba papel y plástico, residuos inorgánicos. Sin embargo, se concluyó que esto depende mucho del estilo de vida y costumbres alimenticias ya que los residuos de cocina están estrictamente vinculados a la calidad de vida zonal. El estudio se realizó durante una semana, en una cantina en la Universidad de Tsinghua con capacidad aproximada de 10 000 estudiantes y personal de labores, previamente se realizó la caracterización de residuos, extrayendo todo residuo inorgánico y reservando todo residuo orgánico a 4° C en un refrigerador para su tratamiento. Los residuos se mezclaron en una licuadora para extraer muestras uniformes (Yangyang Li, JinYi ying, 2016, p. 2).

La basura de cocina (KG) es el componente más importante, por portar una gran variedad de residuos orgánicos. (Wang et al., 2002). Se ha generado muchos residuos de cocina en el mundo, la incrementación de los residuos subía cada vez más. Debido a que la basura de cocina, aumenta la contaminación ambiental y puede propagar enfermedades que pueda perjudicar la salud humana, entonces la forma correcta de deshacerse de KG de manera efectiva y segura es una gran preocupación para el gobierno de China. Debido a esta demanda de residuos de cocina se han obligado a los productores de KG, de crear nuevas estrategias para solucionar la eliminación de la basura de cocina (Wang et al., 2002, p. 2). La digestión anaerobia es la degradación de toda materia orgánica en ausencia de oxígeno, con el fin de producir biocombustible, los componentes mayoritarios son el dióxido de carbono y el metano. Evidentemente, para la formación del metano no tiene lugar en el ambiente, donde se encuentran presentes aceptores de electrones como oxígeno, sulfatos o nitratos (D. Francisco García Herruzo y D. José Miguel Rodríguez Maroto, 2017, p, 31).

La digestión anaerobia actúa como obtención de energías alternativas (metano e hidrógeno), radica en que este proceso pueda ser utilizada una gran variedad de residuos orgánicos, incluyendo residuos agroindustriales y pecuarios, lo que permite simultáneamente a la obtención de una energía alternativa, a la vez una gestión adecuada a residuos sólidos para su disposición final y evitar la competencia entre energía y alimentos (Andrés Fernando González, Isabel Cristina Jiménez, Manuel Rodríguez Susa, Silvia Restrepo, Jorge Mario Gómez., 2008, p. 2). En la práctica, se considera 4 etapas para el proceso de la digestión anaeróbica con los residuos sólidos: Hidrolisis, Acidogénesis, Acetogénesis y Metanogénesis, y para los residuos líquidos aplica a dos etapas de proceso: acidogénesis y metanogénesis. El enfoque más atractivo, novedoso y ampliamente ya utilizado por investigadores lo constituyen de la siguiente manera ,el modelo ADM 1 (Digestión Anaerobia Modelo N.º 1) el cual fue desarrollado por la IWA (Asociación Internacional del Agua) (Hernández & Delgadillo, 2011, p. 1), cual este modelo consta de las cuatro etapas para la digestión anaeróbica: hidrólisis, acidogénesis, acetogénesis y metanogénesis (Ming,Hyun,Hyub & Moon,2014; Molino, et al., 2013; Cazier, Trably, Steyer & Escudie., 2015, p. 2).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación es aplicada, en base al libro de Investigación Aplicada En Salud Pública, nos menciona que los métodos cualitativos enfocados en la investigación aplicada poseen un principio teórico por el cual los investigadores establecen su principio en resultados determinados. Sin embargo, existen ejemplos de investigación cualitativa organizada precipitadamente que pretenden fijar resultados incompletos a problemas de políticas o programas. Por lo cual no presentan rigor científico y es muy poco probable que aporten de manera significativa en hallar soluciones a problemas (Elizabeth E. Tolley., 2006, p. 5).

No obstante, en el libro de Aprender a Investigar, hace referencia que la investigación aplicada precisa de los descubrimientos y avances de la investigación básica y progresa con ellos. Corresponde a investigaciones orientadas a la resolución de problemas representadas por su interés en el empleo y uso de los conocimientos. En efecto los resultados de estas investigaciones poseen un margen de extensión limitado (Ezequiel ANDER-Egg Hernández., 2011, p.42).

La investigación aplicada interviene en el hecho y contribuye en aprobar decisiones acerca de cuestiones prácticas, en cambio la investigación básica se lleva a cabo con la finalidad de originar una teoría y obtener conocimientos (Rossman y Rallis., 1998, p.6).

La investigación aplicada, al igual que otras investigaciones. Se basa en el uso de la inteligencia adquirida por realizar y organizar la práctica basada en la investigación. Los beneficios del conocimiento y la adquisición de resultados de la investigación conducen a un abordaje inevitable, ordenado y metodológico de la verdad teórica (Vargas Cordero., 2009, p. 6).

Posteriormente, base a los antecedentes presentados, la investigación aplicada cumple con las definiciones expuestas líneas arriba, ya que la investigación contiene un marco teórico y así mismo puede generar una solución al problema específico que se quiere resolver. Además, se nutre de los avances científicos y se caracteriza por su interés en la aplicación de conocimientos.

El diseño de investigación es cualitativo narrativo de tópico, los investigadores cualitativos examinan las respuestas a sus preguntas en el mundo real. Recogen sus percepciones de su entorno, actividades y personas. Con la publicación de algunas formas del mundo social y la mejora, se puede adoptar la intención antes mencionada de utilizar nuevos conocimientos (Rossman y Rallis., 1998, p.5).

En el diseño narrativo de tópico, los investigadores utilizan la lógica inductiva a los temas de estudio dentro de su ámbito de aplicación y diseño de uso emergente (Santin., 2006, p. 2).

Según Mertens, en la investigación cualitativa narrativo de tópico, mencionó que es posible desarrollar tales diseños como encuestas, y señaló que el diseño narrativo temático se enfoca en temas, eventos o fenómenos (Mertens., 2005, p. 73).

La investigación es de orientación cualitativa y narrativa, pues este tipo de investigación se enfoca principalmente en especificar y explicar la certeza del tema principal y sus problemas, por lo que incluye una recopilación de documentos relevantes para describirlo. La investigación narrativa es adecuada para la investigación con diseño cualitativo (Osorio., 2014, p. 75).

De acuerdo a lo planteado líneas arriba, se dio por entendido que, el diseño de esta investigación cumple con la definición; puesto que se recolectó información y se narró la problemática. Además, está enfocado en la temática o suceso y usamos nuestra lógica inductiva estudiando el tópico dentro de su contexto.

### 3.2 Categorías, subcategorías y matriz de categorización apriorística

**Tabla 2. Matriz de categorización apriorística**

Objetivos Específicos	Problemas específicos	Categoría	Subcategoría	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3
Enunciar que técnica de pretratamiento es la más usada para la producción de biocombustible a partir de los residuos sólidos de cocina.	¿Qué técnica de pretratamiento es la más usada para la producción de biocombustible a partir de los residuos sólidos de cocina?	Técnicas de pretratamiento	Hidrotérmica.  Hidrolisis Enzimática.  Hidrolisis Termoquímica.	De acuerdo al beneficio de la aplicación.	Conforme al costo por pretratamiento	De acuerdo al número de instrumentos de medición utilizados.
Identificar las propiedades de los residuos sólidos de cocina como sustrato para su empleo en las técnicas de pretratamiento en la producción de biocombustible.	¿Cuáles son las propiedades de los residuos sólidos de cocina como sustrato para su empleo en las técnicas de pretratamiento en la producción de biocombustible?	Propiedades de los residuos sólidos de cocina.	Química. Física. Biológica.	De acuerdo a su grado de degradación.	Conforme a su composición.	De acuerdo a su caracterización para su uso.
Identificar los efectos de las técnicas de pretratamiento para la producción de biocombustible con los residuos sólidos de cocina.	¿Cuáles son los efectos de las técnicas de pretratamiento para la producción de biocombustible con los residuos sólidos de cocina?	Efectos de las técnicas de pretratamiento.	E. Positivo. E. Negativo.	De acuerdo a la concentración de microorganismos	De acuerdo a los factores que influyen en los microorganismos.	De acuerdo al tiempo de degradación.

Fuente: Elaboración propia.

### **3.3 Escenario de estudio**

En este estudio, el plan de investigación: se realiza a escala de laboratorio y escala piloto. Asimismo, mediante el uso del espacio y equipo disponible, se pueden realizar experimentos y pretratamiento de residuos sólidos de alimentos para obtener los resultados deseados y ayudar a lograr el propósito de esta investigación.

Además, son espacios que estimulan actividades experimentales y estimulan la curiosidad, así mismo podemos experimentar y resolver problemas a través de la práctica (Osorio., 2004), realizar suficientes pruebas y repetir la eficiencia del pretratamiento de los residuos sólidos de cocina, ya que es un insumo potencial para su posterior proceso de producción de biocombustibles.

### **3.4 Participantes**

En el desarrollo de la investigación se recolectó una serie de bases de datos, en el que serán partícipes de este estudio, así mismo se utilizó para la complementación de la parte teórica y la parte experimental, las cuales han desarrollado estos autores para la elaboración de la investigación. Los artículos científicos se extrajeron de las siguientes bases de datos: Scopus, Web of Science (ISI: Institute of Scientific Information). De igual modo, fortalecerá y alimentará, contribuyendo toda la información necesaria para el trabajo de investigación.

### **3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

La técnica de investigación es el proceso o forma específica de obtención de información, que utiliza mecanismos de recolección de datos, estos mecanismos pueden ser recursos, formatos digitales o papel (Tamayo, C., 2015, p. 4).

