



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Obtención de biogás a base de las algas *Phaeophyceae* y *Chlorophyta* utilizando el proceso de fermentación anaeróbica:

Meta-Análisis de resultados

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Apaza Herrera, Fredy Francisco (ORCID: 0000-0002-4237-4890)

Gutiérrez Morales, Dinora Alexandra (ORCID: 0000-0001-5377-6273)

ASESOR:

Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales (ORCID: 0000-0003-1504-2089)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA - PERÚ

2020

DEDICATORIA

Dedicamos esta tesis en primer lugar, a Dios y la Virgen de Guadalupe que son nuestros protectores; y por guiarnos por un buen camino y ser buenos estudiantes comprometido a lograr cada meta.

En segundo lugar, a nuestras madres que siempre han estado con nosotros, apoyándonos en terminar nuestra carrera para llegar ser buenos profesionales con valores enseñados desde casa, donde será aplicado tanto en el trabajo y en nuestras personalidades.

En tercer lugar, a nuestros padres por apoyarnos e entregarnos su confianza en poder cumplir cada objetivo y por apoyarnos en el lado económico con el fin de ser alguien en la vida con buena base de estudios.

En cuarto lugar, ni menos importante a nuestro asesor por la enseñanza obtenida durante todo el desarrollo del curso y por último a nosotros por el gran esfuerzo, aptitud, unión, perseverancia y compromiso para lograr nuestras metas.

AGRADECIMIENTOS

A nuestro profesor, por asesorarnos en todo momento y por los conocimientos aprendidos durante el desarrollo del curso. Y a los demás docentes que nos dieron ideas de poder buscar un buen tema de investigación. De esta manera por las herramientas y estrategias para poder culminar nuestros objetivos durante el desarrollo de las actividades y tareas del curso.

Índice de Contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos.....	vi
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. Introducción.....	1
II. Marco Teórico	4
III. Metodología	11
3.1. Tipo y diseño de Investigación.....	11
3.2. Variables y operacionalización.....	11
3.3. Población.....	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	13
3.5. Procedimientos.....	14
3.6. Método de análisis de datos.....	15
3.7. Aspectos éticos.....	16
IV. Resultados	17
V. Discusión	39
VI. Conclusiones	43
VII. Recomendaciones	44

Referencias

Anexos

Índice de tablas

Tabla 1: Características de las Microalgas.....	4
Tabla 2: Fuentes de datos.....	14
Tabla 3: Características de los estudios incluidos en la revisión.....	20
Tabla 4: Características fisicoquímicas en la determinación a la obtención de Biogás a base de las algas <i>Phaeophyceae</i> y <i>Chlorothyta</i>	26
Tabla 5: Características de los estudios relacionados en la obtención de Biogás a base de las algas <i>Phaeophyceae</i> y <i>Chlorothyta</i> en el proceso de Fermentación Anaerobia.....	29
Tabla 6: Características de los estudios relacionados con los parámetros fisicoquímicos en la obtención de Biogás en el proceso de Fermentación Anaerobia.....	31

Índice de gráficos y figuras

Figura 1: Diagrama de Resultados.....	17
Figura 2: Diagrama de Forest Plot – <i>Phaeophyceae</i> y <i>Chlorophyta</i> Vs. Obtención de biogás	33
Figura 3: Diagrama de Forest Plot – Temperatura Vs. Porcentaje de Metano ..	34
Figura 4: Tipo de alga Vs. Cantidad de biogás	35
Figura 5: Cantidad de Metano Vs. Duración de producción de biogás.....	36
Figura 6: Temperatura	37
Figura 7: Producción de biogás Vs. Metano	38

RESUMEN

La presente investigación tuvo como finalidad evaluar mediante un meta-análisis la eficiencia de la generación de biogás a base de dos clases de algas *Phaeophyceae* y *Chlorophyta*, para determinar el mayor porcentaje de generación de biogás en el proceso de fermentación anaerobia. La investigación fue de diseño no experimental, con enfoque cuantitativo y aplicada de nivel descriptivo. En el estudio se utilizó como instrumento el análisis documental; siendo una evaluación de calidad en la verificación de su homogeneidad de los resultados de cada estudio. Dentro de la tesis se ha optado el uso del software Rev-man 5.3, donde los datos obtenidos en la fase de exclusión fueron analizados mediante el diagrama de Forest Plot, por ende, estos datos fueron identificados en los siguientes resultados mostrando que el alga *Chlorophyta* genera mayor cantidad de biogás en el proceso de fermentación anaerobia dado por su tiempo de retención de la producción. Las algas manifestadas es una gran fuente para la producción de biogás u otros combustibles, donde los resultados obtenidos concluyeron que las evidencias existentes en las investigaciones incluidas son suficientes para dar a conocer la eficiencia que tiene las algas *Phaeophyceae* y *Chlorophyta* en la generación de biogás en el proceso de fermentación anaerobia. Las algas utilizadas después de un meta-análisis mostraron una eficiencia superior al 60% para la generación de biogás y con una retención en la generación de biogás en 17 a 44 días.

Palabra claves: Meta-análisis, algas *Phaeophyceae* y *Chlorophyta*, generación de biogás, fermentación anaerobia.

Abstract

The present investigation aimed to evaluate the efficiency of biogas generation based on two classes of algae *Phaeophyceae* and *Chlorophyta*, to determine the highest percentage of biogas generation in the anaerobic fermentation process through a meta-analysis. The research was of a non-experimental design, with a quantitative and applied approach at a descriptive level. Documentary analysis was used as an instrument in the study; being a quality evaluation in the verification of its homogeneity of the results of each study. Within the thesis, the use of the Rev-man 5.3 software has been chosen, where the data obtained in the exclusion phase were analyzed using the Forest Plot diagram, therefore, these data were identified in the following results showing that the *Chlorophyta* alga generates a greater amount of biogas in the anaerobic fermentation process given by its retention time of production. The manifested algae is a great source for the production of biogas or other fuels, where the results obtained concluded that the existing evidence in the included investigations is sufficient to show the efficiency of the algae *Phaeophyceae* and *Chlorophyta* in the generation of biogas in the anaerobic fermentation process. The algae used after a meta-analysis showed an efficiency greater than 60% for the generation of biogas and with a retention in the generation of biogas in 17 to 44 days.

Key word: Meta-analysis, *Phaeophyceae* and *Chlorophyta* algae, biogas generation, anaerobic fermentation.

I. INTRODUCCIÓN

En diversos países, la acumulación de las algas generadas en temporadas de otoño e invierno generan una gran molestia a los habitantes y una alteración en la vida acuática. Estas algas emiten toxinas dañinas para la salud, además, impiden la iluminación al océano. Por ejemplo, Cuba tiende a tener un gran volumen de algas (*Sargazo*) en sus playas paradisíacas. La gran problemática que enfrenta Cuba es el aumento de la acumulación de las algas a un 40% en playas nunca antes vistas (Periódico EXCELSIOR, 2020).

Según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) PERÚ (2017), la comunidad de Marcona (ubicado en Ica) encontraron una oportunidad del uso de las algas *Sargazo* o *Macrocystis Pyrifera* antes considerada como un desperdicio. Hoy en día, los pescadores recolectan las algas para venderlas a industrias con fines de aplicación farmacéutica, alimentos y además para la elaboración de biocombustibles (Etanol).

En el departamento de La Libertad, existen investigaciones relacionadas al uso o estudios de algas. En el Callao, existe una gran variedad de algas acumuladas que están siendo aprovechadas por el comercio dejando así a los pescadores con un gran problema, ya que estas algas están siendo exportadas a nivel internacional. Las especies exportadas son: *Macrocystis* (48.1%), Algas Pardas (25.9%), *Lessonia* (19.6%) y, por último, *Gigartina* (1.4%). Asimismo, hubo una disminución de un 38% en la producción pesquera (Instituto del mar del Perú, 2017).

La presente investigación está basada en la identificación de todos los estudios de investigación que resuelven a una misma interrogante, siendo de contexto claro y que es utilizado tras una metodología explícita para identificar y examinar los estudios destacados y adjuntar datos de los estudios incluidos en ello. Por otra parte, un meta-análisis es considerada como un mejor instrumento metodológico para el resumen de una demostración científica. Además, esta herramienta tiene mayor potencia en la elaboración de datos individuales porque

nos permitirá captar los efectos y resultados de cada estudio incluidos en una meta-análisis y así poder completar conclusiones adecuadas. (OLMEDO, 2018)

Además, este tipo de estudio es basado en sintetizar de un contenido similar para generalizar los resultados obtenidos mediante un software aplicado. Y en sus resultados tendrá una validez de los estudios dependerá de la heterogeneidad y calidad de los estudios presentes. (MOLINA, 2016). Esta investigación desarrollará un proceso de meta-análisis para alcanzar óptimos resultados concluyentes y analizar si la generación de biogás a base de las algas *Phaeophyceae* y *Chlorophyta* es eficiente en el proceso de fermentación anaerobia.

La presente investigación definió las siguientes interrogantes para la formulación de esta problemática, teniendo como **problema general** se tendrá lo siguiente: ¿Será posible evaluar mediante una revisión sistemática y meta-análisis la eficiencia de la generación de biogás a base de las algas *Phaeophyceae* y *Chlorophyta* en el proceso de fermentación anaerobia?, y como **problemas específicos** se plantean las siguientes interrogantes: ¿Cuáles serán las investigaciones científicas relacionados con las características de las algas *Phaeophyceae* y *Chlorophyta* para la obtención del biogás luego de una revisión sistemática y meta-análisis?, por último: ¿Cómo se analizará la capacidad de obtención de biogás a base de las algas *Phaeophyceae* y *Chlorophyta* a partir del proceso de fermentación anaeróbica luego de una revisión sistemática y meta-análisis?.

Como **justificación** del presente estudio contribuirá nuevas alternativas de energías renovables que presenta oportunidades de alto rango, pero también presentan varias ventajas o desventajas. Los investigadores consideran las bioenergías como impacto ambiental, además el uso de energías limpias puede proporcionar a millones de personas que carecen de ella, al mismo tiempo generar ingresos. La generación de biogás a partir de algas es una alternativa de uso de energías renovables asimismo reducirá la contaminación ambiental por el uso de gas natural, carbón y petróleo (combustibles fósiles). Por otro lado, el uso de combustibles no renovables también altera la contaminación al aire generando un incremento al calentamiento global por los gases generados. Es por ello, que este estudio realizará un meta-análisis como proceso de técnica

que permitirá sintetizar y evaluar los resultados que se dieron en las diversas clases de investigaciones realizadas en diversos estudios y con ello lograr que la investigación sea más factible para las futuras generaciones.

Por ello, este estudio de investigación contiene como **objetivo general**, evaluar la eficiencia de la generación de biogás a base de las algas *Phaeophyceae* y *Chlorophyta* en la fermentación anaerobia después de una revisión sistemática y meta-análisis, como **objetivos específicos** se tendrá lo siguiente: determinar las investigaciones científicas relacionados con las característica de las algas *Phaeophyceae* y *Chlorophyta* para la obtención de biogás luego de una revisión sistemática y meta-análisis, en el segundo objetivo: determinar la capacidad de obtención de biogás de las algas *Phaeophyceae* y *Chlorophyta* a partir del proceso Fermentación anaeróbica luego de una revisión sistemática y meta-análisis.

Esta investigación fomentara a los ingenieros en el futuro investigar, ya que es primordial para el estudio de energías renovables, por último, podemos agregar que el aprovechamiento involucra el beneficio que tiene la acumulación de algas para la producción de energía y así contribuir la reducción de la contaminación ambiental.

La presente investigación sostuvo como **hipótesis** que la generación de biogás a base de las algas *Phaeophyceae* y *Chlorophyta* tiene una eficiencia superior al 60% en el proceso de fermentación anaerobia luego de una revisión sistemática y meta-análisis. En las hipótesis específicas se determina que a mayor información necesaria en relación a las algas en la producción de biogás se obtendrá unos resultados confiables y fiables luego de una revisión sistemática y meta-análisis. Y por última hipótesis se tendrá que la capacidad de producción de biogás dependerá de las características de las algas como fuente prima dentro del proceso de fermentación luego de una revisión sistemática y meta-análisis.

II. MARCO TEÓRICO

Las algas son organismo protistas unicelulares o pluricelulares vegetales, cuyas células carecen de flores y no forman tejidos. Situada en el nivel primario en la cadena alimenticia dentro del ambiente acuático. Se le puede encontrar en diversas aguas (dulce, salada, salobre). También pueden crear y producir materias orgánicas a partir de materias inorgánicas transformándose en energía solar. En general las algas tienen clorofila y forman filamentos de cinta o de lámina (NOÉ, 2020).

La variabilidad de los diferentes tipos de algas surge desde los organismos unicelulares a multicelulares, tomando en consideración que el alga con mayor tamaño es de mayor uso. Por ende, las algas son divididas en diferentes grupos y subgrupos dependiendo su tela de juicio, tomando en consideración su alimentación dividida en 2 grupos: microalgas y macroalgas, estos tipos de algas son reflejadas en Tabla 1 relacionado al resumen de su clasificación. (IBÁÑEZ E. y HERRERO M., 2017)

Tabla 1: Características de las Microalgas

GRUPO	CLASE	CARACTERÍSTICAS
Microalgas	<i>Diatomophyceae</i>	Diatomeas unicelulares con uno o dos flagelos. Paredes de silicio muy resistentes.
	<i>Dinoflagellata</i>	Flagelados. Parte del plancton marino.
	<i>Cyanobacterias</i>	Algas verdes-azuladas. Unicelulares o coloniales.
Macroalgas	<i>Rhodophyta</i>	Algas rojas. Pluricelulares en tejidos especializados. Casi todas las algas son marinas.
	<i>Phaeophyceae</i>	Algas marrones. Casi todas las algas son marinas. Algunas de las algas de mayor tamaño.
	<i>Chlorophyceae</i>	Algas verdes. Unicelulares o pluricelulares. La mayoría de agua dulce

Fuente: IBÁÑEZ E. y HERRERO M. (2017)

Sabiendo que las algas cuentan con su color y tamaño, pueden clasificarse en su morfología y bioquímicas, relacionado al resultado de reserva con la construcción de la pared celular de las algas, existiendo o no la presencia de los flagelos. Las algas tienen una capacidad suficiente de adaptación a temperamento ambientales, donde tienden a tener una productividad alta, en consecuencia, a la adaptación del ambiente, los componentes biológicamente activos producen alto contenido, donde los componentes son conformado por temperatura, luz, concentración de oxígeno, nutrientes y concentración de dióxido de oxígeno. (IBAÑEZ E. y HERRERO M.,2017)

En relación a la caracterización de nutrientes del alga, aparte de provenir de la vida acuática y de elevado valor biológico, tiene bajo capacidad de grasa, en su contenido mineral a diferencia de los alimentos terrestres es superior a ello. Resaltando que las algas pardas (3 – 15%) es baja ante las algas verdes (10 -47%) en relación a la fracción proteica, a excepción del alga *Undaria pinnatifida* representa un total de 11 – 24%.

Las microalgas se encuentran figurado en el rango micrométrico y como algas unicelulares creciendo de manera suspendida en soluciones acuosas. Siendo así, las microalgas con la ayuda de presencia de luz son capaces de absorber el dióxido de carbono (CO₂) para crecer. Además, en su estudio de las microalgas se relaciona con fines medioambientales representando una solución potencial prometedora. (Tebbani, Lopes, Filali, Dumur, et. al., 2020).

Las microalgas son aplicadas en estudios con fines prometedoras tanto en la comunidad de la industria farmacéutica, industria de proceso de alimentos, medio ambiente y de recursos renovables. (Tebbani, Lopes, Filali, Dumur, et. al., 2020).

En el lado de sector energético, las microalgas pueden generar producción de energía directa ya sea en forma de biometano o biogás. Puesto en nuestro estudio, implica la generación de biogás, ya que según Tebbani, Lopes, Filali, Dumur, et. al. (2020) las microalgas tienden a tener una buena producción de biometano, pero existen distintas barreras para su surgimiento tales como la disponibilidad de nutrientes y costos de aplicación para su producción de biocombustibles.

Las algas verdes, se le denomina al grupo de división *Chlorophyta*, este tipo de alga tiene presencia de Clorofila a y b en las mismas cantidades que las

plantas eso causa el color verdoso. La mayoría de las algas viven en forma libre o sésiles, un 10% siguen siendo marinas, pero también se pueden localizar en medios terrestres ya sean húmedos o sombreados. La *Chlorophyta* también se le denominan clorófitos (as) son organismo que almacenan almidón como sustancia de reserva, se comprende que son alrededor de 7.000 especies que conviven en hábitos acuáticos. Este grupo son especies tanto unicelulares como pluricelulares, cabe resaltar que su reproducción puede ser asexual como sexual.

Las algas pardas o marrones pertenecen a la clase *Phaeophyceae*, este tipo de alga tiene presencia de xantofila, clorofilas a y c en las mismas cantidades que las plantas eso causa el color pardoso. Tiene un pigmento que las protege de la luz solar, almacena polisacáridos como sustancia de reserva, se comprende que son 1500 especies que están distribuidas por todo el planeta, cabe resaltar que su reproducción sexual (IBAÑEZ y HERRERO, 2017).