(Castillo, L. 2004) mencionó tres desarrollos: 1. Comunicación, permitiendo y aceptando que la información rescatada sea divulgada, 2. Conversión, aplicando el documento fuente a un conjunto de análisis para que pueda convertirlo a análisis auxiliar, 3. Analítico-Sintético, porque la información es cuidadosamente analizada, explicada y resumida, con el fin de obtener nuevos documentos de forma concisa y veraz.

Técnica: Análisis documental

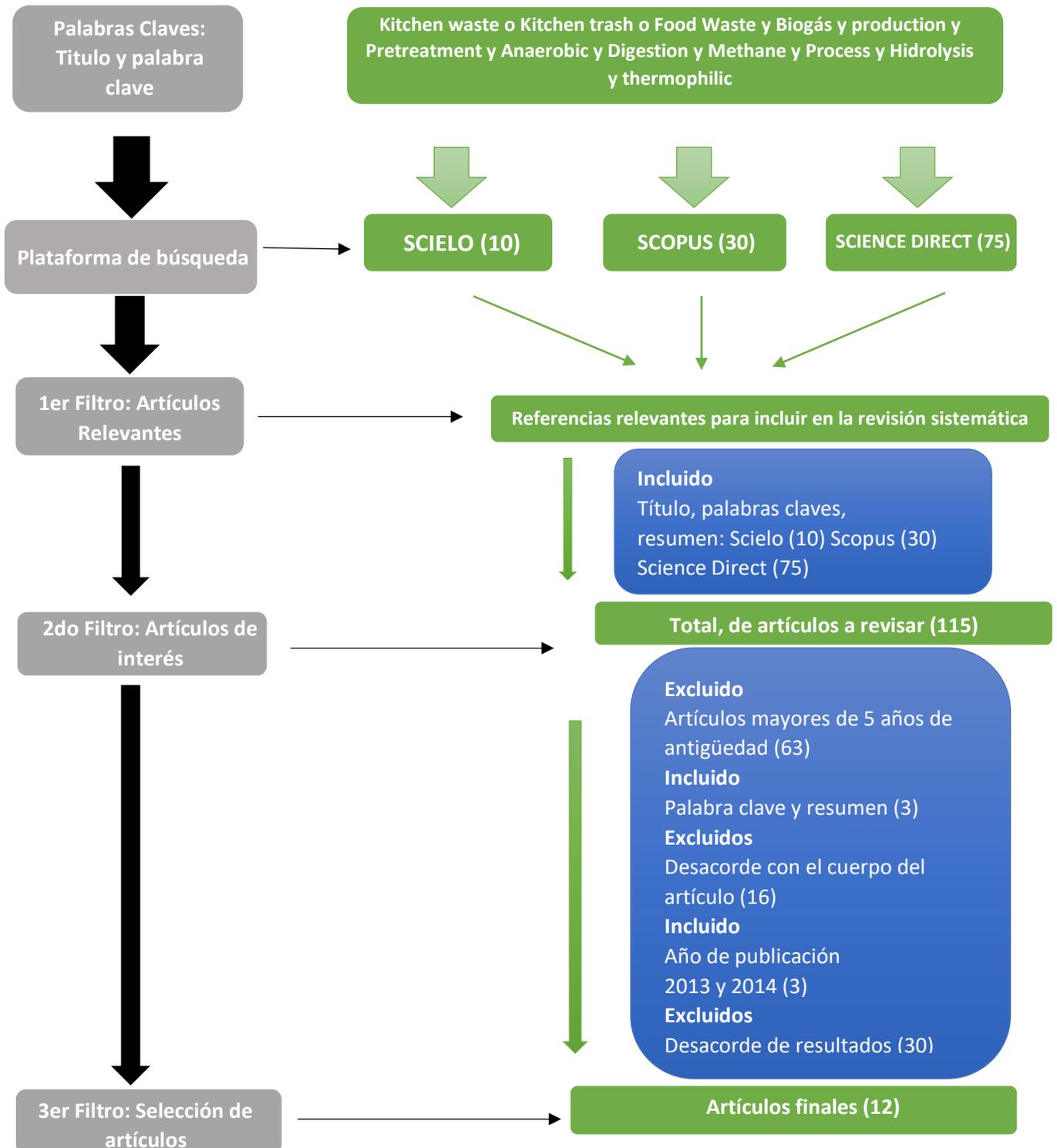
Se dice que este es un método para encontrar un conjunto de procedimientos científicos del método, los procedimientos necesitan una descripción detallada y archivos del método de presentación para poder restaurarlo. El proceso de registro refleja la individualización de la información científica separada, que se considera un reflejo de la información original (M. y Molina, A., 2004, p. 2).

Instrumento de recolección de datos:

Ficha de análisis de contenido, se encuentra líneas abajo y se considera los aspectos más relevantes de esta investigación como: título de cada artículo seleccionado, autor del artículo, el tipo de investigación que se realizó, palabras claves que se utilizó en la búsqueda de los artículos en las bases de datos confiables, pretratamiento aplicado, parámetros de medición, resultados y conclusiones, ver en el **ANEXO 01**.

### 3.6 Procedimientos

A continuación, se muestra el esquema de bloques donde se explica la selección de los artículos conformados por criterios de inclusión y exclusión.



Fuente: Elaboración propia.

Esta sección incluye el modo de recolección de información, así mismo la selección de artículos para el desarrollo de la investigación, se realizó el muestreo de documentos tales como: artículos de revistas indizadas, investigaciones de proveedores de la industria, artículos científicos, etc., también considerando búsquedas determinadas como palabras claves, para facilitar la búsqueda de las investigaciones en bases de datos académicas como Scielo, Science Direct y Scopus, fuentes confiables. De igual modo se ha considerado los criterios de inclusión en la selección de artículos para el desarrollo de la investigación como: palabras claves, título y resumen. Además, se contribuyeron criterios de exclusión a los documentos obtenidos en la búsqueda considerando si no cumplen los criterios de inclusión para su selección de artículos, mencionada líneas arriba.

### **3.7 Rigor científico**

La metodología cualitativa ha desarrollado un espacio multidisciplinario que congrega a profesionales de distintas disciplinas como sociólogos, antropólogos, médicos, enfermeras, psicólogos, trabajadores sociales, relacionistas públicos, entre otros; siendo así, un enriquecimiento en la producción. No obstante, a la vez ocasiona imperfecciones como la variabilidad existente en el análisis y poder confrontarlo: inexactitud y desorden de conceptos, duplicidad de métodos, mayor descripción que interpretación, probabilidad de especulación, poca visión de conjunto, a teorización, entre otros; de tal manera refiriéndose a los análisis cualitativos (Amezcuca & Gálvez., 2002).(Castillo & Vásquez, 2003) mencionaron que, durante la investigación, las dudas de los investigadores se refieren a cómo apoyar un trabajo científico riguroso; al mismo tiempo, cómo otros investigadores considerarán el rigor de la investigación realizada. Estas preguntas han hecho que los investigadores discutan sobre métodos cualitativos y cuantitativos.

Este rigor metodológico se ha dividido en 4 criterios; como primer criterio la dependencia, incluye los resultados de la investigación y el nivel de permanencia de los resultados (Suárez, 2006, p. 650) y (Erazo, 2011, p. 129); por lo tanto, la investigación se realiza en pasos definidos para mostrar el análisis. Identificación y demostración de tecnología e información recopilada mediante confiabilidad (incluidos los métodos existentes). El segundo criterio la credibilidad, (Castillo & Vásquez, 2003) confirman que se obtiene cuando los datos recolectados por los investigadores a través de la observación y conversaciones extensas con los participantes del estudio se aproximan a los resultados que perciben. Por tanto, la credibilidad muestra cómo varían los resultados de la encuesta según las personas estudiadas y otras que han vivido o han estado expuestas al fenómeno. Por lo tanto, la encuesta debe ser valorada e interpretada para mostrar los resultados posteriormente, considerando también la información obtenida teniendo en cuenta las herramientas participantes para la comparación y / o discutiendo con el proveedor de información sobre los datos recolectados.

El tercer criterio, la auditabilidad, es la capacidad de otros investigadores para continuar el camino del investigador original. Por lo tanto, un registro completo y un registro de los pensamientos del investigador sobre esta investigación son esenciales. Por tanto, de acuerdo con sus puntos de vista, se permite a otros investigadores verificar los datos y sacar conclusiones, independientemente de si son similares a los investigadores originales (Castillo & Vásquez, 2003). En esta investigación se han explicado y estudiado los artículos de interés con el fin de seguir los pasos del investigador original, y se seleccionan los diagramas esquemáticos de las ideas más relevantes para su uso futuro en el desarrollo de este artículo.

Finalmente, cuarto criterio la transferibilidad o aplicabilidad, que es la posibilidad de extender los resultados de la investigación a otras poblaciones. Esto lo definen la audiencia o los lectores de diferentes orígenes que deciden transferir los hallazgos a la investigación. Explicar las condiciones necesarias para la ubicación y características de la investigación. Transferir es la posibilidad de aplicar los resultados a otros entornos, es decir, las herramientas y etapas de la investigación se pueden transferir a otros entornos (Arias y Giraldo., 2011, p. 503).

Por el contrario (Salgado., 2007), significa que la transferencia la realizan los propios autores, porque son ellos quienes tienen derecho a utilizar métodos similares para transferir los resultados a un entorno diferente en un plazo preciso. Por tanto, el proyecto de investigación tiene la posibilidad de transferibilidad porque los resultados se transmiten a otros entornos para que otros investigadores puedan encontrar y analizar los mismos temas y obtener resultados similares y compararlos.

En conclusión, esta investigación prosigue cada patrón que básicamente se usa para evaluar la naturaleza científica de un enfoque cualitativo, siendo real y confiable.