La fermentación anaeróbica nos especifica que las bacterias generadoras de biogás son de tipo anaeróbico y que solo podrán sobrevivir sin la presencia de oxígeno. Teniendo como ventaja este tipo de proceso de fermentación basado en emplearse de cualquier materia natural lleno de carbohidratos (CONSTANZA L., ANTONILEZ D., BOHORQUEZ J. y entre otros, 2015).

La fermentación anaeróbica consta cierta cantidad de microorganismo con distintas propiedades y extensión, en el proceso de generación del metabolito de los productos finales (ácido láctico, ácido propiónico, ácido acético, butanol, etanol y acetona). Dentro del proceso anaerobio produce energía mucho mayor que los aerobios, y metabolizan una mayor cantidad de azúcar, eso quiere decir, que crean mayor cantidad de metabolitos. Los microorganismos producen metano en la última etapa del proceso. Por consiguiente, las bacterias son netamente de tipo anaeróbicas, llevando a que pueden sobrevivir al total falta de oxígeno atmosférico.

En esta etapa, el hidrolisis se convierte en ácidos orgánicos, en la fermentación el hidrolisis soluble es transformado en acetato, alcoholes, dióxido de carbono e hidrógeno. Las bacterias fermentativas anaerobias usan rutas catabólicas de aminoácidos, glicerol con la finalidad de producir glucosa, la cual se usan para la fermentación alcohólica y acética. Como resultado final se obtiene ácidos grasos y alcoholes.

Entre los productos finales de la fermentación son los ácidos volátiles, son importante para la producción de metano, este proceso es importante para la eficiencia de Metanogénesis. Tenemos diferentes procesos de Fermentativos:

Fermentación alcohólica: Es la fermentación más antigua, se basa en la ausencia de O₂, este proceso produce glucosa a partir de etanol.

Fermentación heteroláctica: Este proceso su producto no necesariamente es ácido láctico, en este tipo produce otros productos finales como: ácido acético y ácido fórmico, esto se genera por la bacteria *Bifidobacterium* (es un grupo predominante de la microflora), debido a dicha bacteria produce ácido láctico y etanol, pero según algunas investigaciones también producen dióxido de carbono y ácido succínico.

Fermentación acetona-butanol: Es una variación mixta, en la que forman los siguientes compuestos: butanol, etanol, acetona y por último isopropanol. Se caracteriza por que se encuentran algunas especies *Clostridium*.

Fermentación propiónica: En este proceso se forma los siguientes compuestos: ácido acético, ácido succínico, dióxido de carbono. Se caracteriza por las bacterias de género *Propioni bacterium*, *Veillonellay Clostridium propionicum*.

Fermentación del ácido butírico: En este proceso presenta generalmente bacterias de tipo *Clostridium*. En la fermentación de hidratos de carbono tiene como finalidad la obtención de energía.

Acetogénesis: En este proceso se acelera el metabolismo bacteriano, se transforma la enzima, lípidos, proteínas en otros compuestos que se utilizan fuentes de energía y los transforma en carbono celular. Dentro de este proceso las bacterias que sobresalen son de tipo de bacterias *homoacetogénicas* (*Clostridium acetium*, *Clostridium formicoaceticum* y *Acetobacterium woddie*).

Metanogénesis: Es denominada como la etapa final del paso de la digestión anaerobia. La creación de metano se hace a partir de 2 procesos: la primera acetoclástica donde el microorganismo es el sustrato (acetato) y la segunda hidrogenotrófica donde los microorganismos son dióxido de carbono e

hidrogeno. La producción final del metano es un 27 a 30% de hidrogenotrófica y 70% de acetoclástica.

En este proceso se permitió identificar 90 especies de metanógenas que fueron distribuidas en 5 grupos diferentes (*Methanobacteria*, *Methanococci*, *Methanomicrobiota*, *Methanopyri* y *Methanosarcinales*)

El resultado final de la fermentación anaeróbica del compuesto orgánico tiene como nombre biogás. Según Ruiz G. (2015) define al biogás como el gas biocombustible de cualquier tipo ya sea líquido, sólido y gaseoso a partir de distintas biodegradaciones que la materia orgánica mediante la reacción de los microorganismos influido en el proceso fermentativo. Dentro de la categorización de biocombustible renovables sustentables está el biogás, que es un combustible que se genera por su descomposición de materia orgánica (sustancia de tipo orgánica) por la causa de ausencia del oxígeno.

El término de biogás para Navarro A., Reyero I., Moral A. y et. al. (2017) es definido como una combinación gaseosa resaltada en metano (CH₄) y dióxido de carbono (CO₂) generada en el proceso de fermentación anaeróbica a base de la materia prima (materia orgánica), recalando que el metano y dióxido de carbono varia por el tipo de sustratos utilizado. Mientras Hernández (2015) define que la producción de biogás es generada a base de residuos orgánicos sometidos al proceso de digestión anaeróbica desarrollado dentro de un biodigestor. Asumiendo que esta generación de biocombustible se ha ido expandiendo en los demás países debido a su capacidad energético eficiente. Además, este mismo autor menciona que la aplicación tecnológica del proceso de digestión anaeróbico es considerada como una avanzada de uso comerciante. Demostrando su alto interés en los países como China e India son los representantes de producción, siguiendo Europa con 15000 millones de biogás y en Estados Unidos en 2000 equipos instalados.

Siendo así, la producción de biogás como fuente biocombustible presentan beneficios al impacto ambiental como la reducción de poder contaminante, menor índice consumo de energía, disminución de la presencia de olores, ahorro de energía, reducción de agente de tipo patógenos, disminución de gases de

efecto invernadero (GEI) y en su residuo de este proceso de digesto será utilizado como biofertilizante para cultivo de campos. (Hernández, 2015)

Su contenido estándar del biogás es de: 60% de metano (CH_4), 29% de dióxido de carbono (CO_2) y por último tiene trazas de otros elementos como nitrógeno (N), amoníaco (NH_3) y entre otros gases son pronunciadas en menor concentración. (RUIZ G., 2015)

Según Ruiz G. (2015) especifica que los componentes del biogás constituyen una aleación de concentración de metano, de dióxido de carbono (CO_2) y de sulfuro de hidrógeno (H_2S) en poca concentración. Siendo como principal componente el metano una mezcla imprescindible para la purificación, pues tanto, el dióxido de carbono como el sulfuro son enormemente indispensables para el biogás. En los componentes encontrados en el biogás tenemos: dióxido de carbono (CO_2), ácido sulfhídrico (H_2S), amoníaco (NH_3), vapor de agua, polvo, nitrógeno(N_2), siloxanos.

La digestión anaeróbica en el biodigestor es definida como un proceso natural en el cual distintos microorganismos participan en las diferentes etapas conformadas por hidrólisis, acidificación y metanogénesis. Dentro del proceso de fermentación se genera gases que compone el biogás, uno de ellos es el gas metano (CH_4) obtenido en el último proceso de la digestión anaeróbica, tras dicho gas puede utilizarse como fuente de calor por medio de su combustión o la generación de electricidad. (Hernández, 2015)

En la digestión anaeróbica para residuos sólidos se considera 3 fases, siendo hidrólisis, acidogénesis y metanogénesis; mientras que, en residuos líquidos se considera 2 fases: acidogénesis y metanogénesis. (Parra, 2015).

Particularmente se cuenta con 4 fases, teniendo como primera fase el hidrólisis, donde involucra enzimas para la transformación de material orgánico. Y además en esta fase es primordial porque algunas moléculas orgánicas son absorbidas en mayoría e usada directamente como sustratos. Dado que su velocidad va depender del tipo de sustrato. En la segunda fase la acidogénesis, las bacterias inducidas en el desarrollo de la degradación son absorbidas por distintas bacterias facultativas, por lo general en esta fase los azúcares, aminoácidos son transformados en ácidos orgánicos. (Parra, 2015).

En la tercera fase, la citogénesis se dará cuando los microorganismos en la anterior fase fueron consumidos como sustrato, por ello, aquellos sustratos

que no llegaron a ser metano serán convertidos en sustratos metano génesis, ácido graso y alcoholes, recalcando que todos microorganismos lleguen a ser convertidos a metano, de acuerdo a su tipo de formación de hidrogeno. Y en la cuarta fase, metano génesis es llevado a la generación de metano y dióxido de carbono (CO_2) es dado por bacterias metano génesis en función a la digestión anaeróbica. Como última fase es considerado como reacción bioquímica tardía, es decir, su proceso más lento que las demás fases. (Parra, 2015).

Por otro lado, identifican que, en la etapa de hidrolisis, la producción biogás ayudara a disminuir las emisiones de metano (CH_4) a la calidad de aire, teniendo como dato que esta concentración es 21 veces mayor que el dióxido de carbono (CO_2) (RIVAS, 2015). En la producción de biogás se determina la degradación del componente orgánico de tipo anaeróbico en determinadas bacterias, lo cual, estas bacterias son de tipo anódico, es decir, las bacterias encargadas del dicho proceso son al 100% anaeróbicos, y por consecuente pueden existir sin presencia del oxígeno. (BADILLO Y., 2016).

El termino de biogás es considerado como un producto renovable, que es producido por un desarrollo biológico natural, siendo así, este desarrollo de biogás dependerá de distintos factores como la materia prima en el proceso fermentativo respectivo, y en la influencia de los parámetros de la temperatura, poder calorífico y presión. Además, se afirma que la aplicación de biogás usado en los cultivos energéticos como materia prima rendirá mayor potencia en los biocombustibles. (ARRIETA W., 2016)

La palabra meta-análisis forma parte de la revisión sistemática, y está basada en combinar estadísticamente los resultados obtenidos de distintos estudios imparciales, pero en la capacidad de combinarse entre ellos. Además, es aclarado que este tipo de técnica estadístico nos permite evaluar los beneficios de los distintos estudios adjuntados en una revisión sistemática. (OJEDA D. y WURTH J., 2014)

En cambio, Botella J. y Zamora A. (2017) interpretan al estudio de una meta-análisis como una herramienta que implica una recopilación cuantitativa evaluada ante una pregunta de investigación, teniendo como principales características bajo la precisión referida a la obtención de datos numéricos de programas estadísticos.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El **tipo de investigación** es aplicada porque se adapta a un proceso científico teniendo como objetivo adquirir conocimiento a base de estudios hechos por distintos autores (REVISTA IBERO, 2020). Además, mejorará y recopilará los conocimientos sin importar su aplicación práctica, con el fin de recolectar datos para el estudio de casos determinado.

El diseño de investigación es no experimental porque no determina cambios deliberados en las variables, dado que son estudiados dentro de un ambiente entre las variables del estudio y la conexión que existen entre dichas variables teniendo como resultado la alteración de algún cambio por parte del autor (GUTIERREZ, 2018). También es longitudinal porque se recopilarán los datos para estudio de una población de distintos estudios de acuerdo a los años tratados. (GOMEZ R., ARRUDA M., LUARTE C., URRRA C., et. al., 2016)

Por último, el **nivel de la investigación** es descriptivo porque tiene como objetivo en determinar el valor científico de los resultados obtenidos de dicho estudio (HERNADEZ y COELLO, 2020). Por otro lado, HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ, BAPTISTA (2016), deducen que el enfoque cuantitativo es necesario la recolección de datos para poder justificar la hipótesis con un análisis estadístico, para disponer el comportamiento y así poder evidenciar las teorías.

3.2. Variables y operacionalización

La presente investigación desarrolla un estudio de meta-análisis, donde las dimensiones fueron guiadas de acuerdo a la variable relacionada a nuestro tema de investigación. Siendo así, la variable independiente la fermentación anaeróbica cuya dimensión es el proceso de fermentación anaeróbica. Y como variable dependiente tenemos la obtención de biogás a base de las algas *Phaeophyceae* y *Chlorophyta* dividida en las siguientes dimensiones características de las algas y parámetros fisicoquímicos de las algas.

La matriz de categorización de la presente investigación está conformado por: problema investigación, objetivos de investigación, indicadores y dimensiones y es encontrada en el Anexo 3.

3.3. Población, muestra y muestreo

Según Gómez (2016) indica que la población es un conjunto de datos, limitado, permisible, donde el investigador para la selección de la muestra determinara aquellos que cumpla con una lista de series de criterios definidos. Teniendo en claro, que una población de zona de estudio no es dirigida solamente a humanos sino a animales, especies, plantas, familias, organizaciones y entre otros.

Mientras Arias J., Villasís M. y Miranda M. (2016) define que la población ante una investigación es importante porque al terminar un estudio a base de una muestra de cierta población, nos permitirá extrapolar aquellos resultados determinados del estudio hacia la población restante.

Para el término de la muestra es referido a un sub-conjunto de la población de manera accesible y con ello, realizar sus respectivas mediciones adecuadas, donde la muestra tienen sus respectivos valores como el uso de la media, varianza, desviación estándar y entre otros para sus respectivas mediciones de una parte de la población. (GAMBOA, 2017)

Con ello deducido su definición de la muestra, este estudio tendrá como **muestra** de todos los estudios que acatan con los criterios de inclusión relacionado a tipo de escala de calidad del presente estudio. De ellos se seleccionarán la bibliografía con mayor importancia y vinculación con el objetivo del proyecto de investigación.

La técnica del meta-análisis como **muestreo** será aplicada a la elaboración de manera estadística, dado que esta técnica nos verificará alguna observación de un estudio no relacionado a las características del presente estudio (OTZEN T. y MANTEROLA C., 2017)

En la **unidad de análisis** para la presente investigación será el resultado final del mezclado de todas las investigaciones incluidas según los análisis estadísticos de nuestra investigación.

3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

La presente investigación tendrá como técnica el uso de un análisis documental, basada en la recolección de información de diversos estudios, que después de ello, se analizarán de forma estadística para aceptar o rechazar la hipótesis planteada.

La información fue recogida de los artículos tales como Scielo, Proquest, Dialnet, Ebsco, WorrlidCat y Scopus. Las bases de datos antes mencionadas fueron de acceso libre, está basado en poder visualizar y verificar documentos o archivos completos de manera gratuito sin prohibiciones de modo digital.

En la recolección de datos se optaron como **instrumentos de recolección de datos** la elaboración de una serie de fichas de recojo que cada una captarán la información necesaria de las investigaciones, en este caso utilizamos una serie de formatos de tablas en Excel y serán denominadas en:

- Características de estudios incluidos en la revisión sistemática.
- Características fisicoquímicas en la determinación a la obtención de biogás a base de las algas *Phaeophyceae* y *Chlorophyta*.
- Características de los estudios relacionados en la obtención de biogás de las algas *Phaeophyceae* y *Chlorophyta* en el proceso de fermentación anaerobia.
- Características de los estudios relacionados con los parámetros fisicoquímicos en la obtención de biogás en el proceso de fermentación anaeróbica.

La información recopilada se visualizará en la parte de resultados de la presente investigación.

La **validez** se relaciona con el cumplimiento de los requisitos aptos para la realización del presente estudio. Siendo así, el análisis documental que ayudara a la recolección da información ha sido validada por 3 especialistas, quienes aprobaron nuestros cuadros de instrumentos: Dr. Benites Alfaro Elmer (90%), Dr. Ordoñez Gálvez Julio (90%) y Dr. López Bulnes Jorge Luis (90%).

Este proyecto de investigación tendrá una interpretación entendible y correcta para así tener una integridad en el proceso de análisis de resultados

que darán el estudio cualitativo, en este caso, sobre la producción de biogás a partir de algas en el proceso de fermentación anaeróbica: Meta-análisis de resultados, que se convertirá en el soporte de la validez de este proyecto.

En la **confiabilidad** nos impulsara en darnos cuenta la relación única que existe tras la recopilación de distintas investigaciones y en homogeneidad de la evaluación a las mismas características del presente estudio.

3.5. Procedimientos

En el desarrollo de la investigación está determinada en los siguientes pasos que conforma la realización de un meta-análisis:

Búsqueda Bibliográfica: Teniendo en cuenta los objetivos mencionados en la presente investigación, se inició con la revisión de una búsqueda exhaustiva de fuentes de datos halladas en revistas, publicaciones, tesis publicadas y entre otros; asimismo consideramos la búsqueda de base de datos de los últimos 5 años.

Debido a ello, en esta fase obtuvimos un máximo de información obtenida de 101 datos bibliográficos, de lo cual se escogió la base de datos con la mayor cantidad de artículos obtenidos de las palabras claves de la investigación.

En la Tabla 2 se muestra las 4 fuentes de datos para la realización del criterio de inclusión/exclusión de un meta-análisis.

Tabla 2: Fuentes de datos

N° DE ARTICULOS			
FUENTES DE DATOS	ALGAS	BIOGAS	PRODUCCION DE BIOGAS
SCIELO	1100	396	5
PROQUEST	22326	138048	0
DIALNET	1621	1045	4
WORLDCAT	10918	82303	45

Fuente: Elaboración propia

Con la búsqueda de información y según lo mostrado en la tabla presente nos apoyaremos en la búsqueda de fuente de información para la obtención de

datos obtenidos en el desarrollo de su tratamiento respectivo de dichos estudios relacionados a nuestro título de investigación.

Criterio de inclusión/exclusión: En el desarrollo de la investigación se comenzó a incluir/excluir diversos estudios de carácter longitudinal relacionados a nuestra investigación, además no se incluyó todos los trabajos recuperados en una Meta-Análisis, debido que establecimos requisitos de inclusión. Por eso, se decidió revisar los estudios a ciegas, es decir sin conocer fechas, autores, año de publicación y entre otros. Una vez revisado los estudios a ciegas, se incluyeron solamente los que no superan los 5 años de antigüedad a excepción del autor Díaz Rebolledo (2010).

Las indicaciones del desarrollo de los criterios establecidos, serán consideradas aquellas que cumplan con lo mencionado de las algas y producción de biogás. Además, se encontró estudios de idioma inglés, dado que en nuestro conjunto de datos son revistas internacionales.

Después de culminar el criterio de exclusión/inclusión obtuvimos como resultado final 16 investigaciones, que serán aplicadas en una meta-análisis de resultados.

3.6. Método de análisis de datos

Este estudio se realizará el análisis de los datos optando el programa Review Manager (RevMan 5.4), este es un software de tipo estadístico elaborado por la Colaboración de Cochrane para apoyar en el desarrollo de nuestro estudio: Meta-análisis. Para la realización del meta-análisis se utilizaron en este software los datos dicotómicos, que son preferibles en agrupación numérica, medibles en dos variables, donde insertaremos los autores de la muestra significativa, aquellas que cumplieron los criterios de inclusión de estudios completos.

En la observación de un meta-análisis es recomendable utilizar con intervalos de confianza un 95% con los datos seleccionados. Siendo un rango donde nos refleje alta confianza en sus valores medibles en la muestra de base de datos, lo cual, se estima lo siguiente: si la muestra entre dos variables muestra igual a 1, el riesgo que presenta dicho estudio es similar a ambos grupos (no existe una igualdad); si la muestra representa mayor a 1 significa que el grupo A

es mayor al grupo B, en cambio, si la muestra es menor a 1 significa que el grupo A es menor que el grupo B. En la manifestación de los datos de una meta-análisis en su tabla por Forest Plot es detallada por medio de 2 grupos en la realización de su comparación de los datos establecidos. (FERNÁNDEZ J., ZAFRA J., GOICOCHEA S., PERALTA C., et al. 2019)

El estudio de un meta-análisis se regirá si existe estudios homogéneos de acuerdo a los porcentajes de nuestro tema de investigación, es decir, la concentración de biogás a raíz de algas que cumplen con la función de producir metano (CH₄).

3.7. Aspectos éticos

El presente proyecto de investigación de tesis titulado “Obtención de biogás a base de las algas *Phaeophyceae* y *Chlorophyta* utilizando el proceso de fermentación anaeróbica: Meta-Análisis de resultados” se desarrolló en base a un estudio confiable y de resultados comprobados.

Por consiguiente, este proyecto de investigación tuvo un porcentaje de 6% similitud en el Software Turnitin, demostrando que su desarrollo de este tipo de investigación mediante un meta-análisis respetando la originalidad de los demás autores.

IV. RESULTADOS

En la Figura 1, se muestra el diagrama para la obtención de los resultados que cumplen con los criterios de inclusión/exclusión.

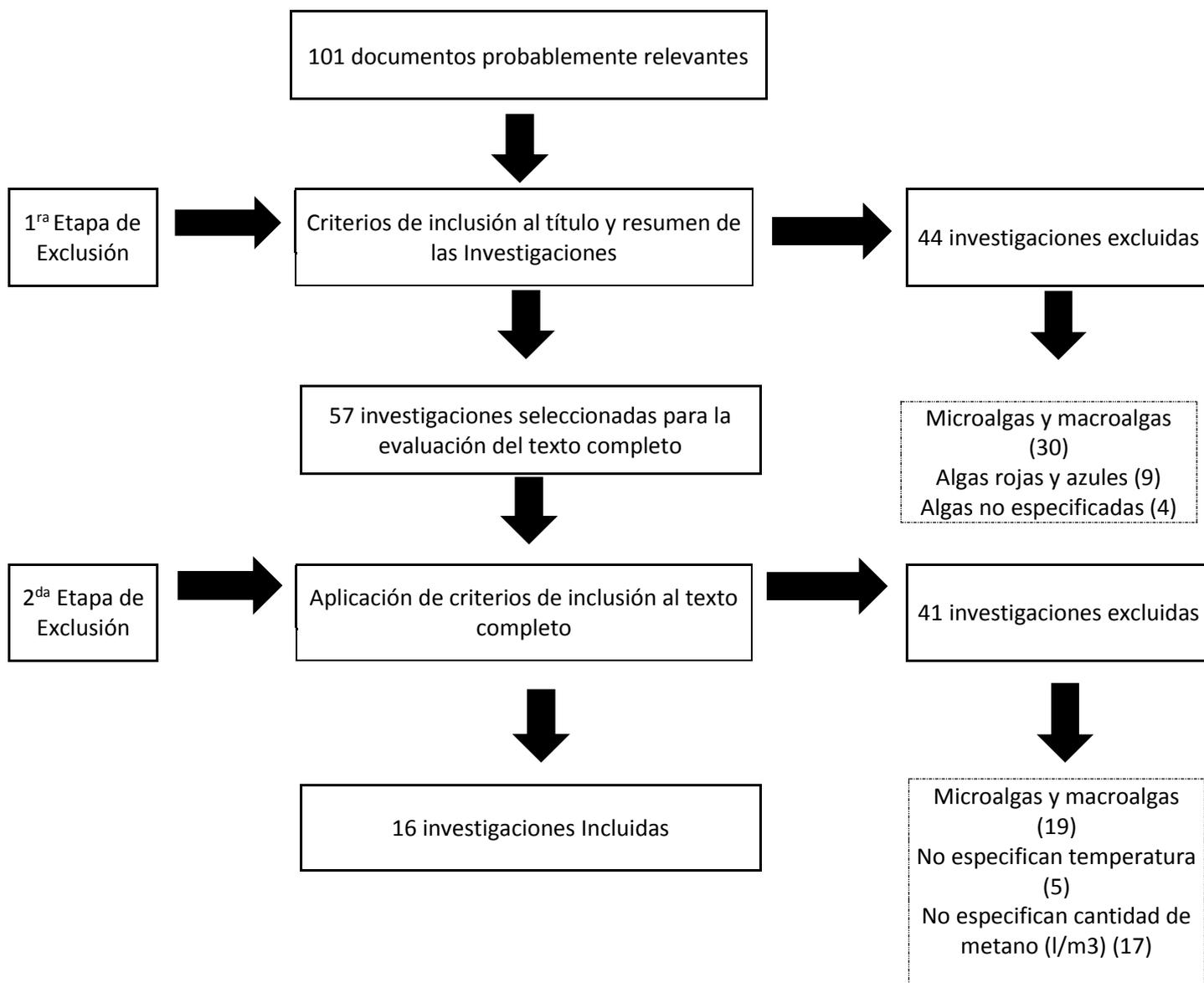


Figura 1: Diagrama de Resultados

Fuente: Elaboración propia

En el desarrollo de la obtención de resultados se obtuvieron de las diversas fuentes de información mencionadas anteriormente en el 3.5 procedimientos. De

las estrategias de búsqueda se estableció en un principio un total de 101 investigaciones, donde se realizó 2 criterios de exclusión mencionada en:

En la 1ra de etapa de exclusión, se descartó un total de 44 investigaciones por los criterios siguientes: microalgas y macroalgas; algas rojas y azules; algas no especificadas y por último bacteria, dado que los estudios no cumplían con los criterios, quedaron un total de 57 investigaciones incluidas.

En la 2da etapa de exclusión, se descartó un total de 41 investigaciones por los criterios siguientes: microalgas y macroalgas; no especifican temperatura y por último no especifican cantidad de metano (l/m^3), dando un total de 16 investigaciones incluidas en un meta-análisis, donde indica la cantidad que fueron excluidas por criterios de calidad con la finalidad de descartar las investigaciones que eran repetitivas. De las 16 investigaciones incluidas todas fueron publicadas en inglés. Todos los estudios representados están en la figura 1.

En la recolección de investigaciones en relación a las características de los estudios inclusión en la revisión donde es representada en la Tabla 3 nos indica que las 16 investigaciones incluidas dentro del rango de año de publicación entre 2010 y 2020 mostraron que la producción de biogás a base de las algas *Phaeophyceae* y *Chlorophyta*, el alga *ulva lactuca* produce mayor cantidad de biogás por la presencia de sus características favorables,

También se observó que el pH tiene una oscilación de 5.5 a 8, deduciendo que 6 de las investigaciones incluidas no especifican el parámetro de pH, dando así una media de 6.7 en las 10 investigaciones restantes. Por consiguiente, en el estudio Kinnunen V. y Rintala V. (2016) la clase de alga perteneciente al *Chlorothyta* obtuvo como mejor resultado en la obtención de biogás 154 y 252 litros de metano (CH_4) a una temperatura de $60^{\circ}C-80^{\circ}C$ en las algas *Scenedesmus spp.* y *Chorella spp* en las investigaciones realizadas en España y Perú.

En los resultados de sus procedimientos algunos estudios experimentales mostraron que utilizaban la aplicación de técnica de análisis de varianza (ANOVA) mientras que otros no mencionaban ningún modelo estadístico, ya que nos permitirá una mejor ampliación de su desarrollo de los estudios. En esta tabla también se mencionaron la característica de las algas como la presencia

de la temperatura, pH, tiempo en la retención del proceso de fermentación anaeróbica, siendo fundamental en la caracterización de la obtención de biogás.

Tabla 3: Características de los estudios incluidos en la revisión

ITEM	Referencias	Ámbito geográfico temporal	Cantidad de biogás obtenido (ml)	Tipo de Algas	Características operacionales		Tipo de análisis estadístico	Resultados	Conclusiones	Recomendaciones
					T°C	pH				
01	Díaz Rebolledo (2010)	Cuba	0.017 m3 /kg	<i>Ulva lactuca</i>	25 a 30°C	6.8	El análisis estadístico utilizado es correlacional	Se logró obtener 0.017 m3 /kg de biogás con 65.3%aproximadamente de metano, alcanzando una presión suficiente para ser quemado en mecheros tipo Bunsen usados en laboratorios. Al realizar la combustión, la llama obtenida presentaba coloración azul en su porción superior y naranja en la base de producción.	Es factible la bioconversión del alga <i>Ulva lactuca</i> para la obtención de biogás a nivel de laboratorio, los parámetros y el formato usados para obtener biogás demostraron ser efectivos y pueden ser reproducibles y por último No es necesario hacer pretratamiento y se ahorra reguladores de pH y la adición de nutrientes.	El proceso final de este biocombustible permite el aprovechamiento de los lodos residuales de la fermentación anaeróbica utilizables como fertilizantes orgánicos de gran calidad, no contaminantes del ambiente.
02	Ramos (2014)	Perú	588 ml	<i>Scenedesmus sp</i>	37°C	8	No menciona qué tipo de análisis estadísticos	La microalga <i>Scenedesmus</i> no ha sufrido ningún tipo de procesamiento previo presenta baja relación, tan solo de 5.9, consecuencia de su elevado contenido de nitrógeno 6.8 %.	La utilización de microalgas del género <i>Scenedesmus</i> como cultivo energético para la producción de biogás no es viable debido a su baja biodegradabilidad y los pobres rendimientos de biogás y metano.	No hay recomendaciones.

03	Hernández (2014)	México	0.36L	<i>Sargassum</i>	36°C	7.01	No menciona qué tipo de análisis estadísticos	El nivel del pH fue de 7.04 a una temperatura de 35°C obteniendo un volumen de gas 0L a diferencia del día 30 que su nivel de pH fue de 7.01 a una temperatura de 36°C obteniendo un volumen de gas de 0.36L	El uso de algas tipo sargazo que se acumulan como residuo en la playa de Madero, puede funcionar como producción de biogás	La energía es imprescindible para nuestra actual forma de vida; consumir energía es sinónimo de actividad, de transformación y de progreso, por lo tanto, es necesario emprender acciones para utilizarla correctamente
04	Javier F.L (2014)	España	10 L	<i>Chlorella vulgaris</i>	24.1°C	8.4	No menciona qué tipo de análisis estadísticos	Un déficit de carbono y conectándose al proceso de biosorción, se obtuvo una eliminación de nutrientes, y luego un aumento las partículas suspendidas. Luego en la segunda prueba. Se obtuvo una alta tasa de oxigenación conllevando una nitrificación efectiva, y en consecuente eliminando el aporte de carbono.	Tras dicho estudio, la biomasa obtenida tras la eliminación de carbono, se caracterizó por altos hidratos de carbono, permitiendo una efectiva producción de bioetanol a base de hidrólisis de azúcares y después el proceso de fermentación.	No hay recomendaciones
05	Sangeetha P.S. y Ramasamy R. (2011)	India	80.5 L/kg	<i>Chaetomorpha litorea</i>	55°C	7	No menciona qué tipo de análisis estadísticos	En los resultados obtenidos se determinó 80.5 L/kg con 21 kg por medio del proceso de digestión anaeróbico y con concentración de 65% de metano (CH ₄).	El alga aplicable para la generación de biogás. Además, el lodo que ha sido restado durante el proceso de digestión podría servir para el crecimiento de las plantas.	No hay recomendaciones

06	Wassa T., Sirasis S. y Benjamas C. (2014)	España	94,5%	<i>Chorella</i> spp.	37°C	7.8	No menciona qué tipo de análisis estadísticos	Obtenidos de la muestra fue de pH 7,8, teniendo como resultado de optimización en 89,3% del CO ₂ en relación de biogás y además la concentración de metano incrementando en 94,7% y de la concentración de lípidos fue de 94,7 mg L/día.	Este estudio destaca que el alga marino <i>Chlorella</i> sp. Es la más adecuada de capturar dióxido de carbono (CO ₂) y de producir lípidos. El material de lípidos es el más eficaz en la producción de biodiesel como fuente de materia prima.	No hay recomendaciones
07	Juan Luis R. S. (2014)	España	409 L kg SV	<i>Scenedesmus</i> spp. & <i>Chlorella</i> spp.	37°C	7	No menciona qué tipo de análisis estadísticos	Por medio del tratamiento se obtuvieron como resultados que el uso de microalgas como cultivo de energía no es admitido para el abastecimiento de biogás sin que aumente la biodegradabilidad, lo cual, este tratamiento es una técnica prometedora, donde obtuvieron resultados óptimos entre la relación biogás (409 L kg SV) y metano (292 L kg).	Esta digestión anaeróbica del desecho de algas son oportunidades que pueden generar ahorros en los costos de producción.	No hay recomendaciones
08	CAPCHA L. (2014)	Perú	622.3 ml	<i>Ulva lactuca</i>	20°C	4 a 7	Análisis de factor de varianza (ANOVA) en el software Minitab 16	Se obtuvo el contenido de metano (CH ₄) en 68% en el tratamiento previo de la mezcla de ruminal y de alga.	Este estudio, se demuestra que la mezcla de la muestra ruminal (vacuno) y del alga <i>Ulva Lactuca</i> resulta en óptimos resultados mediante una digestión anaeróbica genera una buena condición de biogás y biol.	No hay recomendaciones

09	Silvia G. H. (2017)	España	350 ml	<i>Scenedesmus spp. & Chlorella spp.</i>	50°C	5.5	El cálculo de los índices de diversidad de Simpson, Shannon, Gini y así como la representación gráfica de las curvas de rarefacción para poder comparar la diversidad en las distintas muestras	Se comprobó que la biodegradabilidad anaerobia puede ser aumentada con una mezcla de pH, temperatura, enzima para su respectiva degradación anaeróbica., donde se pudo incrementar de 36,7% a 65,7%.	Este trabajo de estudio pudo demostrar que la elaboración de biogás a base de la digestión anaerobia de microalgas puede incrementar sin la necesidad de aplicaciones costosas.	No hay recomendaciones
10	Arman H., Jazini M., Majid M. y Karimi K. (2020)	Irán	264.8 ml /g	<i>Haematococcus pluvialis</i>	37°C	No se específico	No menciona qué tipo de análisis estadístico realizaron	Sus resultados de este estudio tuvieron como rendimiento de biometano de 264.8 ml /g de sólidos volátiles, procurando en ser mayor la concentración de metano en 2,9 veces que la biomasa de la microalga.	La extracción de antoxantina y la producción de etanol y biogás a base del alga <i>Haematococcus pluvialis</i> tuvo como resultado de generar 45,8 kg. de antoxantina y en energía de biomasa cruda fue de 7095, 3 KJ de energía por kilogramo (kg).	Estos residuos obtenidos del proceso de extracción y fermentación de astaxantina se dio por medio de digestión anaeróbico para generar biometano.
11	Amita J., Ao X. y Jerry D. (2017)	Brazil	No se específico	<i>Spirulina sp</i>	30°C	4 a 7	No menciona qué tipo de análisis estadístico realizaron	La población efectuada en este artículo fue a gran escala en Brasil, con una muestra de los acuíferos salinos	El biodiesel de microalgas requiere cultivos a gran escala y la producción una gran cantidad de ácidos grasos que puede llegar a ser un gran problema de estabilidad para la producción biodiesel con microalgas.	No hay recomendaciones