### **3.8 Método de análisis de información**

En el método de análisis cualitativo, las fases no son secuenciales como el esquema secuencial del análisis convencional, porque la llamada aproximación sucesiva o análisis continuo generará un esquema en espiral con más detalle, lo que requiere la mayor regresión posible sobre los datos. Ser capaz de integrar datos esenciales hasta que sea consistente con la teoría final (Amezcuca y Gálvez, 2002, p. 426).

El procedimiento de análisis de la información se llevará a cabo de acuerdo a tres criterios según la categoría: i) Técnica de pretratamiento; ii) Propiedades de los residuos de cocina; iii) Efectos de la técnica de pretratamiento y subcategorías se enumeran en la matriz de clasificación apriorística establecida en la (Tabla 2). En cuanto a la técnica de pretratamiento en la primera categoría, se analizó el contenido y los resultados del artículo. Las muestras seleccionadas en el estudio para esta categoría serán analizadas de acuerdo con los tres criterios seleccionados para esta categoría, estos son: los beneficios de la aplicación, el costo del pretratamiento y los instrumentos de medición. Así mismo en la segunda categoría, las propiedades de los residuos sólidos de cocina, de igual manera se analizó de la misma forma que el contenido y los resultados.

El análisis se basa en tres criterios establecidos, a saber, su grado de degradación, su composición y características de uso.

Finalmente, para la tercera categoría, el desarrollo del análisis de información seguirá los mismos lineamientos, esta categoría se basa en los criterios establecidos, a saber: concentración de microorganismos, tiempo de degradación y factores que afectan a los microorganismos.

### **3.9 Aspectos éticos**

Correspondiendo a los aspectos éticos del trabajo de investigación, respetar la autoría de los materiales utilizados como referencia en su colección; en este caso, se puede hacer referencia y citar a los autores de investigación identificados en la norma (normativa vigente ISO 690), cumpliendo los aspectos más relevantes de la Resolución de consejo universitario N° 0126-2017/UCV referente al código de ética. Registra el compromiso moral, la honestidad y la veracidad del autor con la investigación.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

**Tabla 3. Resultados de la técnica de pretratamiento (hidrotérmica).**

Autor (año)	Técnica de pretratamiento	Información de la técnica	Propiedades de los RR. SS de cocina	Hallazgos significativos	Efectos de la técnica de P. T
<a href="#">Li, Yangyang &amp; Yu, Zhixin et al. (2016)</a>	Hidrotérmica	Pruebas para evaluar los efectos de diferentes temperaturas de pretratamiento térmico (55–160 °C) y duraciones (15-120 min).	KW se compone en carbohidratos derivados del pan, los fideos cocidos, el arroz y diversas verduras y frutas; las proteínas y la grasa de diferentes tipos de carne y pescado.	Las temperaturas de 90 °C y 120 min alcanzaron la mayor tasa de producción (54,7 mL CH <sub>4</sub> /gVS. d). presentó una mayor eficiencia, y las duraciones de tratamiento más prolongadas dieron lugar a una mayor producción de metano	El pretratamiento obtuvo un efecto positivo debido a la menor pérdida de nutrientes observada en los KW tratados, presentó una mayor eficiencia, y las duraciones de tratamiento más prolongadas.
<a href="#">Li, Yangyang &amp; Nie, Yongfeng et al. (2016)</a>	Hidrotérmica	Efectos de diferentes temperaturas de pretratamiento térmico (90,120, 140, 160 °C) para diferentes duraciones de tratamiento (15, 30, 50, 70, 90 y 120 min).	KG se compone y se caracteriza por: pelado de frutas, vegetales cocidos, Carbohidratos Proteínas Lípidos Carbono Hidrógeno Nitrógeno	la producción acumulativa de biogás a temperaturas razonables (90-120 °C), ya que las mayores constantes de tasa de producción de biogás alcanzaron a 120 °C - 30 min y 90 °C - 50 min, obtuvieron un 45,7% de biogás más alto que las demás temperaturas.	El mayor efecto de solubilización de los compuestos de nitrógeno en KW se obtuvo con el pretratamiento térmico a temperaturas de tratamiento más elevadas (140-160 °C), mientras que la producción acumulativa de biogás se logró para KW pretratados a temperaturas razonables (90-120 °C)
<a href="#">Paqliaccia, Pamela et al. (2019)</a>	Hidrotérmica	Pretratamiento térmico suave (T = 134 °C y p = 3,2 bar 20 min) para mejorar la degradación biológica de compuestos difícilmente accesibles.	FW, CKW, FVS, OFMSW se compone por residuos de cocina cocidos, pastas, arroz, residuos de verduras y frutas.	En condiciones termófilas, el pretratamiento de OFMSW aumentó significativamente el rendimiento de metano (0,343 a 0,389 L CH <sub>4</sub> /g.VS de alimentos).	El pretratamiento afectó significativamente la solubilización de los carbohidratos considerando su efecto positivo al realizar la técnica; ya que, fue capaz de reducir parte de la matriz lignocelulósica. Además, en condiciones termofílica, el alto contenido de azúcares solubilizados genera una alta producción de biogás.
<a href="#">Ahmada, Fiaz et al. (2018)</a>	Hidrotérmica	Proceso en el que la biomasa lignocelulósica se cuece con agua en estado líquido a una temperatura más alta de varios minutos a pocas horas a alta presión en un reactor hidrotérmico de flujo contracorriente	KG se caracteriza principalmente de polímeros de carbohidratos (incluidos almidón, celulosa y hemicelulosas), lignina, proteínas, lípidos.	Determina que el reactor hidrotérmico de flujo contracorriente era la mejor opción para una alta concentración de carbohidratos en el hidrolizado. Se examina que la digestión anaeróbica en respuesta a la alta presión y los cambios morfológicos en la biomasa asociados a la disolución de la lignina.	Se examina que la digestión anaeróbica en respuesta a la alta presión y los cambios morfológicos en la biomasa muestra una disolución de la lignina teniendo un mayor efecto en la degradación.
<a href="#">Yangyang Li &amp; Jinhui Li et al; (2016)</a>	Hidrotérmica	Se utilizó un reactor de hidrólisis de acero inoxidable de 20L. Con diferentes temperaturas 90, 100, 120 y 140 °C durante períodos de calentamiento de 10, 30, 40, 50 y 60 minutos respectivamente.	Las características de los KW (residuos de cocina) son muy relevantes para el nivel de vida local, los hábitos alimenticios	La eficiencia de la posterior digestión anaeróbica de la fase líquida aumentó para los KW pretratados a 120 C y se logró una mayor producción de metano y una reducción de la demanda de oxígeno químico soluble después de un tiempo de pretratamiento de 40 min.	Efectuó un efecto positivo en la producción de biogás obtenidos de KW pudieron satisfacer los requisitos de la norma UNE-EN 14214, 2003. En general, las plantas de tratamiento de KW con el pretratamiento térmico podrían lograr mayores beneficios.

**Tabla 4. Resultados de la técnica de pretratamiento (Hidrólisis Enzimática).**

Autor (año)	Técnica de pretratamiento	Información de la técnica	Propiedades de los RR. SS de cocina	Hallazgos significativos	Efectos de la técnica de P. T
<a href="#">Cekmecelioglu, Deniz et al. (2013)</a>	Hidrólisis Enzimática	Hidrólisis enzimática de los desechos de cocina mediante un enfoque de modelado cinético. Las enzimas utilizadas en los pasos de licuefacción y sacarificación fueron la $\alpha$ -amilasa, la amiloglucosidasa, la celulasa y la glucosidasa.	KG se caracteriza principalmente de polímeros de carbohidratos (incluidos almidón, celulosa y hemicelulosas – lignina)	Los nutrientes presentes en los residuos de cocina originales proporcionan suficiente medio nutritivo para que <i>S. cerevisiae</i> produzca altos rendimientos de etanol.	Es evidente que no es estrictamente necesario un método de pretratamiento previo a la hidrólisis enzimática para la producción de altos niveles de glucosa a partir de los residuos de cocina probados en este estudio. Dio un efecto negativo, ya que el tiempo de hidrólisis es tan corto como 6 h. La adición de nutrientes de fermentación no es necesaria para que la levadura produzca etanol
<a href="#">Ushani, U. et al. (2020)</a>	Hidrólisis Enzimática	Utilización de enzimas microbianas para obtener el mayor impacto positivo en el desarrollo ambiental y económico. Las enzimas celluclast (CEL), xilanasas y $\beta$ -glucosidasa $\beta$ -xilosidasa suficientes para descomponer la matriz lignocelulosa.	KG se caracteriza principalmente de polímeros de carbohidratos (incluidos almidón, celulosa y hemicelulosas).	La valorización de los desechos de alimentos utilizando las técnicas correctas mejoraría la bioeconomía y proporcionaría un resultado útil para la gestión de los desechos de alimentos	Obtuvo un efecto positivo en utilizar menos enzimas para realizar la misma tarea. Además, al utilizar menos tipos de enzimas se reducen las necesidades de energía, el consumo de agua y la mano de obra de procesamiento
<a href="#">Chen, Hua et al. (2017)</a>	Hidrólisis Enzimática	Diferentes EHP con varias combinaciones de enzimas (cócteles), fortaleciendo el proceso mediante SHF y SSF, con y sin control de pH. Las enzimas utilizadas Celluclast, $\alpha$ -amilasa, $\beta$ -amilasa, glucoamilasa, Depol 740, Optimash BG, pullulanasa, pectinasa.	KG se caracteriza principalmente de celulosa y hemicelulosas, lignina, proteínas, lípidos y ácidos orgánicos.	Usar SSF fue más efectivo que usar SHF utilizando el EHC5 con control de pH. El cóctel EHC5 tiene varias ventajas, incluyendo un menor costo por gramo de EBA producido, mayor concentración del producto en el caldo, mayor productividad, y menos azúcares residuales. La EHC5 resultó una producción de bio-butanol de 16.37 g/L	Mostró un efecto positivo que, el factor clave para mejorar el rendimiento del butanol no es el tipo o la cantidad de enzimas utilizadas, sino más bien la selección apropiada de las enzimas y la combinación eficaz durante la gestión del cóctel.