12	MAHDY A., MENDEZ L., BALLESTEROS M., et. al. (2015)	España	97%	<i>Chlorella vulgaris</i>	23°C	No se especifico	ANOVA	Este resultado obtuvo de concentración de metano en 62% y 17% de microalgas y lodos secundarios.	El lodo primario soportó la mayor biodegradabilidad anaeróbica (97%) y cuando se combinó con <i>C. vulgaris</i> pretratada térmicamente, los rendimientos de metano fueron más altos entre 13-17% teóricamente.	Los lodos primarios lograron obtener un alto rendimiento con las algas en 13% – 17% en la biodegradabilidad anaeróbica.
13	D'ESTE M., ALVARADO M., CIAFALOY A. et. al. (2017)	Estados Unidos	358,9 ml	<i>Laminaria digitata S. latissima</i>	27°C	No se especifico	No se especifico	Las algas empleadas generaron la capacidad de producir metano, teniendo como resultado entre 359 y 285 N ml de metano.	En conclusión, estas algas tienden ser efectivos por su composición para la generación de energía en distintas muestras de las algas, siendo un indicador los fenoles tiende a interactuar con el comportamiento de los combustibles.	Los fenólicos totales se determinaron ya que pueden representar un compuesto bioactivo interesante, debido a sus importantes beneficios para la salud.
14	KINNUNEN V. y RINTALA J. (2016)	Irlanda	70%	<i>Chlorella vulgaris Scenedesmus spp.</i>	32°C	No se especifico	No se especifico	En sus resultados de los estudios utilizaron <i>chlorella vulgaris</i> y <i>scenedesmus sp.</i> (algas nativas) entre 60- 80°C, donde obtuvieron entre 154 y 252 L. de metano kg VS respectivamente.	La eficiencia del pretratamiento baja temperatura de 80 °C. durante 3 horas para la solubilización de <i>C. vulgaris</i> y biomasa de algas nativas fue similar para las algas cultivadas en medios de aguas residuales esterilizados y no esterilizados.	Las algas nativas ayudan al alga <i>c. vulgaris</i> en el aumento de producción de metano en 11 – 24%.
15	MAHDY A., MENDEZ L., BALLESTEROS M., et. al. (2015)	España	97%	<i>Chlorella vulgaris</i>	23°C	No se especifico	ANOVA	Este resultado obtuvo de concentración de metano en 62% y 17% de microalgas y lodos secundarios.	El lodo primario soportó la mayor biodegradabilidad anaeróbica (97%) y cuando se combinó con <i>C. vulgaris</i> pretratada térmicamente, los rendimientos de metano fueron más altos entre 13-17% teóricamente.	Los lodos primarios lograron obtener un alto rendimiento con las algas en 13% – 17% en la biodegradabilidad anaeróbica.

16	TEDESCO S. y STOKES J. (2017)	Irlanda	No específico	<i>Alga laminaria</i> <i>Fucus spp.</i>	27°C	No se específico	No menciona qué tipo de análisis estadístico realizaron	Los resultados dieron mayor índice de productividad de combustibles en 195 ml. de metano de a. laminaria y 100 ml. de metano de <i>fucus spp.</i>	En este estudio empleo 6 algas, donde el alga <i>laminaria</i> y <i>fucus spp.</i> , logrando obtener una suficiente cantidad de biogás.	<i>Laminaria</i> y <i>Fucus spp.</i> son las especies de algas marinas más prometedoras para la producción de biogás después de extracciones de biorrefinerías.
----	-------------------------------	---------	---------------	--	------	------------------	---	---	--	---

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 4; relacionada a las características fisicoquímicas en la determinación a la obtención de biogás a base de las algas *Phaeophyceae* y *Chlorothyta* luego de una revisión sistemática y meta-análisis, con los estudios incluidos se obtuvo como resultado un total de 14 algas *Chlorothyta* (algas verdes) y 2 algas *Phaeophyceae* (algas pardas), eso nos da a entender que el alga con mejor rendimiento es la *Chlorothyta*, ya que la caracterización de las algas verdes crecen rápidamente por la presencia de un buen ambiente en su desarrollo de crecimiento y asimismo la dosis utilizada para la obtención de biogás fue entre 1 Kg y 15 Kg de alga, dando así una media de eficacia del 8% en lo que respecta en dosis, finalizando obtuvimos que 2 de las investigaciones no especifican dosis.

En la determinación de biogas, las algas verdes *Chlorella v.* es mayormente usada en los diversos estudios por su capacidad eficiente en la fase de digestión anaeróbica, dichos estudios demuestran que este tipo de alga contiene nutrientes. Según Javier F. (2014) identificó para la obtención de las algas es necesario incorporar métodos de cultivos para su posterior uso en la determinación de biogás. Por otro lado, en pocos estudios en relación al uso de macro algas hay pocos estudios en la búsqueda de obtención de biogás.

En la realización de la digestión anaeróbica es un buen indicador la relación de C/N para que los sustratos puedan degradarse, ya que algunas algas presentan una pared celular rígida que no pueden romperse con facilidad. Y tras ello, puede presentarse un problema en la generación de biogás.

Tabla 4. Características fisicoquímicas en la determinación a la obtención de Biogás a base de las algas *Phaeophyceae* y *Chlorophyta* luego de una revisión sistemática y meta-análisis

N°	AUTOR(ES) DE ESTUDIO	TIPO DE ALGA	COLOR	DOSIS
1	DIAZ REBOLLIDO (2010)	<i>Ulva Lactuca</i>	Verde	4.0 kg
2	RAMOS (2014)	<i>Scenedesmus</i>	Verde	1kg
3	HERNÁNDEZ (2014)	<i>Sargassum</i>	Verde	1kg
4	JAVIER F. L. (2014)	<i>Chlorella Vulgaris</i>	Verde	0,56 kg.
5	SANGEETHA P.S. y RAMASAMY R. (2011)	<i>Chaetomorpha Litorea</i>	Verde	50Kg.
6	WASSA T., SIRASIT S. y BENJAMAS C. (2014)	<i>Chorella Sp.</i>	Verde	16 kg.

7	SILVIA T. y JOSEPH STOKES (2016)	<i>A. Nodosum</i> <i>Laminaria Digitata</i> <i>Fucus Serratus</i> <i>Fucus Vesiculosus</i> <i>Ulva Rígida</i>	Marrón, verde,	0.01kg.
8	JUAN LUIS R. S. (2014)	<i>Scenedesmus Spp.</i>	Verde	25 kg.
9	CAPCHA L. (2014)	<i>Ulva Lactuca</i>	Verde	3kg.
10	ARMAN H., JAZINI M., MAJID M. Y KARIMI K. (2020)	<i>Haematococcus Pluvialis</i>	Verde	0,00709 kg.
11	AMITA J., AO X. Y JERRY D. (2017)	<i>Laminaria Digitata</i>	Verde	0,004 kg.
12	TEDESCO S. Y STOKES J. (2017)	<i>Alga Laminaria</i> <i>Fucus Spp</i>	Pardas	6 kg
13	D'ESTE M., ALVARADO M., CIAFALOY A. ET. AL. (2017)	<i>Laminaria Digitata</i> <i>S. Latissima</i>	Verde	No especifica la dosis
14	MAHDY A., BALLESTEROS M., GONZALES CRISTINA (2015)	<i>Chlorella Vulgaris</i>	Verde	1,5 kg.
15	KINNUNEN V. Y RINTALA J. (2016)	<i>Chlorella Vulgaris</i> <i>Scenedesmus Sp.</i>	Verde	No especifica la dosis

16	MAHDY A., MENDEZ L., BALLESTEROS M., ET. AL. (2015)	<i>Chlorella Vulgaris</i>	Verde	15 kg.
----	--	---------------------------	-------	--------

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 5 en relación a las características de los estudios relacionados en la obtención de Biogás a base de las algas *Phaeophyceae* y *Chlorothyta* en el proceso de Fermentación Anaerobia luego de una revisión sistemática y meta-análisis dentro de la investigación con los 16 estudios relacionados a la producción de biogás en relación al indicador de la temperatura demostrando un rango entre 20 – 50°C, dado que en la producción de biogás es recomendable permanecer con una temperatura de 25°C porque va permitir una adecuado digestato. En el estudio de Ramos (2014) especifico que la digestión anaeróbica no puede presenciar cambios bruscos, donde puede afectar la actividad de las bacterias presentes en el digestor.

Además, se observó que la mayoría de los datos no se especifican en lo que respecta densidad y humedad dando solamente como resultado 1.26 g/m³ y 10-70% respectivamente en las investigaciones incluidas, Mientras que algunos indicaron que en el desarrollo del proceso de fermentación anaeróbica es desarrollado bajo un 50% de humedad, porque es recomendable contar con esta cantidad en el digestor; dado que este indicador permitirá la degradación de los sustratos de la digestión. Además, en la búsqueda de humedad y densidad en los presentes estudios no especificaba. Finalizando se obtuvo una eficiencia en la temperatura entre 27°C a 37°C en la generación de biogás.

Tabla 5. Características de los estudios relacionados en la obtención de Biogás a base de las algas *Phaeophyceae* y *Chlorothyta* en el proceso de Fermentación Anaerobia luego de una revisión sistemática y meta-análisis

N°	AUTOR(ES) DEL ESTUDIO	DENSIDAD (G/CM3)	HUMEDAD (%)	TEMPERATURA (T°)
1	DIAZ REBOLLIDO (2010)	No específica	No específica	25 a 30°C
2	RAMOS (2014)	No específica	70%	37°C
3	HERNÁNDEZ (2014)	1.26 g/cm ³	No específica	36°C
4	JAVIER F. L. (2014)	No específica	50%	24.1°C
5	SANGEETHA P.S. y RAMASAMY R. (2011)	No específica	10%	55°C
6	WASSA T., SIRASIT S. y BENJAMAS C. (2014)	No específica	No específica	37°C
7	SILVIA T. y JOSEPH STOKES (2016)	No específica	No específica	35°C
8	JUAN LUIS R. S. (2014)	No específica	No específica	37°C
9	CAPCHA L. (2014)	0.3969 g/cm ³	86.04%	20°C
10	ARMAN H., JAZINI M., MAJID M. y KARIMI K. (2020)	No específica	No específica	37°C

11	AMITA J., AO X. y JERRY D. (2017)	No específica	No específica	36.5°C
12	TEDESCO S. y STOKES J. (2017)	No específica	No específica	27°C
13	D'ESTE M., ALVARADO M., CIAFALOY A. ET. AL. (2017)	No específica	No específica	27°C
14	MAHDY A., BALLESTEROS M., GONZALES CRISTINA (2015)	No específica	No específica	27°C
15	KINNUNEN V. y RINTALA J. (2016)	No específica	No específica	32°C
16	MAHDY A., MENDEZ L., BALLESTEROS M., ET. AL. (2015)	No específica	No específica	23°C

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 6 en relación a las características de los estudios relacionados con los parámetros fisicoquímicos en la obtención de Biogás en el proceso de Fermentación Anaerobia luego de una revisión sistemática y meta-análisis, con los estudios incluidos se observó que el contenido energético produce entre 0.525 Kwh y 7095.3 Kj/Kg. En segundo lugar, obtuvimos que el tiempo de retención oscila entre 15 días y 44 días para la generación de biogás en el proceso de fermentación anaerobia luego de una revisión sistemática y meta-análisis. Según Hernández (2014) especifica dentro del proceso del digester de las algas es recomendable tener 25 días para que las bacterias metanogénicas trabajen bien obteniendo metano (CH₄) en óptimas condiciones. Además, en 2 estudios de la investigación nos indicaron que el proceso de fermentación anaeróbica no obtiene una buena concentración de metano en menos de 20 días porque no llega a un pH óptimo para su degradación de nutriente y sustratos.

En último lugar, tenemos como resultado que se produjo entre 34.4 ml. de metano y 264.8 ml dando así un porcentaje de un 46% a 95% en la generación de biogás. Los estudios demostraron una productividad óptima de metano, pero en el caso del alga *Chlorella vulgaris spp.* demostró un mayor rendimiento de metano.

Tabla 6. Características de los estudios relacionados con los parámetros fisicoquímicos en la obtención de Biogás en el proceso de Fermentación Anaerobia luego de una revisión sistemática y meta-análisis

N°	AUTOR(ES) DEL ESTUDIO	METANO (CH ₄)	TEMPERATURA (°C)	CONTENIDO ENERGÉTICO	TIEMPO DE RETENCIÓN (DÍAS)
1	DIAZ REBOLLIDO (2010)	65.3 ml.	25 a 30°C	No especifica	30 días
2	RAMOS (2014)	50 ml.	37°C	0.525 kWh	15 días
3	HERNÁNDEZ (2014)	53.9 ml.	36°C	No especifica	30 días
4	JAVIER F. L. (2014)	95 ml.	24.1°C	No especifica	21 días
5	SANGEETHA P.S. y RAMASAMY R. (2011)	65 ml.	55°C	No especifica	21 días
6	WASSA T., SIRASIT S. Y BENJAMAS C. (2014)	50 ml.	37°C	No especifica	21 días
7	SILVIA T. y JOSEPH STOKES (2016)	46 ml.	35°C	No especifica	22 días
8	JUAN LUIS R. S. (2014)	29.2 ml.	37°C	6803,5 KJ /kG	40 días
9	CAPCHA L. (2014)	34.4 ml.	20 °C	No especifica	17 días
10	ARMAN H., JAZINI M., MAJID M. y KARIMI K. (2020)	264.8 ml.	37°C	7095, 3 KJ/Kg	44 días

11	AMITA J., AO X. y JERRY D. (2017)	176 - 234 ml.	36,5°C	No especifica	24 días
12	TEDESCO S. y STOKES J. (2017)	187 - 195 ml.	27°C	No especifica	31 días
13	D´ESTE M., ALVARADO M., CIAFALOY A. ET. AL. (2017)	285 - 359 ml.	27°C	No especifica	No especifica
14	MAHDY A., BALLESTEROS M., GONZALES CRISTINA (2015)	137 ml.	27°C	No especifica	20 días
15	KINNUNEN V. Y RINTALA J. (2016)	154 - 252 ml.	32°C	No especifica	No especifica
16	MAHDY A., MENDEZ L., BALLESTEROS M., ET. AL. (2015)	62 ml.	23°C	No especifica	No especifica

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presentará el diagrama de Forest Plot a base de los 16 estudios relacionados que han cumplido con los criterios de exclusión/ inclusión lo cual se detalla las características del tipo de algas versus cantidad de producción de biogás.

En la figura 2, de los estudios incluidos en la realización de un meta-análisis, obtuvimos 26 eventos reflejando la cantidad de tipos de algas de cada estudio mencionado, donde el estudio de Silvia y Stokes (2016) obtuvo 6 tipos de algas (*fucus vesiculosus*, *fucus serratus*, *laminaria digitata* y entre otros.), generando un total de 430 ml. de biogás.

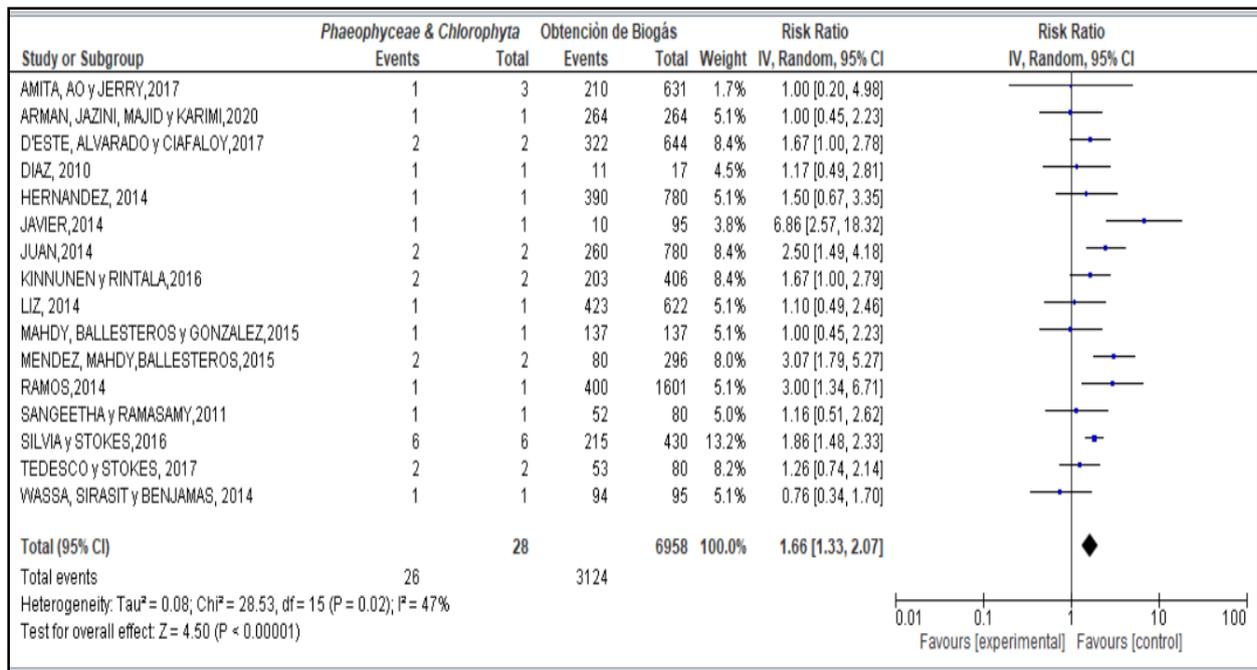


Figura 2: Diagrama de Forest Plot – *Phaeophyceae* y *Chlorophyta* Vs. Obtención de Biogás

Fuente: Software Rev-Man 5.3

Se realizó un meta-análisis utilizando el modelo Random Effects, donde los 16 estudios reflejan diferentes formas de evaluar, poblaciones e intervenciones; obteniendo una moderada heterogeneidad de 47% = I². Los intervalos de confianza nos permitieron conocer la estimación del margen de error, el IC de 95%, representando una seguridad asociado al estudio de no realizar al azar.

Dentro de la figura, el diamante nos representa los resultados globales de un meta-análisis, en los subgrupos o los grupos en total. El ancho nos representó un alto de confianza general entre las diferencias de los grupos de intervención y control, considerándose un estudio estadísticamente significativo. Como se observa en el diagrama de Forest Plot, el diamante se ubicó a un lado de la línea de referencias, dándose de entender en las conclusiones del estudio apuntando a una dirección (a favor de nuestro grupo de control).

Por último, el diagrama de Forest Plot muestra un test de efecto global, donde el valor de “p” es inferior a 0,005, donde se muestra que hay una diferencia de característica significativa, es decir, que el valor de “p” nos autoriza de dar remoto de nuestro estudio.

Como siguiente resultado tenemos la figura N°3, un versus de las temperaturas obtenidas y el porcentaje de metano en la generación de biogás. Cada estudio demostró el índice de producción de metano a base de distintas algas. Por último, obtuvimos que 3 de estos estudios no mencionaron los porcentajes obtenidos de metano producidos en la generación de biogás.

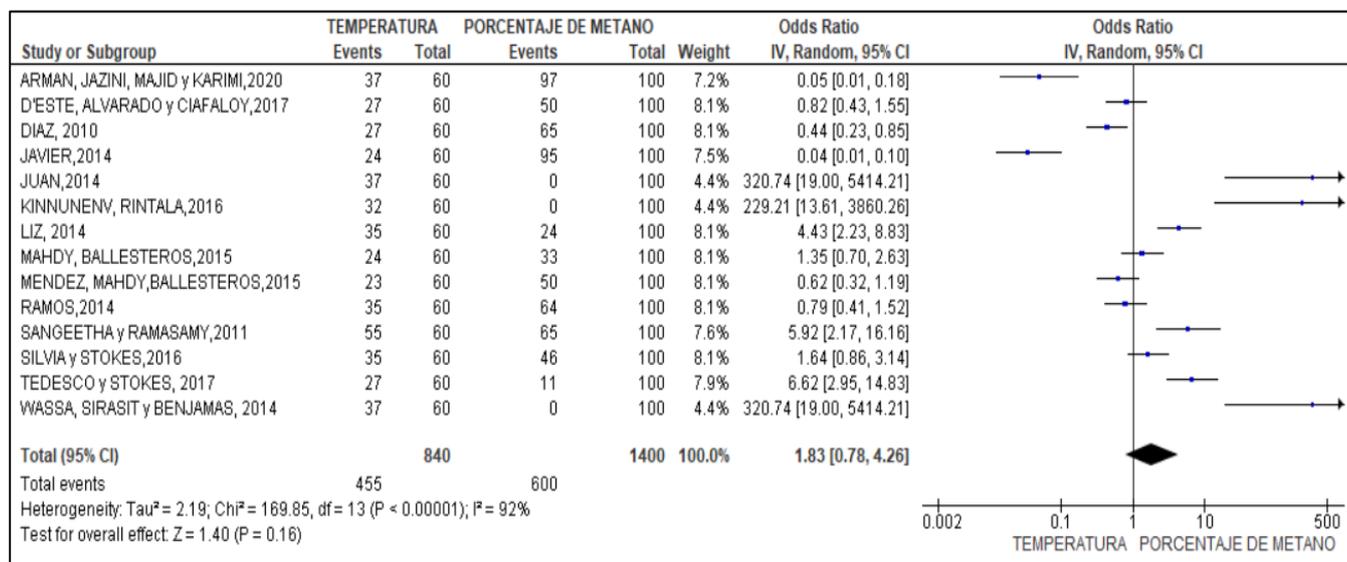


Figura 3: Diagrama de Forest Plot – *Phaeophyceae* y *Chlorophyta* Vs. Obtención de Biogás

Fuente: Software Rev-Man 5.3

En la figura 3, de los 16 estudios incluidos en la realización de un meta-análisis, obtuvimos 455 eventos reflejando la variabilidad de temperaturas de cada estudio mencionado, los estudios reflejan que la generación de biogás a una temperatura óptima entre 24°C y 27°C.

Se realizó un meta-análisis utilizando el modelo Random Effects, donde los 16 estudios reflejan diferentes formas de evaluar, poblaciones e intervenciones; obteniendo una moderada heterogeneidad de 92% = I². Este resultado obtuvo una heterogeneidad alta, donde los autores indican cuando se presenta estas observaciones no es recomendable para este tipo de análisis; optando otro tipo de estadística. Los intervalos de confianza nos permitieron conocer la estimación del margen de error, el IC de 95%, representando una seguridad asociado al estudio de no realizar al azar.

Dentro de la figura, el diamante nos representa los resultados globales de un meta-análisis, en los subgrupos o los grupos en total. El ancho nos representó una

moderada confianza general entre las diferencias de los grupos de intervención y control, considerándose un estudio significativo. Como se observa en el diagrama de Forest Plot, el diamante se ubicó a un lado de la línea de referencias, dándose de entender en las conclusiones del estudio apuntando a una dirección (a favor de nuestro grupo de control).

Por último, el diagrama de Forest Plot muestra un test de efecto global, donde el valor de “p” es inferior a 0,00001, donde se muestra que hay una diferencia de característica significativa, es decir, que el valor de “p” nos autoriza de dar remoto de nuestro estudio.

INTERPRETACION DE GRAFICOS EN EXCEL

En la Figura 4 se presentará distintos tipos de algas en relación a la producción de biogás a base de las algas *Phaeophyceae* y *Chlorophyta* y sus características generales (temperatura, pH, duración en días, dosis y cantidad de metano). Siendo así, se presentará los siguientes gráficos de acuerdo a nuestros objetivos planteados.

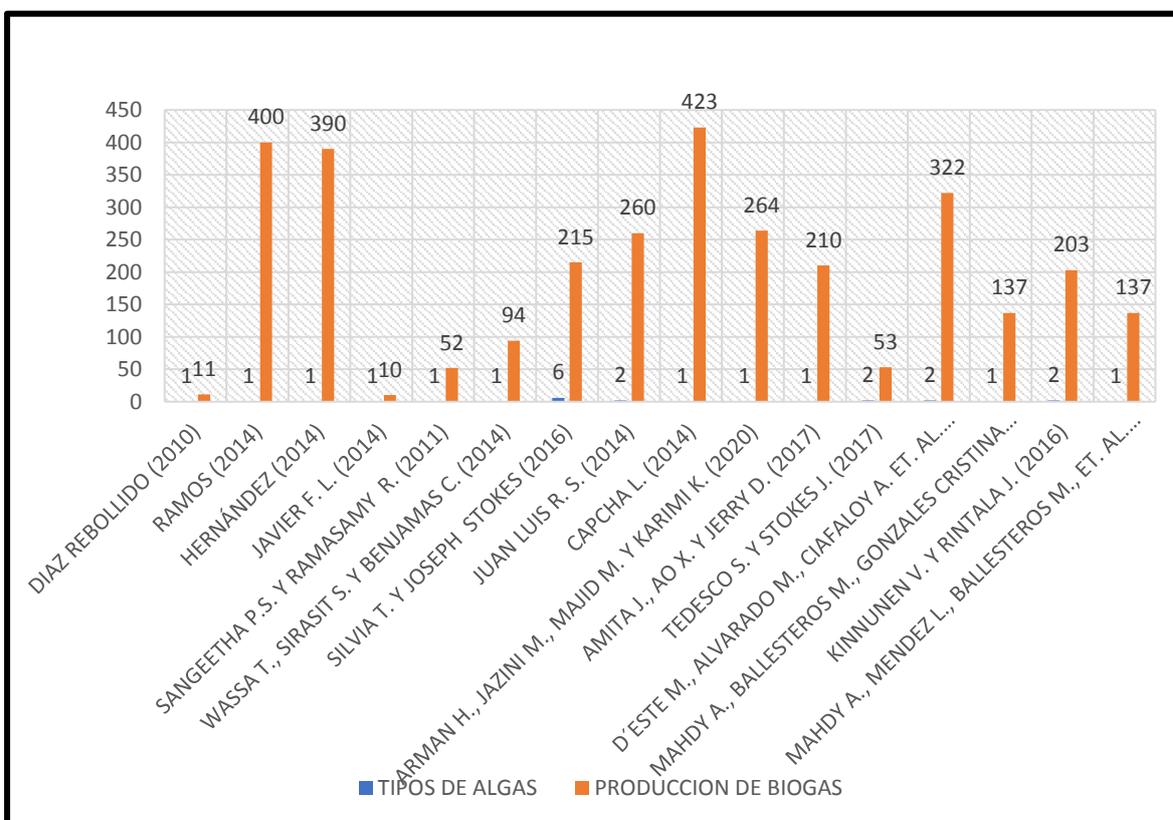


Figura 4: Tipo de algas Vs. Cantidad de biogás

En los estudios incluidos se dieron a conocer los tipos de algas más usada en la generación de biogás fueron *Chlorella sp.* en el estudio de Capcha L. (2014) con un aproximado de 450 ml de biogás. También se observó que el alga menos usada en la producción es *Haematococcus Pluviales* en el estudio de Arman H, (2020) generando 260 ml. de biogás, se debe a que el crecimiento del alga es muy lento.

Díaz Rebollido (2010) y Javier F. (2014) fueron los estudios con menos producción de biogás llegando a un 10% del total. Se destaca que estos estudios no se obtuvo la información necesaria en la generación de biogás.

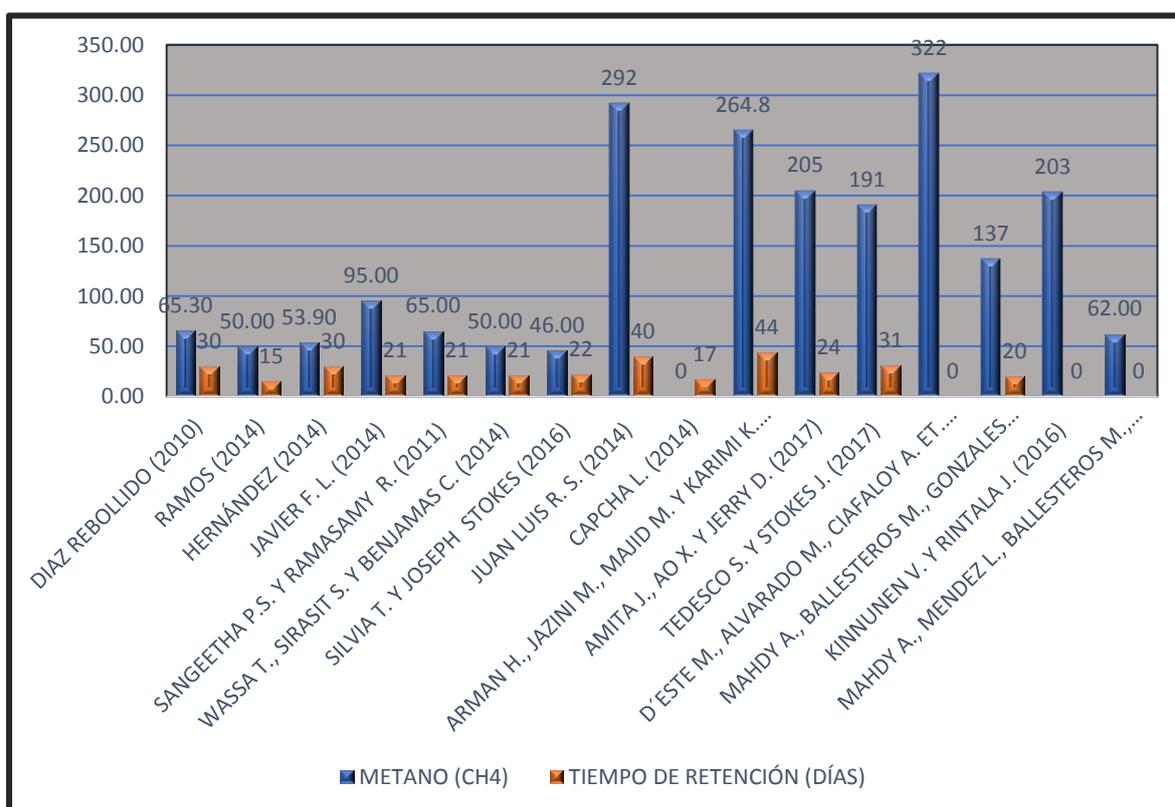


Figura 5: Cantidad de Metano VS. Duración de Producción de Biogás

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 5, dará a detallar la cantidad de metano obtenido en la generación de biogás de los estudios relacionados. Dando así, Juan Luis (2014), obteniendo el 292ml metano con un tiempo de retención 40 días. En segundo lugar, Arman H. (2020) generando 264.8 ml de metano con un tiempo de retención 44 días.

El estudio que obtuvo una obtención menor de metano fueron Liz Melissa (2014) con 34.4 ml metano con un tiempo de retención 17 días. Por consiguiente, tenemos a Silvia (2016), 46 ml. metano en días.

Tras el análisis mencionado, en relación a la cantidad de metano obtenido durante el tiempo de retención en días, nos da a entender que a mayor tiempo de retención dentro del digestato nos va a rendir una mayor cantidad de metano de forma directamente ascendente, con características óptimas.

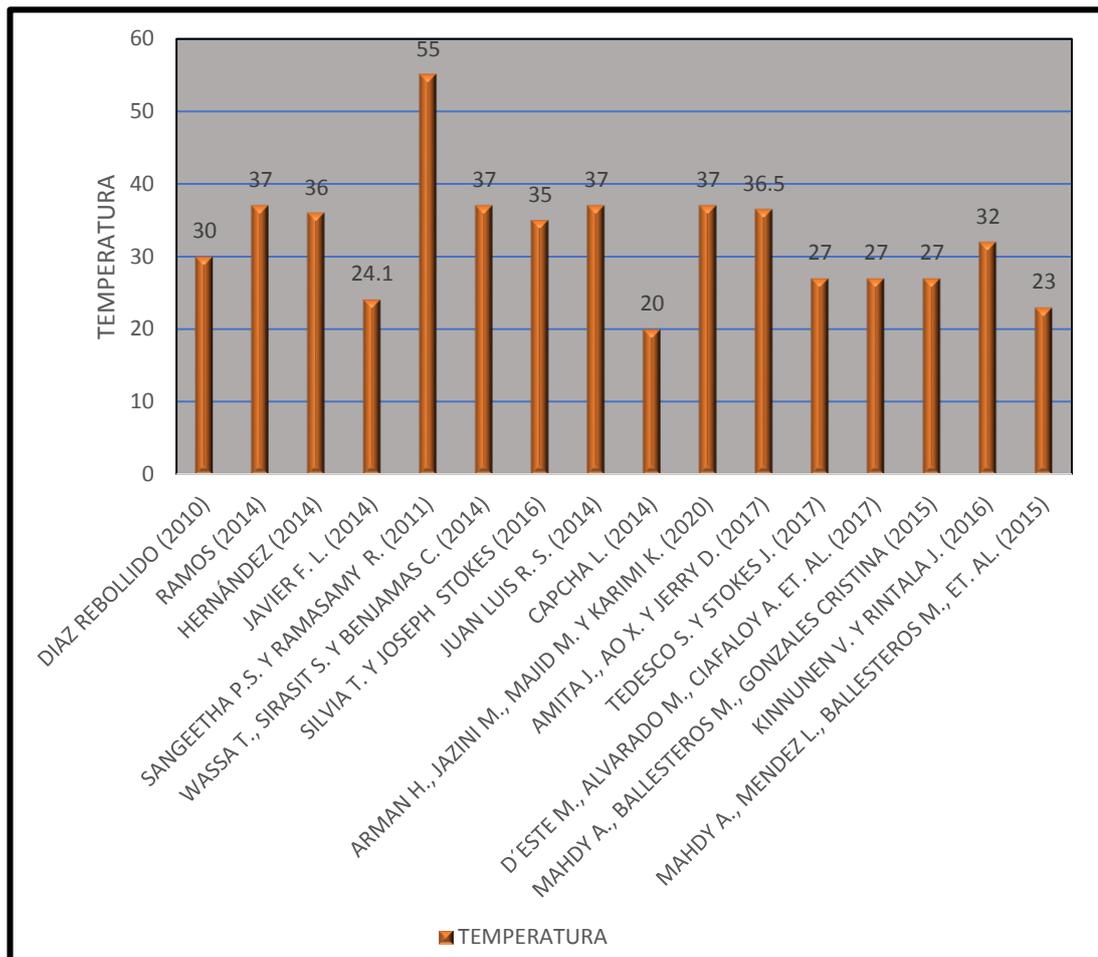


Figura 6. Temperatura para obtención de biogás

Fuente: Elaboración propia

En el penúltimo gráfico mostrado en Excel, se obtuvo el resultado; Amita (2017) no especifico la temperatura el cual se sometió la producción de biogás en el proceso. Por consiguiente, se obtuvo que el rango de temperatura promedio para la generación es de 20°C – 50°C.