--	--	--	--	--	--

**Tabla 5. Resultados de la técnica de pretratamiento (Hidrolisis Termoquímica).**

<b>Autor (año)</b>	<b>Técnica de pretratamiento</b>	<b>Información de la técnica</b>	<b>Propiedades de los RR. SS de cocina</b>	<b>Hallazgos significativos</b>	<b>Efectos de la técnica de P. T</b>
--------------------	----------------------------------	----------------------------------	--------------------------------------------	---------------------------------	--------------------------------------

<p><a href="#">Vavouraky, A. et al. (2013).</a></p>	<p>Hidrolisis Termoquímica</p>	<p>Utilización de varios tipos de soluciones químicas (es decir, H2SO4, HCl, NaOH, H2SO3) de diferente concentración de solutos (0,7%, 1,5%, 3%) a tres temperaturas (50, 75, 120 °C) y un rango de tiempos de residencia (30-120 min).</p>	<p>Las características de KW es principalmente de carbohidratos (verduras, carne picada, alimentos cocinados, carne, pescado, legumbres, patatas, arroz, frutas, ensaladas, pan y postres)</p>	<p>Utilizando un 1,12% de HCl durante 94 min o un 1,17% de HCl durante 86 min (a 100 °C), aumentó la concentración de azúcares solubles en un 120% en comparación con los KW no tratados.</p>	<p>El efecto del pretratamiento ácido de los desechos alimentarios (KW) con HCl y H2SO4 muestra que el contenido de azúcar soluble obtenido puede aumentarse al contenido total de azúcar.</p>
<p><a href="#">Vavouraky, A. et al. (2014).</a></p>	<p>Hidrolisis Termoquímica</p>	<p>Utilizaron el combinado del pretratamiento termoquímico y la hidrólisis enzimática de los residuos de cocina, pretratamiento ácido (0-3% HCl) a 30-100 °C durante un tiempo de tratamiento de 0-120 min. alcalino hidróxido de potasio (0-11%) a temperatura y tiempo constantes (0 °C y 20 min, respectivamente). enzimas a-amilasa, amiloglicosidasa.</p>	<p>KG se caracteriza principalmente de polímeros de carbohidratos (incluidos almidón, celulosa y hemicelulosas).</p>	<p>La concentración de glucosa aumentó en un 300% después del pretratamiento con ácido o KOH en combinación con la hidrólisis enzimática (2% HCl, 85 °C, 80 min, 0,1% a-amilasa, AMG, y 1% KOH, 0 C, 20 min, 1,1% a-amilasa, 0,4% AMG).</p>	<p>El efecto del tratamiento previo de hidrólisis y la hidrólisis enzimática de KW es de gran importancia para la bioconversión de KW en bioproductos, por lo que la optimización de las etapas de hidrólisis puede dar lugar a beneficios tanto ambientales como económicos.</p>
<p><a href="#">Shoar, F. et al. (2019) y</a></p>	<p>Hidrolisis Termoquímica</p>	<p>El pretratamiento termoquímico incluye un pretratamiento químico de 3 y 6% (basado en TS) de NaOH durante 1h y un pretratamiento térmico a 60, 90 y 120 °C durante 30 min.</p>	<p>Se caracteriza los residuos de cocina por proteínas y alimentos grasos cocidos (arroz, habas, pasta con carne picada, huevos, pan, patatas y judías), fruta (manzanas y plátanos) y de verduras (col, lechuga, zanahorias y cebollas).</p>	<p>El tratamiento en las condiciones de 6% de NaOH y 120 °C. El biogás y el metano en estas condiciones fue de 206,16 y 121,42 ml/g de VS, respectivamente, que se incrementó en un 46,92% y 32,93%, respectivamente.</p>	<p>El efecto de la técnica en el aumento de la temperatura y el incremento de la cantidad de hidróxido de sodio en el pretratamiento termoquímico tuvo un efecto significativo en la mejora de la producción de biogás.</p>
<p><a href="#">Chen, D. et al. (2019)</a></p>	<p>Hidrolisis Termoquímica</p>	<p>Reactor de pretratamiento, prepirólisis y pirólisis a escala piloto. T = 280 °C a 500 °C. Reactivo (CaO).</p>	<p>Características de KW es principalmente de carbohidratos, aceite y grasa, proteínas y lignina</p>	<p>El gas de síntesis es el producto objetivo, mientras que el petróleo puede ser almacenado y alimentado como material para la gasificación. Al rededor de 53.330.000 kWh de energía se vende a la red anualmente. El rendimiento del gas de síntesis del sistema de pirólisis es de unos 10.000 m3 /día y actualmente se alimenta a la caldera para la producción de vapor.</p>	<p>Durante el proceso de pirólisis efectuó un efecto positivo; los polímeros y macromoléculas se descomponen y desprenden gas combustible; al mismo tiempo se produce petróleo. A la vez efectuó un efecto negativo, por el momento, sólo la planta de AD ha realizado la producción y venta del bio-SNG debido a la tecnología relativamente madura.</p>

Originalmente se buscaron 115 artículos a revisar, con el mismo termino de búsqueda según las palabras claves, “técnicas de pretratamiento con residuos sólidos de cocina para la producción de biocombustible”. Durante la investigación se seleccionaron 12 artículos, se empleaban diferentes técnicas de pretratamiento como parte del tratamiento previo a la fermentación en la digestión anaerobia en la producción de biocombustible. Estos fueron: [Li, Yangyang & Yu, Zhixin et al. \(2016\)](#), [Li, Yangyang & Nie, Yongfeng et al. \(2016\)](#), [Pagliaccia, Pamela et al. \(2019\)](#), [Ahmada, Fiaz et al. \(2018\)](#), [Li, Yangyang & Li, Jinhui et al. \(2016\)](#) utilizaron el pretratamiento hidrotérmico; y [Cekmecelioglu, Deniz et al. \(2013\)](#), [Ushani, U. et al. \(2020\)](#), [Chen, Hua et al. \(2017\)](#) utilizaron el pretratamiento hidrolisis enzimática; y [Vavouraky, A. et al. \(2013\)](#), [Vavouraky, A. et al. \(2014\)](#), [Shoar, F. et al. \(2019\)](#) y [Chen, D. et al. \(2019\)](#) utilizaron el pretratamiento termoquímico.

En el pretratamiento hidrotérmico ([Tabla 3](#)), [Yangyang, Li & Zhixin, Yu. et al. \(2016\)](#) efectuó que se realizó pruebas por lotes para evaluar el efecto de diferentes temperaturas de tratamiento térmico (55-160 °C) y duración (15-120 minutos); la característica principal del KW (desecho de cocina), son los polímeros de carbohidratos que incluyen almidón, celulosa y hemicelulosa. Para el pretratamiento del KW (desecho de cocina), se utilizó un reactor de hidrólisis térmica de acero inoxidable de 20 litros. Por otro lado, [Yangyang & Nie, Yongfeng et al. \(2016\)](#) en comparación al artículo anterior; detalló que el KG (basura de cocina), se compone y se caracteriza por pelado de frutas, vegetales cocidos, carbohidratos, proteínas, lípidos, carbono, hidrógeno y nitrógeno. Además, efectuó evaluar de manera diferente las temperaturas de pretratamiento térmico (90,120, 140, 160 °C) para diferentes duraciones de tratamiento (15, 30, 50, 70, 90 y 120 min). Mientras que, [Pagliaccia, Pamela et al. \(2019\)](#) investigó la idoneidad de un pretratamiento térmico suave ( $T = 134\text{ °C}$  y  $p = 3,2\text{ bar}$ ), para mejorar la degradación biológica de compuestos difícilmente accesibles como FW (desperdicios de alimentos), CKW (desechos de cocina cocinado), FVS (desecho de fruta y verduras) y OFMSW (fracción orgánica de desechos sólidos municipales). Los desechos se pretrataron térmicamente en una autoclave de mesa Laboklav 25b, con una capacidad total de 25 L y capaz de trabajar a  $T_{\text{máx}}$  de 134 °C y  $P_{\text{máx}}$  de 3,2 bar y el tiempo de retención se fijó en 20 min. en 300 mL de muestra.

Por el contrario, [Ahmada, Fiaz et al. \(2018\)](#) indica que el proceso de pretratamiento es tan importante como su impacto en la composición de la biomasa lignocelulósica. El pretratamiento hidrotérmico es un proceso en el que el agua de biomasa lignocelulósica se cuece en estado líquido a una temperatura más alta y bajo alta presión a una alta presión de varios minutos a varias horas como se describe anteriormente. En cuanto a la reacción del agua con la biomasa lignocelulósica, es muy importante comprender el comportamiento del agua en diferentes condiciones (ambientales, subcríticas, casi críticas y supercríticas). Las principales características de KG (basura de cocina), son los polímeros de carbohidratos (que incluyen almidón, celulosa y hemicelulosa), lignina, proteínas y lípidos. Por su parte, [Li, Yangyang & Li, Jinhui et al. \(2016\)](#) efectuó que las características de KW (residuos de cocina) están altamente correlacionadas con los niveles de vida locales. Del mismo modo, para el pretratamiento se utilizó un reactor de tanque de flujo continuo y semicontinuo, se realizó en un reactor de hidrólisis de acero inoxidable de 20 litros, que se construye como un recipiente a presión con tapa calefactora. Transferir aproximadamente 1 kg KW al recipiente y precalentar a 90, 100, 120 y 140 ° C durante 10, 30, 40, 50 y 60 minutos de tiempo de calentamiento.