El estudio de Sangeetha (2011), obtuvo una temperatura oscilante 55°C mientras que Amita (2017), 36.5°C en la producción de biogás en el proceso mencionado. Sin embargo; Arman, Ramos, Wassa y Juan Luis obtuvieron una temperatura de 37°C.

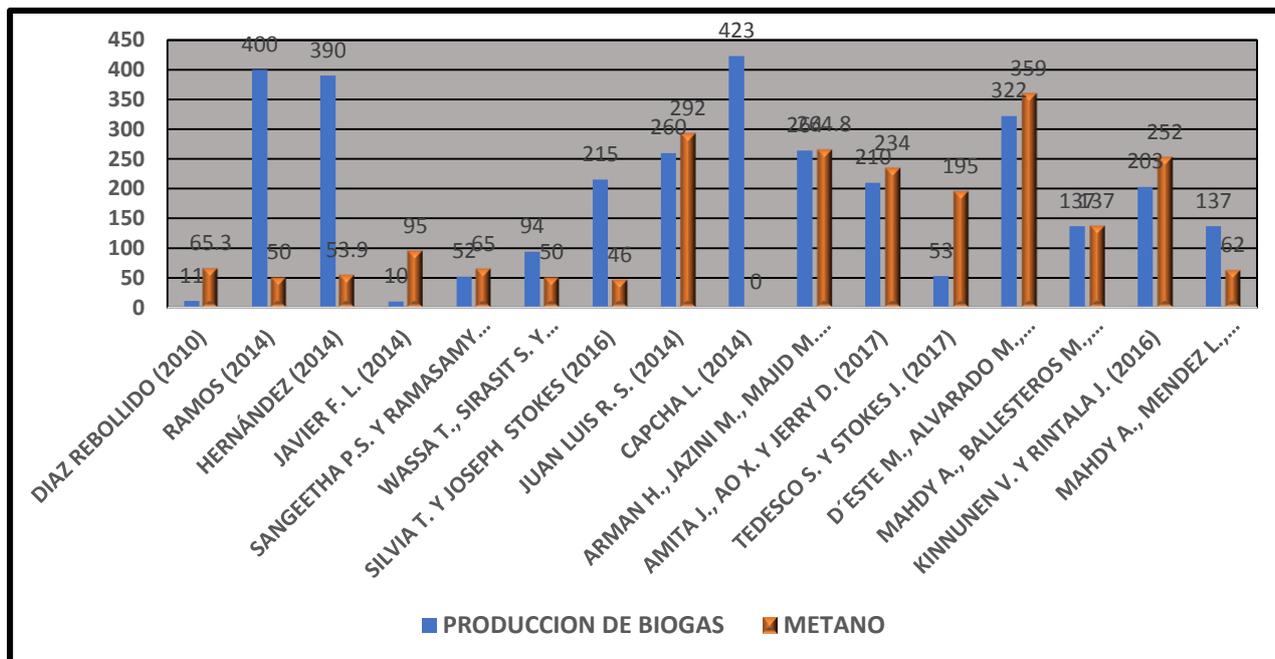


Figura 7: Producción de Biogás Vs. Metano

Fuente: Elaboración propia

Finalizando, se obtuvo la cantidad de metano que produce la generación de biogás, dando como resultado primordial a D'Este con una producción de biogás 322 ml y metano 329 ml a base del alga *Laminaria Digitata* y *S. Latissima*. Se debe al contenido alto de fenoles que tiende a interactuar con el comportamiento de los combustibles ya que se representa como un bioactivo interesante. Díaz Rebolledo (2010), obtuvo la menor cantidad de biogás con un 11 ml (teniendo en cuenta que es la media del resultado del Rev-man) y de metano 65.3 ml a base del alga *Ulva Lactuca*.

Se obtuvo metano porque la producción de biogás tiene una cantidad un 50 - 70%, se debe a la característica de algas, ya que unos pueden tener mayor rendimiento que las demás.

V. DISCUSION

En las investigaciones relevantes que obtuvieron un gran valor de calidad y una simplificación de resultados, la presente meta-análisis nos habla sobre la relación de la obtención de biogás a base de las algas *Phaeophyceae* y *Chlorophyta* en el proceso de fermentación anaeróbica. Mayormente las investigaciones nos dan resultados de la producción de biogás, minimizando los resultados de los análisis físico-químicos (pH, humedad). Dando cada uno de los estudios nos reflejaron sus datos de investigación en relación a la producción de biogás y metano, dando que algunos estudios optaron por distintos tratamientos para su respectivo proceso.

Por consecuente, las investigaciones realizan su producción de biogás de diferentes clases de algas (pardas y verdes), dando conocer el porcentaje de obtención de biogás independientemente del proceso de fermentación anaeróbica. En la obtención de biogás es alta, debido por dos factores, una de ellas el tiempo de retención, donde va depender el tipo de alga producida y el otro es la capacidad del alga siendo sus características de cada tipo de alga. Sin embargo, distintos estudios mostraron que algunas algas reflejan baja deficiencia por su rendimiento alto a fines farmacéutico, alimentos y energía.

Se evidencio una gran variedad de tratamientos y tipos de algas, se confirma que las algas verdes (*Chlorophyta*) producen más biogás que las pardas (*Phaeophyceae*). Puesto que, cada estudio identifica la factibilidad del uso de las algas por su capacidad de producción debido a la presencia de microorganismos y nutrientes.

En el estudio Díaz Rebollido (2010), nos demostró que la biomasa de las algas se puede considerar como sustrato en comparación de los residuos agrícolas y residuos urbanos en un campo llamado biometanización, también se observó que el alga verde es una de las algas que generan biogás a niveles altos con un porcentaje de metano aproximadamente 65.3%, mientras que las algas azules, pardas su porcentaje fue inferior. En el caso del alga *Ulva lactuca* no necesita un tratamiento para la obtención de metano, ya que presenta un alto valor de nutrientes. Asimismo, las algas tienen una ventaja factible ya que no contiene lignina que es un polímero orgánico que soporta los tejidos de las algas. Ya que las

algas tienden a tener buen desempeño en el factor sin presencia de oxígeno; también pudimos concluir que en los estudios y resultados obtenidos por un meta-análisis nos da una idea global sobre el uso de algas para la producción de biogás a gran cantidad.

Por otro lado, se obtuvo que las algas pardas generan mayor cantidad de bioetanol en vez de biogás, debido a que el alga tiene una gran cantidad de azúcares, según los estudios mencionados anteriormente demuestra que en la fermentación anaeróbica de los azúcares generados por las algas son realizados por levadura posteriormente a su destilación, ese proceso utilizado anteriormente en la producción de combustibles.

Las desventajas en la producción de biogás a partir de algas verdes y pardas, siendo una problemática hace énfasis a la resistencia de las algas al ser degradadas en la producción final. No obstante, los estudios nos demostraron que a pesar de la resistencia se produce biogás a gran escala y posteriormente genera energía según el estudio de Ramos (2014) nos señaló que el alga *Scenedesmus* no puede generar en mayor concentración biogás debido a su baja biodegradabilidad por lo tanto con la ayuda de otras especies da un mejor óptimo de resultado de biogás.

En el estudio Hernández (2014), nos manifestó que la producción de biogás depende mucho de los días en retención en el proceso de fermentación anaerobia, sin embargo, nos dio como resultado que el alga *Sargassum* funciona como fuente de materia para la generación de biocombustibles. En relación a los sustratos del digester indica que la producción a base de suero de queso también es factible para la producción del biogás y no solo emplear algas ya que es un tratamiento óptimo hasta la actualidad.

Wassa T., Sirasit S. y Benjamas C. (2014) nos habla que del alga *Chorella sp.* es la más adecuada para la producción de biodiesel como fuente. Esta alga es el más apto para captar el dióxido de carbono. En su tratamiento optaron por la búsqueda en la concentración de lípidos con la ayuda de dióxido de carbono (CO₂) mediante cultivos de algas, ya que nos indica que a mayor cantidad mayor producción de metano, donde resultaron eficiente con la presencia de luz en un

total de 94,7% de metano. Y que además sugirió que este tratamiento de los lípidos puede servir para la generación de biodiesel como otra alternativa de biocombustible.

En el estudio de Tedesco S. y Stokes J. (2017) determinaron que las algas tienden a contar gran porcentaje de humedad en los sólidos totales, pero cuando se pasa por el proceso de extracción ante el digestato las algas marinas pierden humedad. Además, el alga verde tiende a tener mejor adaptación que las algas pardas en la producción de biogás, señalando que el alga *Laminaria* y *Fucus* indican mayor cantidad de biogás por contar con adecuadas nutrientes. Resaltando que en el desarrollo de metano (CH₄) es relacionado directamente con la presencia de carbono e hidrógeno; mientras la parte negativa se da con el oxígeno.

En el estudio de Arman H., Jazini M. Majid y Karimi K. (2020) destacaron como tratamiento de la producción de metano el uso de biorrefinerías con el uso de algas *Haematococcus pluvialis*. En su proceso usaron 4 hidrólisis y después colocaron en el proceso de fermentación anaeróbica teniendo un potencial alto de 264,8 ml/g de sólidos volátiles, donde recalca la efectividad de las amilasas para la producción de biometano.

En el estudio Amita J. Ao X. y Jerry D. (2017) demostraron que la producción de metano es más factible el uso de dos etapas de fermentación mesofílica del alga *Laminaria digitata* donde de dos etapas tuvo mayor rendimiento que la primera etapa en un 22%. puesto que el alga puede llegar a un tratamiento óptimo con las características físicas altas como los nutrientes de cada tipo de alga.

En el estudio de D' Este M., Alvarado M. y Ciafalo A. (2017) indicaron que la influencia de los fenoles interactúa con la producción de metano en las algas verdes como *Laminaria digitata* y *Ssacharina latissima* demostrando un interesante bioactivo en el proceso de digestión anaeróbico acelerando la generación de biogás. En comparación que las algas pardas tienden a tener mayor duración de producción de biogás porque estas algas mencionadas cuentan con un mejor rendimiento de micronutrientes en el digestato.

En el estudio Mahdy A., Méndez L., Ballesteros M. y González C. (2015) indicaron que el principal obstáculo para la generación de biogás son las

características de las algas, ya que cada alga presenta distinta pared celular, y que esta pared tiene que romperse dentro del digestato para la correcta fermentación y así mismo la presencia de la biodegradabilidad. Por lo tanto, entre las algas *Chlorella vulgaris* y *Scenedesmus sp.* se aplicó el auto-hidrolisis para la solubilización de la demanda química de oxígeno (DQO), donde el alga *Scenedesmus* obtuvo mayor concentración de carbohidratos mientras que el alga *Chlorella v.* tuvo menor concentración de carbohidratos, pero ambas algas tuvieron bajo rendimiento de concentración de metano, puesto que, la diferencia es debido a la presencia de materia orgánica exo-polímeros impidiendo que en una de ellas no logre fermentar adecuado.

En el estudio de Kinnunen V. y Rintala J. (2016) analizaron las muestras de las algas *Chlorella vulgaris* y algas nativas donde fueron cultivadas en aguas residuales y no residuales, donde pasaron por el proceso de fermentación anaeróbica, cuyas algas fueron consideradas de baja producción en *Chlorella v.* porque las características no presentan mayor cantidad de carbohidratos y nutrientes, en cambio, las algas nativas presentan un óptimo micronutriente. Por lo cual, las algas verdes pueden ser reemplazada por las algas nativas, donde aquel produce mayor producción de biogás.

VI. CONCLUSIONES

1. Los estudios incluidos de las investigaciones relacionadas a la producción de biogás a base de las algas *Phaeophyceae* y *Chlorophyta* luego de una revisión sistemática y meta-análisis, son suficientes para dar a conocer la eficiencia que tiene las algas en la generación de biogás en el proceso de fermentación anaerobia, llevado a una comparación con diversas clases de algas verdes, pardas de acuerdo a cada estudio seleccionado. La eficiencia en la generación de biogás en las algas fue superior a un 60%.
2. Los estudios relacionados con las características de las algas *Phaeophyceae* y *Chlorophyta* luego de una revisión sistemática y meta-análisis fueron incluidas en las 16 investigaciones tomadas como muestra para un meta-análisis, donde usamos 2 criterios de exclusión porque no pertenecía a nuestro centro de información.
3. En el proceso de fermentación anaeróbica se obtuvo una capacidad de 260 ml. a 450 ml. de biogás a base de las algas *Phaeophyceae* y *Chlorophyta* luego de una revisión sistemática y meta-análisis, dependiendo en la retención de días que oscilan entre 17 a 44 días. Las algas *Chlorophyta* (algas verdes) tienen mejor rendimiento en la producción de biogás. Siendo estas algas beneficiadoras al reemplazo de la materia prima de los combustibles.

VII. RECOMENDACIONES

1. En la realización de un estudio de un meta-análisis es sugerible contar con una base de datos mayor a 80, puesto que, al tener mayor información sobre dicho estudio o tratamiento, en el software Rev-man nos determinara la correcta identificación de resultados adecuados.
2. En la base de datos, en Excel se recomienda usar la formula quitar duplicados para que, así no haya duplicados en la revisión sistemática.
3. Revisar minuciosamente los trabajos de incluidos para que no halla complicaciones en la revisión sistemáticas, es decir que tenga todos los datos rellenos.
4. Optar con otros métodos a parte de la aplicación Rev-man, como la aplicación R/OpenBugs, Mix, Meta-Analyst son sin costo, permitiendo darle uso a este software, mientras que existen otros métodos como Stata/WinBugs, CMA (si cuentan con precio); todas estas aplicaciones nos permiten interpretar los resultados entorno a la revisión sistemática - meta-análisis.

REFERENCIAS

AGBAKPE M., GE S., ZHANG W., ZHANG X, KOBYLARZ P. *“Algae harvesting for biofuel production: Influences of UV irradiation and polyethylenimine (PEI) coating on bacterial biocoagulation.* Estados Unidos: Sciencedirect, 2014.

AJ. SUTTON, KR. ABRAMS y DR JONES *Una guía ilustrada de los métodos de meta-análisis.* Estados Unidos: Centro Nacional de Biotecnología, 2011.

AJ. SUTTON, KR. ABRAMS y DR JONES *World Energy Statistics.* Paris: Agencia Internacional de la energía, 2010.

ALFONSIN V., MACEIRAS R. y GUTIERREZ C. *Producción de bioetanol a partir de residuos industriales de algas.* España. Centro Nacional de Información Biotecnológica, 2019.

ALFONSIN V., MACEIRAS R. y GUTIERREZ C. *Bioethanol production from industrial algae waste.* España: Sciencedirect, 2019.

ALLEN E., WALL D., HERRMANN C., XIA A. y MURPHY J. *¿Cuál es el rendimiento energético bruto del biocombustible gaseoso de tercera generación procedente de algas?* Irlanda. Sciencedirect. 2015.

AMITA J., AO X. y JERRY D. *Comparative study of single- and two-stage fermentation of the brown seaweed Laminaria digitata.* China: Sciendirect, 2017.

ANNARITA, P. GIANNI B y FRANCESCO F. *Digestión anaerobia de algas macrófitas para la mitigación de la eutrofización y la producción de biogás.* Italia: Sciencedirect, 2015.

ARCE A., ECHAVE J., GROVA J. MENDEZ A, RUIZ M. y RUS A. *Cultivo de algas para la producción de biocombustibles.* España. Revista de biología. 2015.

ARIAS J., VILLASIS M., MIRANDA M. *El protocolo de investigación III: la población de estudio.* México. Revista Alergia México. 2016. I.S.B.N.: 00025151

ARMAN H., JAZINI M. MAJID Y KATIMI K. *Efficient superantioxidant and biofuel production from microalga Haematococcus pluvialis via a biorefinery approach”.* Irán: Sciencedirect, 2020.

ARRIETA W. *Diseño de un biodigestor doméstico para el aprovechamiento energético del estiércol de ganado.* Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería. Programa Académico de Ingeniería Mecánico-Eléctrica. Piura, Perú. 2016.

ASRI O., RAMDANI M. OAUDIA M. HAMEED S., LAHBID L. y FALDLAOAUI S. *Evaluación de la valorización energética de la laguna y las algas mediterráneas (Caulerpa prolifera y Corallina elongata) por digestión anaerobia.* África: Sciencedirect, 2019.

ROJAS B. *Investigación Cualitativa. Fundamentos y Praxis.* Caraca: s.n., 2010.