[Li, Yangyang & Yu, Zhixin et al. \(2016\)](#) en base a los resultados, obtuvo como hallazgo significativo que el pretratamiento térmico podría mejorar la eficiencia de la digestión anaeróbica, especialmente a temperaturas más elevadas (menos de 120 °C) y con duraciones de tratamiento más prolongadas. Con respecto a los enfoques, el método de Gompertz modificado se ajustaba mejor a los sustratos sometidos a pretratamiento térmico que el enfoque desarrollado por Koch y Drewes y las condiciones óptimas de pretratamiento para el KW son una temperatura de calentamiento de 120 °C y una duración de 15 minutos. Estas condiciones dan lugar a rendimientos de metano comparativamente más altos, duraciones de digestión más cortas y una viabilidad rentable. Se obtuvieron valores de 53,4 y 51,8 1,7 mL CH<sub>4</sub>/gVS - d con temperaturas de pretratamiento de 90 °C y 120 °C, 15 y 70 min, las temperaturas de 90 °C y 120 min alcanzaron la mayor tasa de producción (54,7 mL CH<sub>4</sub>/gVS - d). Por el contrario, [Yangyang & Nie, Yongfeng et al. \(2016\)](#) nos muestra que los resultados del pretratamiento térmico pueden mejorar eficazmente la solubilidad de los compuestos orgánicos nitrogenados en KW, especialmente a temperatura alta y calentamiento a largo plazo; se puede obtener el mayor efecto

de disolución de los compuestos nitrogenados en KW, el pretratado a una temperatura razonable (90-120 °C) se puede lograr la producción de biogás acumulado, debido a la más alta constante de biogás productividad se alcanza a 120 ° C-30 minutos y 90 ° C-50 minutos, y su proporción de biogás a otros métodos de tratamiento son 45.7% más alto; el procesamiento de muestras a 90 ° C y 120 ° C durante 30 minutos y 15 minutos, respectivamente, puede obtener el mayor beneficio (2-8 euros por tonelada de kW). Por su parte, [Pagliaccia, Pamela et al. \(2019\)](#) investigó la idoneidad de un pretratamiento térmico suave ( $T = 134\text{ °C}$  y  $p = 3,2\text{ bar}$ ) para mejorar la degradación biológica de compuestos difícilmente accesibles. El pretratamiento afectó significativamente la solubilización de los carbohidratos, y fue capaz de reducir parte de la matriz lignocelulósica. Además, solo en condiciones termófilas no se detecta la presencia de hidrógeno en el biogás, entonces el pretratamiento de OFMSW; aumenta significativamente el rendimiento de metano (de 0,343 a 0,389 L CH<sub>4</sub> / g VS alimentos). El pretratamiento térmico parece ser la solución recomendada para reducir parte de la matriz lignocelulósica recalcitrante de los desechos de alimentos, mejorar la recuperación de energía y eliminar el costo adicional necesario para la pasteurización. Según [Ahmada, Fiaz et al. \(2018\)](#) se determina que el reactor hidrotermal en contracorriente es la mejor opción para la alta concentración de carbohidratos en el hidrolizado. Se investigó la digestión anaeróbica en respuesta a la alta presión y los cambios en la morfología de la biomasa asociados con la disolución de la lignina. Finalmente, se resume de la literatura publicada anteriormente sobre análisis técnico, económico y ambiental relacionado con HP en el proceso de digestión anaeróbica, y se llega a la conclusión de que esto requiere mucha investigación por parte de los tomadores de decisiones. Por el contrario, [Li, Yangyang & Li, Jinhui et al. \(2016\)](#) efectuó la eficiencia de la posterior digestión anaeróbica de la fase líquida aumentó para los KW pretratados a 120 °C y se logró una mayor producción de metano y una reducción de la demanda de oxígeno químico soluble después de un tiempo de pretratamiento de 40 min y el pretratamiento térmico fue rentable con un valor de producción de 57,52 dólares por 1 tonelada KW.

En el pretratamiento de hidrólisis enzimática (Tabla 4), [Cekmecelioglu, Deniz et al. \(2013\)](#) efectuó que los experimentos de fermentación realizados con y sin nutrientes de fermentación tradicionales, se evaluaron en condiciones constantes de pH 4,5 y temperatura de 30 °C durante 48 h; utilizando la levadura de panadería seca comercial *Saccharomyces cerevisiae*. Para el pretratamiento con ácido diluido, se añadió ácido sulfúrico en dos concentraciones de 1% y 4% (v/v) a los residuos de cocina. Las muestras se mantuvieron a 60 °C durante 3 h en todos los métodos de pretratamiento ([Li y otros., 2007](#)). Para la licuefacción de la porción de almidón, se añadió a los residuos  $\alpha$ -amilasa y se mantuvo a 95 °C durante 1 h a 100 rpm y pH 5,5. A la vez, procesaron simultáneamente los oligosacáridos a base de almidón y la fracción celulósica, añadiendo las enzimas amiloglucosidasa 120 U/g de sustrato seco ([Wang et al., 2008](#)), celulasa (8 FPU/g de sustrato seco) y  $\beta$ -glucosidasa (50 U/g de sustrato seco). Por otro lado, [Ushani, U. et al. \(2020\)](#) en su revisión, el informe señaló que el uso de enzimas microbianas para recuperar los desechos de alimentos de los subproductos de la fermentación como biogás o diesel en lugar de gasolina; tendrá el mayor impacto positivo en el medio ambiente y el desarrollo económico. Sin embargo, la elección de estos métodos depende del tipo y composición de los residuos alimentarios y sus subproductos. Este capítulo estudia diversos productos recuperados del reciclaje de residuos alimentarios mediante la acción enzimática de microorganismos. Por su parte, [Chen, Hua et al. \(2017\)](#) efectuó que se probó primero usando diferentes cócteles enzimáticos sobre la descomposición de KG (basura de cocina); la eficiencia de *Clostridium acetobutylicum*- La producción mediada de biobutanol, se midió utilizando dos modos: (SHF) hidrólisis fermentación separadas y (SSF) fermentación de sacarificación simultánea, en condiciones de ajustar el pH. Se uso diferentes EHP (Procedimiento de hidrólisis enzimática) con varias combinaciones de enzimas (cócteles), fortaleciendo el proceso mediante SHF y SSF con y sin control de pH. Las enzimas presentes fueron: Celluclast,  $\alpha$ -amilasa,  $\beta$ -amilasa, glucoamilasa, Depol 740, Optimash BG, pullulanasa, pectinasa. Enzimas Hidrolasas en combinación con KW.

[Cekmecelioglu, Deniz et al. \(2013\)](#) obtuvo como hallazgo que la fermentación indicaron que las concentraciones finales de etanol no mejoran significativamente con la adición de nutrientes (17,2-23,3 g/l). Por consiguiente, se mostró de que el costo del producto puede reducirse en gran medida si se utilizan como sustrato desechos de cocina, y no utilizar ningún nutriente de fermentación y se debería aplica un tiempo de hidrólisis de unas 6 h, ya que es necesario seguir estudiando la optimización para aumentar el rendimiento a niveles más altos. Es evidente que no es estrictamente necesario un método de pretratamiento previo a la hidrólisis enzimática para la producción de altos niveles de glucosa a partir de los residuos de cocina probados en este estudio. El tiempo de hidrólisis es tan corto como 6 h, la adición de nutrientes de fermentación no es necesaria para que la levadura produzca etanol. Los nutrientes presentes en los residuos de cocina originales proporcionan suficiente medio nutritivo para que *S. cerevisiae* produzca altos rendimientos de etanol. Por lo tanto, se concluye que los costos de producción de etanol podrían reducirse utilizando los residuos de cocina como sustrato y excluyendo los nutrientes de fermentación tradicionalmente utilizados en la práctica de la fermentación. Mientras que, [Ushani, U. et al. \(2020\)](#) efectúa en su revisión que la utilización de una forma pura de enzimas como alternativa al extracto de células enteras o crudo, aumenta considerablemente el costo de la biocatálisis. En general, la valorización de los desechos de alimentos utilizando las técnicas correctas mejoraría la bioeconomía y proporcionaría un resultado útil para la gestión de los desechos de alimentos. Por su lado, [Chen, Hua et al. \(2017\)](#) obtuvo resultados usando un procedimiento de cóctel de hidrólisis enzimática (EHC5), usando el enfoque de SSF con control de pH. Este enfoque da como resultado una producción de biobutanol de 16.37 g / L y una concentración total de solvente de 32.96 g / L. En comparación con los experimentos que utilizan glucosa pura como sustrato, nuestros resultados muestran que KG es una materia prima prometedora para la producción de biobutanol. Los resultados demuestran la viabilidad de esta fuente de residuos para una aplicación industrial a través del EHP.

En el pretratamiento de hidrólisis termoquímico (Tabla 5), Vavouraky, A. et al. (2013) efectúa que se realizaron los experimentos de pretratamiento químico de la muestra representativa de KW (desecho de cocina), utilizando varios tipos de soluciones químicas (es decir, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HCl, NaOH, H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>) de diferente concentración de solutos (0,7%, 1,5%, 3%) a tres temperaturas (50, 75, 120 °C) y un rango de tiempos de residencia (30-120 min). Mientras que, Vavouraky, A. et al. (2014) efectúa que se utilizó el combinado del pretratamiento termoquímico y la hidrólisis enzimática de KW (desecho de cocina), para maximizar la producción de azúcares solubles fermentables. Para ello, se realizó un pretratamiento ácido de las muestras de KW con ácido clorhídrico (0-3% HCl) a 30-100 °C durante un tiempo de tratamiento de 0-120 min. Alternativamente, el pretratamiento alcalino de las muestras de KW se realizó con una solución de hidróxido de potasio (0-11%) a temperatura y tiempo constantes (0 °C y 20 min, respectivamente). A demás; para la hidrólisis enzimática, se emplearon dos tipos de enzimas comerciales adquiridas de Megazyme, la  $\alpha$ -amilasa y la amiloglucosidasa-AG. Por lo tanto, Shoar, F. et al. (2019) considera que el pretratamiento termoquímico en el proceso de producción de biogás a partir de residuos de cocina, efectúa que los parámetros controlados por la configuración experimental incluyen la agitación mecánica y la temperatura. El pretratamiento termoquímico incluye un pretratamiento químico de 3 y 6% (basado en TS) de NaOH durante 1h y un pretratamiento térmico a 60, 90 y 120 °C durante 30 min. Por otro lado, Chen, D. et al. (2019) efectuó que su investigación a escala piloto en reactores de pretratamiento: pre-pirólisis y pirólisis requiere calentamiento para secar el material y proporcionar energía para romper el enlace químico. Los residuos se separan en dos fracciones: combustibles y orgánicos. Se trataron 600 toneladas/día. Los orgánicos se utilizan para la producción de biogás mediante la tecnología de digestión anaeróbica (AD). El reactor de prepirólisis es un horno rotatorio calentado con gas de combustión; la temperatura se controla a 280 °C - 300 °C ajustando la cantidad y la temperatura del gas de combustión que pasa por el reactor de prepirólisis. Después de la etapa de prepirólisis, se elimina la mayor parte del Cl y se alivia la contaminación por cloro del petróleo generada en la etapa posterior; por lo tanto, puede utilizarse en calderas industriales. Todo el olor se recoge y se trata en un biofiltro. En el reactor de pirólisis por un alimentador accionado hidráulicamente y agrietados en el rango de temperaturas de 480 °C -

500 °C, se añade CaO en el reactor de pirólisis para interceptar el Cl que se ha escapado del paso de prepirólisis. El reactor de pre-pirólisis se calienta con gas de combustión. El tiempo de residencia de los materiales en el reactor de pirólisis es de unos 45 minutos. El gas se lava con una solución de NaOH para eliminar el HCl y luego se quema en el horno para proporcionar calor.

Vavouraky, A. et al. (2013) obtuvo como hallazgo que la hidrólisis termoquímica ácida de los residuos alimentarios (KW) con HCl y H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; indica que los resultados optimizados mostraron que el pretratamiento químico de KW (con 1,12% de HCl a 100 °C durante 94 minutos o 1,17% de HCl durante 86 minutos a 100 °C), aumentó a 120 % la concentración de azúcar soluble, en el azúcar comparado con KW sin tratar. Por su parte, Vavouraky, A. et al. (2014) efectuó que se aplicó a los KW; un proceso de pretratamiento químico, que incluía el uso de soluciones ácidas o alcalinas antes de la hidrólisis enzimática que aumentaba la digestibilidad enzimática. La concentración de glucosa aumentó en un 300% después del pretratamiento con ácido o KOH en combinación con la hidrólisis enzimática (2% HCl, 85 °C, 80 min, 0,1%  $\alpha$ -amilasa, AMG, y 1% KOH, 0 °C, 20 min, 1,1%  $\alpha$ -amilasa, 0,4% AMG). Comparando los resultados del presente trabajo con la misma carga de sólidos (5%) con el anterior, Vavouraky, A. et al. (2013) sólo consideró el pretratamiento termoquímico de KW; cual indica que, el pretratamiento termoquímico por sí solo puede resultar en un mayor rendimiento total de azúcares solubles, 121%, frente al 75,6% que se obtuvo en las condiciones termoquímico-enzimáticas combinadas óptimas de este estudio. Por el contrario, Shoar, F. et al. (2019) detalló que los residuos de cocina son un material orgánico adecuado; por su riqueza en nutrientes, ya que poseen un gran potencial para producir biogás. Base a estos resultados, se determinó que la mayor producción de biogás estaba relacionada con el tratamiento al 6% de NaOH y 120 °C, los VS (sólidos volátiles) del biogás y el metano fueron de 206,16 y 121,42 ml / g, los cuales se incrementaron en un 46,92% y 32,93% en comparación con el control y la degradabilidad. En comparación con el grupo de control, la VS aumentó en aproximadamente un 26,13%. Por su parte, Chen, D. et al. (2019) efectuó que su investigación sobre el pirólisis; Durante el proceso de pirólisis los polímeros y macromoléculas se

descomponen y desprenden gas combustible; al mismo tiempo se produce petróleo. El bio-SNG es el producto de la siguiente fase de estas plantas debido a su mercado disponible y su alto precio. Por el momento, sólo la planta de AD ha realizado la producción y venta del bio-SNG debido a la tecnología relativamente madura; las dos plantas de pirólisis están luchando por un funcionamiento estable en su actual, pero están tratando de prepararse para la producción de bio-SNG en el futuro. El gas de síntesis es el producto objetivo, mientras que el petróleo puede ser almacenado y alimentado como material para la gasificación. Alrededor de 53.330.000 kWh de energía se vende a la red anualmente. El rendimiento del gas de síntesis del sistema de pirólisis es de unos 10.000 m<sup>3</sup> /día y actualmente se alimenta a la caldera para la producción de vapor.

## V. CONCLUSIONES

Sobre los objetivos planteados en esta investigación, pueden extraerse las siguientes conclusiones principales: En el desarrollo de la investigación se pudo hacer la búsqueda de artículos sobre las técnicas de pretratamiento en la producción de biocombustible con residuo sólido de cocina, donde se extrajeron 12 artículos de diferentes técnicas en una serie de base de búsqueda y criterios establecidos en esta investigación.

En cuanto a los resultados mostrados en la investigación; fue posible encontrar la técnica más utilizada, no en función del número de artículos, sino en función de factores como el año de publicación, las actualizaciones de las técnicas y la consideración del autor. Por lo tanto, según los factores indicados, la técnica más utilizada, es el pretratamiento de hidrólisis térmica (Tabla 3). Desde entonces, el pretratamiento térmico ha tenido un impacto significativo en la digestión anaeróbica, la biodegradabilidad de los residuos y su tasa de producción de biocombustible; con un alcance de investigación amplia y conclusiones exhaustivas.

Se logró identificar como característica principal de los residuos sólidos; son los polímeros de carbohidratos (incluyendo almidón, celulosa y hemicelulosa-lignina), y su recolección de residuos incluye: verduras, carne picada, alimentos cocidos, carne, pescado, frijoles, patatas, arroz, frutas, ensaladas, pan, desperdicios de cocina cocidos, desperdicios de frutas y verduras y componentes orgánicos de los desechos sólidos urbanos. Por ello, esta investigación definitivamente proporciona evidencia de que los residuos de cocina tienen el potencial de ser explotado para la producción de biocombustible en una aplicación industrial.

Se logró identificar los siguientes efectos en el empleo de las técnicas de pretratamiento, tanto como térmico, enzimático, termoquímico. El efecto del tratamiento térmico en la fase de retraso y la velocidad de hidrólisis varía con los parámetros del tratamiento, lo que da lugar a cambios en la composición de los residuos alimentarios. Estas condiciones dan como resultado rendimientos de metano relativamente altos, tiempos de digestión cortos y viabilidad rentable. El uso de enzimas microbianas para recuperar los desechos de alimentos de los

subproductos de la fermentación (biocombustible) tendrá el mayor impacto positivo en el medio ambiente y el desarrollo económico. Sin embargo, la elección de estos métodos depende del tipo de composición de los residuos alimentarios y sus subproductos.

## **VI. RECOMENDACIONES**

En la búsqueda de artículos para obtener un amplio conocimiento y eficacia de los resultados, se opta por buscar artículos de actualizaciones recientes y no de mucho año de antigüedad.

Las características de la cinética de digestión dependen de la temperatura de pretratamiento. Por ello, se recomienda que las mejores condiciones de pretratamiento térmico para los residuos de cocina, se establezcan a una temperatura inferior a 120 °C y una duración de 15 minutos, según los autores del pretratamiento hidrolisis térmica (Tabla 3). Por lo tanto, se confirma el efecto de la discrepancia entre la solubilización y la mejora de la biodegradabilidad.

Se recomienda para reducir algunos de los sustratos lignocelulósicos refractarios en los residuos de alimentos, es el pretratamiento térmico; ya que puede mejorar la recuperación de energía y la degradabilidad de las paredes lignocelulosa. A la vez, eliminar el costo adicional de pasteurización.