BADILLO Y. *Producción de biogás a través de algas Chlorophyceas.* Coahuila: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, 2016.

BALTRENAS P. y MISEVICIUS A. *Investigación experimental de producción de biogás utilizando algas.* Lituania: Artículo Springer, 2015.

BOLAÑOZ R. y CALDERON M. *Introducción al meta-análisis tradicional.* Lima: Universidad Peruano Cayetano Heredia, 2014.

BOTELLA J. y ZAMORA A. *El meta-análisis: una metodología para la investigación en educación.* Universidad Nacional de Educación a Distancia Madrid, España. 2017.

CAPCHA L. *Evaluación del macro alga ulva lactuca como aportante de nutrientes a un inóculo metanogénico en la producción de biogás y biol mediante digestión anaerobia de residuos orgánicos del comedor de la UNALM.* Lima: Universidad Agraria de la Molina, 2014.

CHANG R. y MURILLO L. *Determinación espectrofotométrica, de carbohidratos aprovechables en las algas Ulva sp. y Chaetomorpha sp. para la producción de etanol que funcione como biocombustible, por el método de la antrona.* Venezuela. Revista Scielo. 2017.

CHOUDHARY P. y SRIVASTAVA RK. *Estudio de caso tecno-económico: Bio-fijación de emisiones industriales en una planta india de petróleo y gas.* India: SCOPUS, 2011.

CONSTANZA L., ANTOLINEZ D., BOHORQUEZ J. y CORREDOR A. *Bacterias anaerobias: procesos que hacen y utilizar a la sostenibilidad de la vida en el planeta.* Artículo ReserchGate, 2015.

D'ESTE M., ALVARADO M. y CIAFALOY A. *Macroalgas Laminaria digitata y Saccharina latissima como biomasa potenciales para la producción de biogás y fenoles totales: enfoque en las variaciones estacionales y espaciales de las algas.* Dinamarca. ACS Publications. 2017.

DEBOWSKI M. ZIELINSKI M, GRALA A. y DUDEK M. *Algae biomass as an alternative substrate in Biogas production technologies - Review.* 596-604, s.l.: Renew Sustain Energy Rev, 2013, Vol. 27.

DEUTSCHES G. F. *Guía sobre el biogás – Desde la producción hasta el uso de* Ministerio Federal de Alimentación. Agricultura y protección al consumidor. Alemania. 2010.

DIAZ P. *Obtaining gas fuel by means of the bioconversion of marine alga Ulva lactuca.* Centro Provincial de Higiene y Epidemiología. Cienfuegos. Cuba. 2010.

DING L., CHAN E., CHENG J., XIA A., O' SHEA R., GUNERATNAM A. y MURPHY J. *Assessment of continuous fermentative hydrogen and methane co-production using macro- and micro-algae with increasing organic loading rate.* Irlanda: Science direct, 2018.

FERNÁNDEZ J., ZAFRA J., GOICOCHEA S., PERALTA C. y TAYPE A. *Some basic concepts about reading systematic reviews and interpreting meta-analysis.* Artículo Acta Medica Peruana, 2019.

GONZALEZ A. *Producción de biogás a partir de Microalgas y Cianobacterias: Efecto de los pretratamientos térmico y alcalino.* Catalunya: Universitat Politècnica de Catalunya, 2016.

GRESES S. *Degradación anaerobia de microalgas procedentes del tratamiento del efluente de un reactor anaerobio de membranas sumergidas.* España: Universidad de Valencia, 2017.

GAMARRA M. *Combinar conocimientos para mejorar la producción sostenible de Biocombustible de Algas.* España. 2017.

GAMBOA M. *Estadística aplicada a la investigación científica.* Cuba. Universidad de las Tunas – Cuba. 2017.

GIAN P., WILFRED JHON E., GAVINO C., MARCO M., HIROSHI A., HISAE T. Y TATSUYA H. *Seaweed biomass of the Philippines: Sustainable feedstock for biogas production.* Philippines: Sciencedirect, 2014.

GOMEZ R., ARRUDA M., LUARTE C., URRRA C., ALMONACID A. y COSSIO M. *Enfoque teórico del crecimiento físico de niños y adolescentes.* Revisión Española de Nutrición Humana y Dietética. Facultad de Educación Física, España. 2016.

GONZALEZ L., ZHOU L., SERGI A., THOMAS S., ELTANAHY E., PRATT S., D' JENSEN P. y SCHENK P. *La producción de biogás junto con el cultivo repetido de microalgas utilizando un circuito de nutrientes cerrado.* Australia. Centro Nacional de Información Biotecnológica. 2018.

GUO G., GUAN J., SUN S. y LUI J. y ZHAO Y. *Eliminación de nutrientes y metales pesados de las aguas residuales de la porqueriza y enriquecimiento de CH₄ en biogás basado en tecnología de cultivo de microalgas bajo diferente concentración inicial de inóculo.* China. Centro Nacional de Información Biotecnológica. 2019.

GWEÑAELLE J., HELENE M., JEAN P. y CLAIRE D. *French Brittany macroalgae screening: Composition and methane potential for potential alternative sources of energy and products.* Francia: Sciencedirect, 2013.

HERNANDEZ S. *Biomasa algal como fuente de producción de metano vía co-digestion anaeróbica.* España: Universidad de Valladolid, 2017.

HE S., XIAOLEI D., REDDY N., YUAN X, WANG F. y GUO R. *Enhanced methane production from microalgal biomass by anaerobic bio-pretreatment.* China. Centro Nacional de Información Biotecnológica. 2016.

HERNÁNDEZ F. *Producción de biogás con suero de queso. Tratamiento y generación de energía renovable a partir de lactosuero.* Argentina. Universidad de Buenos Aires, Argentina. 2015.

HUIHUI L., YINGQUAN C., HAIPING Y., GENTILI F., SODERLIND U., WANG X., ZHANG W. y CHEN H. *Carbonización hidrotermal de microalgas naturales con alto contenido de cenizas.* China. Digitala Vetenskapliga Arkivet, 2019.

IBAÑEZ E., HERRERO M. *¿Qué sabemos de? Las algas que comemos.* España. CSIC. 2017. I.S.B.N.: 9788400101824.

IBEROAMERICANO y CENTRO COCHRANE. *Manual Cochrane de revisiones sistemáticas de intervenciones.* Barcelona: s.n., 2012.

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU – IMARPE. *Investigaciones de macroalgas marinas.* Perú. 2017.

KATARZUNA B., MATGORZATA S., ANNA Z. y GRAZYNA K. *Nutrient content in macrophyta collected from southern Baltic Sea beaches in relation to eutrophication and biogas production.* Suecia: Sciencedirect, 2014.

KAVITHA S., SCHIKARAN M., KANNAH R., GUNASEKARAN M. y J BANU R. *Desintegración biológica inducida por nanopartículas: una nueva estrategia de pretratamiento separada en fases en biomasa de microalgas para la recuperación rentable de biometano.* India. Centro Nacional de Información Biotecnológica. 2019.

KINNUNEN V. y RINTALA J. *El efecto del pretratamiento a baja temperatura sobre la solubilización y el potencial biometano de la biomasa de microalgas cultivada en medios sintéticos y de aguas residuales.* Finlandia. Centro Nacional de Información Biotecnológica. 2016.

KRUSTOK Y., DIAZ J., ODLARE M. y NEHRENHEIM E. *Cultivo de biomasa de algas en digestato de biogás rico en nitrógeno.* España. Centro Nacional de Información Biotecnológica. 2015.

LOZANO J. *Modelamiento logístico para la producción sostenible de biocombustibles.* Colombia. Universidad Autónoma de Occidente. 2015. I.S.B.N.: 9789588994079

MAHDY A., BALLESTEROS M. y GONZALES C. *Pretratamiento enzimático de *Chlorella vulgaris* para la producción de biogás: influencia de las aguas residuales urbanas como única fuente de nutrientes en el perfil macromolecular y la eficiencia del biocatalizador.* Egipto. Centro Nacional de Información Biotecnológica. 2015.

MAHDY A., MENDEZ L., BALLESTEROS M. y GONZALEZ C. *Integración del alga cultivo en plantas de tratamiento de aguas residuales convencionales: comparación de digestión anaeróbica de lodos primarios y secundarios con biomasa de microalgas.* España. Centro Nacional de Información Biotecnológica, 2015.

MAHDY, A., MÉNDEZ, L., BALLESTEROS, M. y GONZÁLEZ C. *Autohydrolysis and alkaline pretreatment effect on Chlorella vulgaris and Scenedesmus sp. methane production.* 48-52, s.l.: Energy, 2014, Vol. 78.

MÁRQUEZ L. *Cuba también sufre “invasión” de sargazo.* Cuba. Periódico Excelsior. 2020.

MARROQUIN P. R. *Metodología de investigación.* Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle. Lima, 2010.

MEMBERE E. y SALLIS P. *Effect of temperature on kinetics of biogas production from macroalgae.* Nigeria: Sciencedirect, 2018.

MENDEZ L., MAHDY A., BALLESTEROS M. y GONZALEZ C. *Biomethane production using fresh and thermally pretreated Chlorella vulgaris biomass: A comparison of batch and semi-continuous feeding mode.* España. Sciencedirect. 2015.

MENDEZ, L., MANDY, A. BALLESTEROS, M. y GONZÁLEZ, C. *Methane production of thermally pretreated Chlorella Vulgaris and Scenedesmus sp. biomass at increasing biomass loads.* 238-242, s.l.: Applied Energy, 2014, Vol. 129.

MENDEZ L., SIALVE B., PEJO E., BALLESTEROS M., STEYER J. y GONZALEZ C. *Comparación de Chlorella vulgaris y biomasa de cianobacterias: cultivo en aguas residuales urbanas y producción de metano.* España. Centro Nacional de Información Biotecnológica. 2016.

MINKYUNG S., HONG D., JIYUN S. y HEE C. *“Marine brown algae: A conundrum answer for sustainable biofuels production”.* República de Corea: Sciencedirect, 2015.

MOLINA M. *El Meta-análisis en red.* Revista Scielo. Servicio de Gastroenterología. Hospital Infantil Universitario La Paz. Madrid, España. 2016.

MONTINGELLI M., BENYOUNIS K., QUILTY B. y STOKES J. *“Influence of mechanical pretreatment and organic concentration of Irish brown seaweed for methane production”.* School of Biotechnology, Dublin City University, Glasnevin, Dublin: Science direct, 2017.

MOUSALLI K. G. *Métodos y diseños de investigación cuantitativo.* Universidad de los Andes. Venezuela. 2015.

NAGARAJAN D., LEE D. y CHANG J. *Integración de la digestión anaeróbica y el cultivo de microalgas para la biorremediación del digestato y la mejora del biogás.* China. Centro Nacional de Información Biotecnológica. 2019.

NAVARRO A., REYERO I., MORAL A., BIMBELA F. y GANDIA L. *Routes and challenges for biogas valorization.* Bogotá. Colombia. Investigación en Ingeniería. 2017.

NAYAK M., THIRUNAVOUKKARASU M. y MOHANTY R. *Cultivo de microalgas de agua dulce Scenedesmus sp. utilizando un fertilizante inorgánico de bajo costo para mejorar el rendimiento de biomasa y lípidos.* Reino Unido. Centro Nacional de Información Biotecnológica. 2016.

NGUYEN T., PHAM A., THANGAVEL M. y ARIVALAGAN P. *Evaluation of the potential of green algae Chlorella sp. for a high production of biomass and lipids from the biodiesel plant of view.* Vietnam: Scencedirect, 2018.

NOE M. *“Fertilización foliar con extractos de algas marinas en el rendimiento y calidad de brócoli (Brassica oleracea L. var. Italica cv. ‘Paraíso’).* Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 2020.

NUÑEZ V., VOLTOLINA D., NIEVES M., PIÑA P. MEDINA, A y GUERRERO M. *Nitrogen budget in Scenedesmus obliquus cultures with artificial wastewater.* 161-164, s.l.: Bioresorce Technology, 2001, Vol. 78.

OJEDA D. y WURTH J. *¿Qué es un metanálisis?* Revista Chilena de Anestesia. Bioestadística y Epidemiología. Chile. 2014.

OLMEDO M. *Meta-análisis de datos individuales de las variables predictoras del riesgo de muerte en pacientes con insuficiencia hepática crónica agudizada tratados mediante diálisis de albúmina.* Universidad Complutense de Madrid. España. 2018.

OTZEN T. y MANTEROLA C. *Técnicas de muestreo sobre una población a estudio.* Universidad de Tarapacá, Chile, 2017

PARRA B., TORRES P., MARMOLEJO L., CARDENAS L., VASQUEZ C., TORRES W. y ORDOÑEZ J. *Influencia del pH sobre la digestión anaerobia de biorresiduos de origen municipal.* Colombia: Artículo científico, 2014.

PARRA R. *Anaerobic digestión: biotechnological mechanisms in waste water treatments and their application in food industry.* Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Colombia. 2015.

PASSOS F. y FERRER I. *Microalgae conversion to biogas: Therment high rate algal contribution on net energy production.* 7171-7178, s.l.: Environmental Technology, 2014, Vol. 48.

PASSOS F., MIRANDA P., LOBO B., DE AQUINO S. y PEREZ S. *Anaerobic co-digestion of coffee husks and microalgal biomass after thermal hydrolysis.* España. Centro Nacional de Información Biotecnológica. 2018.

PASSOS F., SOLÉ M., GARCÍA J. y FERRER I. *Biogas production from microalgae grown in wastewater: Effect of microwave pretreatment.* 168-175, s.l.: Applied Energy, 2013, Vol. 108.

PERIÓDICO EXCELSIOR. *Cuba también sufre “invasión de sargazo”.* México. 2020.

PASTARE L., ROMAGNOLI F. y BLUMBERGA D. *Comparison of biomethane potential lab tests for Latvian locally available algae.* Europa: Sciencedirect, 2018.

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO (PNUD). *La revolución de las algas. Una comunidad pesquera de Marcona ha encontrado oportunidades en forma de algas y una nueva forma de trabajar y progresar.* Perú. 2017.

RAIDA K., FATMA K., SLIM L., NAJLA M. y SAMI S *“Anaerobic co-digestion of Tunisian green macroalgae *Ulva rigida* with sugar industry wastewater for biogas and methane production enhancement”.* África: Laboratorio Mixte International LMI, 2017.

RAMOS J., MARTINEZ A. y CARRERAS N. *Optimización del proceso de digestión de *Scenedesmus sp.* y *Opuntia máxima* para producción de biogás.* España: s.n., 2014.

RAMOS J. *Producción de biogás a partir de biomasa de la microalga *Scenedesmus sp.* procedente de diferentes procesos.* Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. 2014.

REVISTA IBERO. *5 características que debes conocer sobre la investigación aplicada.* Revista de México. 2020.

RIVAS S., FAITH V. M. y GUILLEN W.” Biodigestores: factores químicos físicos y biológicos relacionados con su productividad. *Tecnología en marcha*. Vol.23. Costa Rica. 2010.

ROMERO M., MATA J., CHIMENOS J. y GARCIA S. *Tecnologías de recuperación de nutrientes para sistemas de digestión anaeróbica: descripción general*. España. Revista Scielo, 2016.

ROSA C. FABIOLA S. y JORGE A. *Estudio de digestión anaeróbica en residuos orgánicos*. Universidad veracruzana. México: Universidad Veracruzana, 2015.

RUIZ G. *Biogás: El gas combustible alternativo*. Revista Digital Erenovable. Perú. 2015.

SARAH B., VIKOR A. y ROMANO H. *Cultivo integrado de algas para la producción de biocombustibles en clústeres industriales*. Suecia. Digitala Vetenskapliga Arkivet. 2011.

SHIR R., HWAI C., WAYNE K., LOKE P., SIEW M., LING C., DILLIRANI N., DUU J. y JO-SHU C. *Sustainable approaches for algae utilisation in bioenergy production*. Malasia: Sciencedirect, 2018.

SILVIA T. y JOSEPH S. *Valorización al biogás de las corrientes de residuos de macroalgas: un enfoque circular para los bioproductos y la bioenergía*. Inglaterra: Universidad Metropolitana de Manchester, 2016.

SINCH M., BHUSHAN S. y KUMAR S. *Nuevos conocimientos sobre el crecimiento mejorado y el potencial de producción de biogás de *Chlorella pyrenoidosa* a través de la suplementación intermitente de nanopartículas de óxido de hierro*. India. Scientific Reports. 2020.

SOLE M., SALVADO H., PASSOS F., GARFI M. y FERRER I. *Strategies to Optimize Microalgae Conversion to Biogas: Co-Digestion, Pretreatment and Hydraulic Retention Time*. España. Centro Nacional de Información Biotecnológica. 2018.

TAN F., WANG Z., ZHOUYANG S., LI H., XIE Y., WANG Y., ZHENG Y. y LI Q. *Eliminación de nitrógeno y fósforo junto con la producción de carbohidratos mediante cinco cultivos de microalgas cultivadas en suspensión de biogás*. China. Centro Nacional de Información Biotecnológica. 2016.