Justamente, se recomienda seguir promoviendo nuevas investigaciones en el desarrollo de estas técnicas; para generar un amplio campo de conocimientos, ya que este estudio proporciona evidencia de que el desperdicio de alimentos tiene un potencial en la utilización de las técnicas de pretratamiento para la producción de biocombustible.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARIAS VALENCIA, MARÍA MERCEDES; GIRALDO MORA, CLARA VICTORIA. El rigor científico en la investigación cualitativa, vol. 29, núm. 3, octubre-diciembre, pp. 500-514, 2011. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1052/105222406020.pdf>

CASTILLO, EDELMIRA; VÁSQUEZ, MARTHA LUCÍA. El rigor metodológico en la investigación cualitativa Colombia Médica, vol. 34, núm. 3, pp. 164-167, 2003. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/283/28334309.pdf>

AMEZCUA, MANUEL; GÁLVEZ TORO, ALBERTO. Los modos de análisis en investigación cualitativa en salud: perspectiva crítica y reflexiones en voz alta, revista Española de Salud Pública, vol. 76, núm. 5, pp. 1-15, 2002. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/170/17076505.pdf>

COLLADOS, A., CONVERSA, V., FOMBELLIDA, M., ROZAS, S., KIM, J. H., ARBOLEYA, J. C., ... PEREZÁBAD, L. (2020). Applying food enzymes in the kitchen. International Journal of Gastronomy and Food Science, 100212. doi: 10.1016/j.ijgfs.2020.100212. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1878450X20300895?via%3Dihub>

ZHI-WEI, S., TAO, S., WEN-JING, D., & JING, W. Investigation of rice straw and kitchen waste degradation through vermicomposting. Journal of Environmental Management, 243, pp. 269–272, 2019. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479719305936>

MILENA URQUIJO-RODRÍGUEZ, MIRIAM FONTALVO-GÓMEZ. Hidrólisis enzimática del aceite de *Bactris guineensis* con fracciones del látex de *Carica papaya*: estudio del efecto de la temperatura, pH y concentración del sustrato, pp. 70-71, 2020. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S169235612020000200070&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S169235612020000200070&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

MENON, A., REN, F., WANG, J.-Y., & GIANNIS, A. (2016). Effect of pre-treatment techniques on food waste solubilization and biogas production during thermophilic batch anaerobic digestion. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 18(2), 222–230. doi:10.1007/s10163-015-0395-6. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10163-015-0395-6>

WANG, Q. (2002). Effects of anaerobic/aerobic incubation and storage temperature on preservation and deodorization of kitchen garbage. *Bioresource Technology*, 84(3), 213–220. doi:10.1016/s0960-8524(02) 000627. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960852402000627>

OEFA. (2014). Disponible en: <https://www.oefa.gob.pe/2014/>

LI, S.-S., SANTOSH, M., TENG, X.-M., & HE, X.-F. (2018). Reply to comment by Wang et al. on “Paleoproterozoic arc-continent collision in the North China Craton: Evidence from the Zhanhuang Complex” by Li et al. (2016), *Precambrian Research* 286: 281–305. *Precambrian Research*, 304, 174–177. doi: 10.1016/j.precamres.2017.10.016. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301926817305181>

AHMAD, F., SAKAMOTO, I. K., ADORNO, M. A. T., MOTTERAN, F., SILVA, E. L., & VARESCHE, M. B. A. (2019). Methane Production from Hydrogen Peroxide Assisted Hydrothermal Pre-treatment of Solid Fraction Sugarcane Bagasse. *Waste and Biomass Valorization*. doi:10.1007/s12649-018-0452-1. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12649-018-0452-1>

LYTRAS, G., KOUTROUMANOU, E., & LYBERATOS, G. (2020). Anaerobic co-digestion of condensate produced from drying of Household Food Waste and Waste Activated Sludge. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 8(4), 103947. doi: 10.1016/j.jece.2020.103947. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2213343720302955?via%3Dihub>

MA, J., DUONG, T. H., SMITS, M., VERSTRAETE, W., & CARBALLA, M. (2011). Enhanced bio methanation of kitchen waste by different pre-treatments. *Bioresource Technology*, 102(2), pp. 592–599. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960852410013337>

LYTRAS, G., KOUTROUMANOU, E., & LYBERATOS, G. (2020). Anaerobic co-digestion of condensate produced from drying of Household Food Waste and Waste Activated Sludge. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 8(4), 103947. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2213343720302955>

GÓMEZ-SOTO, J., SÁNCHEZ-TORO, ÓSCAR, & MATALLANA-PÉREZ, L. (2019). Urban, Agricultural and Livestock Residues in the Context of Biorefineries. *Revista Facultad De Ingeniería*, 28(53), 7-32. Disponible en:

<http://www.scielo.org.co/pdf/rfing/v28n53/0121-1129-rfing-28-53-00007.pdf>

MOGHADAM, M. R., MOKHTARANI, N., & MOKHTARANI, B. (2009). Municipal solid waste management in Rasht City, Iran. *Waste Management*, 29(1), 485–489. doi: 10.1016/j.wasman.2008.02.029. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X08000950?via%3Dihub>

BURNLEY, S. J., ELLIS, J. C., FLOWERDEW, R., POLL, A. J., & PROSSER, H. (2007). Assessing the composition of municipal solid waste in Wales. *Resources, Conservation and Recycling*, 49(3), 264–283. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921344906000620?via%3Dihub>

SHARHOLY, M., AHMAD, K., VAISHYA, R. C., & GUPTA, R. D. (2007). Municipal solid waste characteristics and management in Allahabad, India. *Waste Management*, 27(4), 490–496. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X06000821?via%3Dihub>

TALYAN, V., DAHIYA, R. P., & SREEKRISHNAN, T. R. (2008). State of municipal solid waste management in Delhi, the capital of India. *Waste Management*, 28(7), 1276–1287. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X07001924>

NTAIKOU, I., MENIS, N., ALEXANDROPOULOU, M., ANTONOPOULOU, G., LYBERATOS, G., 2018. Valorization of kitchen biowastes for ethanol production via

co-cultures of the yeasts *Saccharomyces cerevisiae* and *Pichia stipites*. *Bioresour. Technol.* 263, 75–83. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960852418306321?via%3Dihub>

Li, R X; Li, J; Zhang, S Y; Mi, Y L; Zhang, C Q (2017). Attenuating effect of melatonin on lipopolysaccharide-induced chicken small intestine inflammation. *Poultry Science*, (), -. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119303426?via%3Dihub>

YANGYANGLI, YIYINGJIN, JINHUILI, HAILONGLI, ZHIXINYU (2016). Effects of thermal pre-treatment on the biomethane yield and hydrolysis rate of kitchen waste. *Applied Energy*, 172, 47–58. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0306261916303993?via%3Dihub>

JOSE MIGUEL; GARCIA-HERRUZO, FRANCISCO; ARHOUN, BRAHIM; GOMEZ-LAHOZ, CESAR; ABDALA-DIAZ, ROBERTO TEOFILO; RODRIGUEZ-MAROTO, VEREDA-ALONSO, CARLOS (2017). Production of biogas from co-digestion of livestock and agricultural residues: A case study. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, (), 1–6. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10934529.2017.1312189>

GONZÁLEZ, ANDRÉS FERNANDO; JIMÉNEZ, ISABEL CRISTINA; RODRÍGUEZ SUSA, MANUEL; RESTREPO, SILVIA; GÓMEZ, JORGE MARIO (2008). Biocombustibles de segunda generación y Biodiesel: Una mirada a la contribución de la Universidad de los Andes. *Revista de Ingeniería Nov 2008, N.º 28 Páginas 70 – 82.* Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S01214993200800020011&lang=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S01214993200800020011&lang=es)

MING, H.; HYUN, J.; HYUB, J & MOON, J. (2014). Bacterial and methanogenic archaeal communities during the single-stage anaerobic digestion of high-strength food wastewater. *Bioresource Technology*, 165, 174–182. Disponible:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960852414001990?via%3Dihub>

MOLINO, A.; NANNA, F.; DING, Y.; BIKSON, B. & BRACCIO, G. (2013). Biomethane production by anaerobic digestion of organic waste. *Fuel*, 103(0), 1003-1009. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S001623611200631X?via%3Dihub>

CAZIER, E.; TRABLY, E.; STEYER, J & ESCUDIE, R. (2015). Biomass hydrolysis inhibition at high hydrogen partial pressure in solid-state anaerobic digestion. *Bioresource Technology*, 190, 106–113. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960852415005623>

PRISCILLA R. ULIN ELIZABETH T. ROBINSON ELIZABETH E. TOLLEY (2006). Investigación aplicada en salud pública Métodos cualitativos. *Publicación Científica y Técnica* No. 614. Disponible en:

<https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/729/9275316147.pdf>

EZEQUIEL ANDER EGG (2011). Aprender a investigar: nociones básicas para la investigación social. - 1a ed. - Córdoba: Brujas, 2011. 190 p. Disponible en:

<https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2017/05/Aprender-a-investigar-nociones-basicas-Ander-Egg-Ezequiel-2011.pdf.pdf>

ROSSMAN, G. B., & RALLIS S. F. (1998). *Learning in the field an introduction to qualitative research*. Thousand Oaks, CA Sage Publications. Feifei Han, Zhangzhi Ge, Rongting Zhou. Disponible en: [DOI: 10.4236/jss.2018.63007](https://doi.org/10.4236/jss.2018.63007) 633

VARGAS CORDERO, ZOILA ROSA (2009). La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica educación, vol. 33, núm. 1, pp. 155-165. disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>

M. PAZ SANDIN ESTEBAN (2006). Investigación cualitativa en educación Osorio, 2004 fundamentos y tradiciones, capítulo 7 tradiciones en la investigación – cualitativa, p. 1 – 70. disponible en:

<http://www.ditso.cunoc.edu.gt/articulos/80a0fe6f70c362a18b808b41699fc9bd62447d62.pdf>

MERTENS (2005). Research and Evaluation in Education and Psychology: Integrating Diversity with Quantitative, Qualitative, and Mixed Methods, 141297190X, 9781412971904 p. 527. Disponible en: [https://books.google.com.pe/books/about/Research\\_and\\_Evaluation\\_in\\_Education\\_and.html?id=m0N3tclVds8C&redir\\_esc=y](https://books.google.com.pe/books/about/Research_and_Evaluation_in_Education_and.html?id=m0N3tclVds8C&redir_esc=y)

OSORIO (2004). El diseño de la investigación, Cap. II, p. 1 – 40. Disponible en: <https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/8416/capitulo2.pdf?sequence=7&isAllowed=y>