TEBBANI S., LOPES F., FILALI R., DUMUR D. y PAREAU D. *Biofijación de CO₂ por microalgas. Modelado, estimación y control.* Reino Unido. Colección Ingeniería Biomédica. 2020. I.S.B.N.: 9781800280649

TEDESCO S. y STOKES J. *Valorización de biogás de flujos de residuos de macroalgas: un enfoque circular de bioproductos y bioenergía en Irlanda.* Irlanda. Centro Nacional de Información Biotecnológica. 2017.

TEDESCO S., MAC D. y GHANI A. *Optimización de la reducción del tamaño de partícula de *Laminaria* spp. biomasa para mejorar la producción de metano.* Reino Unido. Scencedirect. 2014.

TERRELL M., BRENT R. y SAEID B. *Advances in the pretreatment of brown macroalgae for biogas production.* Nueva Zelanda: Science direct, 2019.

THOMPSON TM., BRENT Y. y SAEID B. *“Pelagic Sargassum for energy and fertiliser production in the Caribbean: A case study on Barbados”.* Nueva Zelanda: Science direct, 2020.

THORNTON A., LEE P. *Publication bias in meta-analysis: its causes and consequences.* Estados Unidos: Journal of Clinical Epidemiology, 2011.

TRUUS K., VAHER M. y TAURE I. *Algal biomass from *Fucus vesiculosus* (Phaeophyta): Investigation of the mineral and alginate components.* 95-103, s.l.: Proc Esr Acad Sci Chem, 2001, Vol. 50.

UQWU S., BISCOFF R. y ENWEREMADU C. *A meta-analysis of iron-based additives on enhancements of biogas yields during anaerobic digestion of organic wastes.* África: Journal of Cleaner Production, 2020.

VANEGAS CH. y BARTLETT J. *Energía verde de las algas marinas: producción y composición de biogás a partir de la digestión anaeróbica de especies de algas irlandesas.* Irlanda. Centro Nacional de Información Biotecnológica. 2013.

VARATHARAJAN A., ARJUNAN M., SAHAYA D., BALAKRISHNAN S., MUNUSAMY P. y RAJAKUMAR S. *Biogas and biofertilizer production of marine macroalgae: An effective anaerobic digestion of *Ulva* sp.* India: Scencedirect, 2019.

VÍCTOR K., OLGA B., LUTZ W., ANDREAS S., OLAF K. y JAN H. *Eficiencia y aspectos biotecnológicos de la producción de biogás a partir de sustratos orgánicos.* Austria: Elsevier, 2016.

WANG X., BAO K., CAO Y. y WEI C. *Cribado de microalgas para la eliminación integral de nutrientes en lechada de biogás y mejora de biogás mediante diferentes tecnologías de cultivo de microalgas.* China. Scientific Reports. 2017.

WASSA T., SIRASIT S. y BENJAMAS C. *Biocaptura de CO₂ del biogás por microalgas oleaginosas para mejorar el contenido de metano y producir simultáneamente lípidos.* España: Elsevier, 2014.

ZHAO Y., GUO G., SUN S., HU C. y LIU J. *Co-peletización de microalgas y hongos para una purificación eficiente de nutrientes y mejora de biogás.* China. Centro Nacional de Información Biotecnológica. 2019.

ZHAO Y., SUN S., HU C., ZHANG H., XU J. y PING L. *Rendimiento de tres cepas de microalgas en la purificación de lodos de biogás y la mejora del biogás en respuesta a varias longitudes de onda de luz de diodo emisor de luz mixta.* China. Centro Nacional de Información Biotecnológica. 2015.

ANEXO N°1: Declaratoria de autenticidad



DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DE LOS AUTORES

Nosotros, Apaza Herrera, Fredy Francisco y Gutiérrez Morales Dinora Alexandra, alumnos de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Cesar Vallejo sede Lima Norte declaramos bajo juramento que todos los datos de información e información que acompañan al trabajo al Trabajo de Investigación titulado “Obtención de biogás a base de las algas *Phaeophyceae* y *Chlorophyta* utilizando el proceso de fermentación anaeróbica: Meta-Análisis de resultados”, son:

1. De nuestra autora.
2. El presente trabajo de Investigación no ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
3. El Trabajo de Investigación no ha sido publicado ni presentado anteriormente.
4. Los resultados presentados en el presente trabajo de investigación son reales, no ha sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Lima, 30 de junio, 2020

Apaza Herrera, Fredy Francisco

DNI:47913126

Gutiérrez Morales, Dinora Alexandra

DNI:70865377

Anexo N°2: Cuadro de matriz De Operacionalización
CUADRO DE MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN

VARIABLES		DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
VARIABLE INDEPENDIENTE	Fermentación Anaeróbica de las alga <i>Phaeophyceae</i> y <i>Chlorophyta</i>	El proceso de fermentación anaeróbico consiste en una secuencia de reacciones, que degradan el azúcar en alcohol y en dióxido de carbono. Este tipo de proceso catabólico de oxidación no determinada por microorganismos generando energía por una mezcla carbonada. (Felipe D. y Bárbara F.,2015)	En la identificación de la fermentación anaeróbica de las algas <i>Phaeophyceae</i> y <i>Chlorophyta</i> se determinó teniendo en cuenta el proceso de fermentación anaeróbica y las características físicas de las algas <i>Phaeophyceae</i> y <i>Chlorophyta</i>	Proceso de fermentación anaeróbica	Densidad	g/cm ³
					Humedad	%
					Temperatura estabilizada	°C
				Características físicas de las algas	Color	Verdes, pardas y rojas
					Tipo	<i>Phaeophyceae</i> y <i>Chlorophyta</i>
					Dosis	Kg
VARIABLE DEPENDIENTE	Eficiencia de obtención de Biogás luego de una revisión sistemática y meta-análisis.	El Biogás es considerado como una combinación de gases generada por comunidades microbianas hidrológicas y metano génicas, que este tipo de mezcla degrada la materia orgánica en condiciones anaeróbicas. Además, el biogás puede ser sustituido de los combustibles fósiles debidos que este tipo de producto constituye como una fuente de energía sostenible y así mismo no genera impacto ambiental. (Javier F. L., 2014)	En la obtención de biogás luego de la revisión sistemática y meta-análisis se determinó la cantidad de metano obtenido y sus parámetros físico-químicos (temperatura y contenido energético) de biogás producido.	Cantidad	Cantidad de biogás (Metano (CH ₄))	ml
				Parámetros Físicoquímicos	Temperatura	°C
					Contenido energético	kW

Anexo N°3: Matriz De Consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	Indicadores	ESCALA DE MEDICION		
¿Será posible evaluar mediante la meta-análisis la eficiencia de la generación de biogás a base de las algas <i>Phaeophyceae</i> y <i>Chlorophyta</i> en el proceso de fermentación anaerobia?	Evaluar la eficiencia de la generación de la generación de biogás a base de las algas <i>Phaeophyceae</i> y <i>Chlorophyta</i> en el proceso de fermentación anaerobia luego de una revisión sistemática y meta-análisis.	La generación de biogás a base de las algas <i>Phaeophyceae</i> y <i>Chlorophyta</i> tiene una eficiencia superior al 60% en el proceso de fermentación anaerobia.	Variable Independiente: Fermentación Anaeróbica de las algas <i>Phaeophyceae</i> y <i>Chlorophyta</i>	Proceso de Fermentación anaeróbica	Densidad	g/cm ³		
OBJETIVO GENERAL	OBJETIVO ESPECIFICO				Humedad	%		
					Temperatura Estabilizada	°C		
				Color	Verde, pardas y rojas			
¿Cuáles serán las investigaciones científicas relacionadas con las características de las algas <i>Phaeophyceae</i> y <i>Chlorophyta</i> para la obtención de biogás luego de una revisión sistemática y meta-análisis	Determinar investigaciones científicas relacionadas con las características de las algas <i>Phaeophyceae</i> y <i>Chlorophyta</i> para la obtención de biogás luego de una revisión sistemática y meta-análisis.					Características físicas de las algas	Tipo	<i>Phaeophyceae</i> y <i>Chlorophyta</i>
							Dosis	Kg
¿Cómo se analizará la capacidad de obtención de biogás a base de las algas <i>Phaeophyceae</i> y <i>Chlorophyta</i> a partir del proceso de fermentación anaeróbica luego de una revisión sistemática y meta-análisis?	Determinar la capacidad de obtención de biogás a base de las algas <i>Phaeophyceae</i> y <i>Chlorophyta</i> a partir del proceso Fermentación anaeróbica luego de una revisión sistemática y meta-análisis.			Cantidad	Cantidad de biogás	ml		
					Parámetros fisicoquímicos de las algas	Temperatura	°C	
						Contenido energético	kW	

ANEXO°4: INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

Tabla x: Características de estudios incluidos en la revisión sistemática

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FICHA N°01							
Características de estudios incluidos en la revisión sistemática									
Investigadores:	Apaza Herrera Fredy Francisco – Gutierrez Morales Dinora Alexandra								
Referencias	Ámbito geográfico temporal	Cantidad de biogás obtenido (ml)	Tipo de Algas	Características operacionales		Tipo de análisis estadístico	Resultados	Conclusiones	Observaciones
				Temperatura °C	pH				


 Dr. Emer G. Benites Alfaro,
 CIP: 71998
 ORCID ID: 0000-0003-1504-2089
 Scopus ID de autor: 57216376765
 Web of Science Researcher ID: AAI-9644-2020


FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CP 8932
 DNI No 08153969 Tel: 960594075


CIP: 89972
 DNI: 08447308

Tabla x: Características fisicoquímicas en la determinación a la obtención de Biogás a base de las algas Phaeophyceae & Chlorothyta

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO FICHA N° 02			
Características fisicoquímicas en la determinación a la obtención de Biogás a base de las algas Phaeophyceae & Chlorothyta			
Investigadores:	Apaza Herrera Fredy Francisco – Gutierrez Morales Dinora Alexandra		
Autor(es) de estudio	Tipo de Alga	Color	Dosis


Dr. Elnor G. Benites Alfaro,
 CIP. 71998
 ORCID ID: 0000-0003-1504-2089
 Scopus ID de autor: 57216176765
 Web of Science Researcher ID: AAI-8644-2020


FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CP 8932.
 DNI No 08153969 Telf. 960594075


CIP: 89972
 DNI: 08447308

Tabla x: Características de los estudios relacionados en la obtención de Biogás a base de las algas *Phaeophyceae* & *Chlorothyta* en el proceso de Fermentación Anaerobia.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO				FICHA N° 03			
Características de los estudios relacionados en la obtención de Biogás a base de las algas <i>Phaeophyceae</i> & <i>Chlorothyta</i> en el proceso de Fermentación Anaerobia							
Investigadores:		Apaza Herrera Fredy Francisco – Gutierrez Morales Dinora Alexandra					
Autor(es) del estudio	Densidad (g/m³)	Humedad (%)		Temperatura(°C)			


 Dr. Erner G. Benites Alfaro,
 CIP. 71998
 ORCID ID: 0000-0003-1504-2089
 Scopus ID de autor: 57216176765
 Web of Science Researcher ID: AAI-8644-2020


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CP 8932.
 DNI No 08153969 Tel. 960594075


 CIP: 89972
 DNI: 08447308

Tabla x: Características de los estudios relacionados con los parámetros fisicoquímicos en la obtención de Biogás en el proceso de Fermentación Anaerobia

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO					FICHA N° 04				
Características de los estudios relacionados con los parámetros fisicoquímicos en la obtención de Biogás en el proceso de Fermentación Anaerobia									
Investigadores:		Apaza Herrera Fredy Francisco – Gutierrez Morales Dinora Alexandra							
Autor(es) del estudio		Metano (CH₄)		Temperatura (°C)		Contenido energético		Tiempo de retención (días)	


 Dr. Eimer G. Benites Alfaro,
 CIP. 71998
 ORCID ID: 0000-0003-1504-2089
 Scopus ID de autor: 57216176765
 Web of Science Researcher ID: AAI-8644-2020


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CP 8932
 DNI No 08153969 Tel. 960594075


 CIP: 89972
 DNI: 08447308

ANEXO N°5: VALIDACION DE INSTRUMENTOS



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 1

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Benites Alfaro, Elmer
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características de estudios incluidos en la revisión sistemática**
 1.4. Autor(A) de Instrumento: *Ayana Herrera Freidy Francisco – Gutierrez Morales Diana Alexandra*

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE				ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											90%			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											90%			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											90%			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											90%			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											90%			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											90%			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											90%			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											90%			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar la hipótesis.											90%			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											90%			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación SI

Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 90%

Lima, 11 de junio del 2020


 Dr. Elmer Benites Alfaro
Docente UCV

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 2

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Benites Alfaro, Eimer**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente Universidad César Vallejo**
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características fisicoquímicas en la determinación a la obtención de Biogás a base de las algas *Phaeophyceae* & *Chlorophyta***
- 1.4. Autor(A) de Instrumento: **Jhona Herrera Frealy Francisco – Gáratea Mercedes Diana Alexandra**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						SUSCEPTIBLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											90%		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											90%		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												97%	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											90%		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											90%		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											90%		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											90%		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											90%		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											90%		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											90%		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

91%

Lima, 11 de junio del 2020



Eimer G. Benites Alfaro,
 CP: 71598
 ORCID ID: 0000-0001-1404-3089
 Scopus ID de autor: 57216176765



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 3

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres:

Dr. Benites Alfaro, Elmer

1.2. Cargo e institución donde labora:

Docente Universidad César Vallejo

1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación:

Características de los estudios relacionados en la obtención de Biogás a base de las algas *Phaeophyceae* & *Chlorophyta* en el proceso de Fermentación Anaerobia

1.4. Autor(A) de Instrumento:

Apaza Herrera Fredy Francisco – Gutierrez Morales Diana Alexandra

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE					ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											90%			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											90%			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											90%			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											90%			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											90%			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											90%			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											90%			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											90%			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para probar probar la hipótesis.											90%			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											90%			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

 SI

Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 11 de junio del 2020

Elmer C. Benites Alfaro,
CIP: 11344



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 4

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Benites Alfaro, Elmer
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Características de los estudios relacionados con los parámetros físico-químicos en la obtención de Biogás en el proceso de Fermentación Anaerobia
- 1.4. Autor(A) de Instrumento: Apaza Herrera Fredy Francisco – Gutiérrez Morales Estera Alexandra

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											90%		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											90%		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											90%		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											90%		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											90%		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											90%		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											90%		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											90%		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											90%		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											90%		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 11 de junio del 2020

Dr. Benites Alfaro, Elmer
 UCV 1989
 CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombre: **DR. JUAN JULIO ORDOÑEZ GALVEZ**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **DOCENTE E INVESTIGADOR /UCV Lima Norte**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **CALIDAD Y GESTIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTUDIOS INCLUIDOS EN LA REVISIÓN**
 1.5. Autor(A) de Instrumento: **APAZA HERRERA FRDY FRANCISCO y GUTIERREZ MORALES DINORA ALEXANDRA**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Lima, del 201


FIRMA DEL AUTOR RESPONSABLE
 CIP.....
 DNI No...08447308... Tel:....5281648

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

V. DATOS GENERALES

- 5.1. Apellidos y Nombre: **DR. JUAN JULIO ORDOÑEZ GALVEZ**
 5.2. Cargo e institución donde labora: **DOCENTE E INVESTIGADOR /UCV Lima Norte**
 5.3. Especialidad o línea de investigación: **CALIDAD Y GESTIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES**
 5.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS EN LA DETERMINACIÓN A LA OBTENCIÓN DE BIOMASA A BASE DE LAS ALGAS PHAEOPHYCEAE & CHLOROPHYTA**
 5.5. Autor(A) de Instrumento: **APAZA HERRERA FRDY FRANCISCO y GUTIERREZ MORALES DINORA ALEXANDRA**

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

X

VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %

Lima, del 201


 FIRMA DEL EVALUADOR
 CIP.....

DNI No.00447308. Tel: 5281648

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **DR. JORGE LUIS LOPEZ BULNES**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **DOCENTE E INVESTIGADOR /UCV Lima Norte**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **CALIDAD Y GESTIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTUDIOS INCLUIDOS EN LA REVISIÓN**
 1.5. Autor(A) de Instrumento: **APAZA HERRERA FRDY FRANCISCO y GUTIERREZ MORALES DINORA ALEXANDRA**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90%

Lima, 18 de junio... del 2020


 FIRMIA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CP 8932
 DNI No 08153969. Tel: 960594075

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

V. DATOS GENERALES

- 5.1. Apellidos y Nombre: **DR. JORGE LUIS LOPEZ BULNES**
 5.2. Cargo e institución donde labora: **DOCENTE E INVESTIGADOR /UCV Lima Norte**
 5.3. Especialidad o línea de investigación: **CALIDAD Y GESTIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES**
 5.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS EN LA DETERMINACIÓN A LA OBTENCIÓN DE BIOGÁS A BASE DE LAS ALGAS PHAEODOPHYCEAE & CHLOROTHYTA**
 5.5. Autor(A) de Instrumento: **APAZA HERRERA FRDY FRANCISCO y GUTIERREZ MORALES DINORA ALEXANDRA**

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 18 de junio del 2020



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CP 8932.
 DNI No 08153069 Telef. 960594075