CASTILLO L. et al, (2004). Enseña a estudiar...aprende a aprender. Madrid Pearson, Prentice Hall. Nº 8-9, 2005-2006, págs. 317-318. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2091417>

M. Y MOLINA, A. ET AL, (2004). Análisis documental y de información: dos componentes de un mismo proceso. versión impresa ISSN 1024-9435. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1024-94352004000200011](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352004000200011)

CASTILLO, EDELMIRA; VÁSQUEZ, MARTHA LUCÍA (2003). El rigor metodológico en la investigación cualitativa Colombia Médica, vol. 34, núm. 3, pp. 164-167. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/283/28334309.pdf>

MANUEL AMEZCUA Y ALBERTO GÁLVEZ TORO (2002). Los modos de análisis en investigación cualitativa en salud: perspectiva crítica y reflexiones en voz alta. rev, esp salud pública 2002; 76: 423-436. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/170/17076505.pdf>

ARIAS VALENCIA, MARÍA MERCEDES; GIRALDO MORA, CLARA VICTORIA (2011). El rigor científico en la investigación cualitativa Investigación y Educación en Enfermería, vol. 29, núm. 3, octubre-diciembre, 2011, pp. 500-514. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1052/105222406020.pdf>

SALGADO LEVANO, Ana Cecilia (2007). Investigación cualitativa: diseños, evaluación del rigor metodológico y retos. liber. [online]. 2007, vol.13, n.13, pp.71-78. ISSN 1729-4827. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S172948272007000100009&script=sci\\_abstract](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S172948272007000100009&script=sci_abstract)

ERAZO JIMÉNEZ, MARÍA SOLEDAD (2011). Rigor científico en las prácticas de investigación cualitativa Ciencia, Docencia y Tecnología, vol. XXII, núm. 42, mayo, 2011, pp. 107-136. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/145/14518444004.pdf>

SUAREZ (2006). El saber pedagógico de los profesores de la universidad de los andes táchira y sus implicaciones en la enseñanza. isbn: 978-84-690-7627-9 / dl: t.1383-2007. disponible en: <https://tdx.cat/bitstream/handle/10803/8922/10CapituloXEIcaracterCientificodelainvestigaciontfc.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

TAMAYO, C., (2015). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. Disponible en: <https://www.doccity.com/es/tecnicas-e-instrumentos-de-recoleccion-de-datos/4687953/>

ESTILO ISO 690 Y 690-2 - Universidad César Vallejo. Disponible en: [https://www.ucv.edu.pe/datafiles/FONDO%20EDITORIAL/Manual\\_ISO.pdf](https://www.ucv.edu.pe/datafiles/FONDO%20EDITORIAL/Manual_ISO.pdf)

KHADEMI, F., & YILDIZ, İ. (2018). 1.25 Energy and Solid Wastes. Comprehensive Energy Systems, 980–1020. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128095973001292>

SAHU, N., SHARMA, A., MISHRA, P., CHANDRASHEKHAR, B., SHARMA, G., KAPLEY, A., & PANDEY, R. A. (2017). Evaluation of biogas production potential of kitchen waste in the presence of spices. Waste Management, 70, 236–246. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X17306256>

COLLADOS, A., CONVERSA, V., FOMBELLIDA, M., ROZAS, S., KIM, J. H., ARBOLEYA, J. C., ... PEREZÁBAD, L. (2020). Applying food enzymes in the

kitchen. International Journal of Gastronomy and Food Science, 100212. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1878450X20300895>

URQUIJO-RODRIGUEZ ET AL, (2020) Enzimatic hydrolysis of *Bactris guineensis* oil with *Carica papaya* latex fractions: study of the effect of temperature, ph and substrate concentration. Rev.Bio.Agro [online]. 2020, vol.18, n.2, pp.70-81. ISSN 1692-3561. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1692-35612020000200070](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1692-35612020000200070)

LYTRAS, G., KOUTROUMANOU, E., & LYBERATOS, G. (2020). Anaerobic co-digestion of condensate produced from drying of Household Food Waste and Waste Activated Sludge. Journal of Environmental Chemical Engineering, 8(4), 103947. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2213343720302955>

OTLES, S., & KARTAL, C. (2018). Food Waste Valorization. Sustainable Food Systems from Agriculture to Industry, 371–399. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128119358000111?via%3Dihub>

WANG, L., SHEN, F., YUAN, H., ZOU, D., LIU, Y., ZHU, B., & LI, X. (2014). Anaerobic co-digestion of kitchen waste and fruit/vegetable waste: Lab-scale and pilot-scale studies. Waste Management, 34(12), 2627–2633. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X14003602?via%3Dihub>

ZHANG, L., CHENG, J., PEI, H., PAN, J., JIANG, L., HOU, Q., & HAN, F. (2018). Cultivation of microalgae using anaerobically digested effluent from kitchen waste as a nutrient source for biodiesel production. Renewable Energy, 115,276-287. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960148117307899?via%3Dihub>

STEPHEN, J. L., & PERIYASAMY, B. (2018). Innovative developments in biofuels production from organic waste materials: A review. *Fuel*, 214, 623–633. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0016236117314436?via%3>

[Dihub](#)

FARMANBORDAR, S., KARIMI, K., & AMIRI, H. (2018). Municipal solid waste as a suitable substrate for butanol production as an advanced biofuel. *Energy Conversion and Management*, 157, 396–408. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0196890417311718?via%3>

[Dihub](#)

CHEN, H., SHEN, H., SU, H., CHEN, H., TAN, F., & LIN, J. (2017). High-efficiency bioconversion of kitchen garbage to biobutanol using an enzymatic cocktail procedure. *Bioresource Technology*, 245, 1110–1121. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S096085241731605X?via%3>

[Dihub](#)

USHANI, U., SUMAYYA, A. R., ARCHANA, G., RAJESH BANU, J., & DAI, J. (2020). Enzymes/biocatalysts and bioreactors for valorization of food wastes. *Food Waste to Valuable Resources*, 211–233. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128183533000109?via%3>

[Dihub](#)

CEKMECELIOGLU, D., & UNCU, O. N. (2013). Kinetic modeling of enzymatic hydrolysis of pre-treated kitchen wastes for enhancing bioethanol production. *Waste Management*, 33(3), 735–739. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X12003698?via%3>

[Dihub](#)

LI, Y., JIN, Y., LI, J., LI, H., & YU, Z. (2016). Effects of thermal pre-treatment on the biomethane yield and hydrolysis rate of kitchen waste. *Applied Energy*, 172, 47–58. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0306261916303993?via%3>

[Dihub](#)

LI, Y., JIN, Y., LI, J., & NIE, Y. (2016). Enhanced nitrogen distribution and bio-methanation of kitchen waste by thermal pre-treatment. *Renewable Energy*, 89, 380–388. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960148115305334?via%3>

[Dihub](#)

PAGLIACCIA, P., GALLIPOLI, A., GIANICO, A., GIRONI, F., MONTECCHIO, D., PASTORE, C., BRAGUGLIA, C. M. (2019). Variability of food waste chemical composition: Impact of thermal pre-treatment on lignocellulosic matrix and anaerobic biodegradability. *Journal of Environmental Management*, 236, 100–107.

Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479719301008?via%3Dihub>

[b](#)

AHMAD, F., SILVA, E. L., & VARESCHE, M. B. A. (2018). Hydrothermal processing of biomass for anaerobic digestion – A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 98, 108 - 124. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032118306579?via%3>

[Dihub](#)

LI, Y., JIN, Y., & LI, J. (2016). Enhanced split-phase resource utilization of kitchen waste by thermal pre-treatment. *Energy*, 98, 155–167. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544216000232?via%3>

[Dihub](#)

VAVOURAKI, AIKATERINI IOANNIS; ANGELIS, EVANGELOS MICHAEL; KORNAROS, MICHAEL (2013). Optimization of thermo-chemical hydrolysis of kitchen wastes. *Waste Management*, 33(3), 740–745. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X12003121?via%3>

[Dihub](#)

VAVOURAKI, AIKATERINI I.; VOLIOTI, VASSILIKI; KORNAROS, MICHAEL E. (2014). Optimization of thermo-chemical pre-treatment and enzymatic hydrolysis of

kitchen wastes. *Waste Management*, 34(1), 167–173. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X1300490X?via%3Dihub>

CHEN, D. (2019). Examples of thermochemical and biological treatment technologies for sustainable waste management in China. *Substitute Natural Gas from Waste*, 425–454. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128155547000167?via%3Dihub>

SHOAR, F. H., ABDI, R., NAJAFI, B., & ARDABILI, S. F. (2019). The effect of thermochemical pre-treatment on biogas production efficiency from kitchen waste using a novel lab scale digester. *Renewable Energy Focus*, 28, 140–152. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1755008418302667?via%3Dihub>

ALIBARDI, LUCA; COSSU, RAFFAELLO (2015). Composition variability of the organic fraction of municipal solid waste and effects on hydrogen and methane production potentials. *Waste Management*, 36(), 147–155.. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X14005698>

## ANEXOS

Anexo 1. Ficha de recolección de datos de los documentos revisados:

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>FICHA DE ANALISIS DE CONTENIDO</b>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------

### TITULO:

<b>PAGINAS UTILIZADAS</b>	<b>AÑO DE PUBLICACION</b>	<b>LUGAR DE PUBLICACION</b>

<b>TIPO DE INVESTIGACION:</b>	<b>AUTOR (ES):</b>

<b>REFERENCIA BIBLIOGRAFICA:</b>	
<b>PALABRAS CLAVES:</b>	
<b>PRETRATAMIENTO:</b>	
<b>PARAMETROS DE MEDICION:</b>	
<b>RESULTADOS:</b>	

<b>CONCLUSIONES:</b>	
----------------------	--

Fuente: Elaboración Propia.