

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



Una Institución Adventista

Evaluación del rendimiento de biogás aplicando un sistema de polietileno térmico como soporte de temperatura para acelerar su producción, en el campus de la Universidad Peruana Unión

Autor

Edgar Palomino Arango
Gianmarco Prudencio Vega

Asesor

Mg. David Andrés Sumire Quenta

Lima, julio 2020

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DEL INFORME DE TESIS

Mg. David Sumire Qqenta de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: “Evaluación del rendimiento de biogás aplicando un sistema de polietileno térmico como soporte de temperatura para acelerar su producción, en el campus de la Universidad Peruana Unión” constituye la memoria que presenta los Egresados: Edgar Palomino Arango y Gianmarco Prudencio Vega para aspirar al grado académico de bachiller en Ingeniería Ambiental, cuya investigación ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, son comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en Lima, 20 de agosto del año 2020.



Mg. David Sumire Qqenta

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a.....30..... día(s) del mes de.....julio.....del año ..2020.. siendo las....12:10....horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión campus Lima, bajo la dirección del (de la) presidente(a):

.....Mg. Milda Amparo Cruz Huaranga.....el(la) secretario(a):

..... Ing. Orlando Alan Poma Porras..... y los demás miembros:

.....Ing. Josue Isac Carrillo Espinoza, Mg. Javier Raúl Condor Huamán.....

.....y el(la) asesor(a) Mg. David Andres Sumire Qquenta.....

.....con el propósito de administrar el acto académico de sustentación del trabajo de investigación titulado: Evaluación del rendimiento de biogás aplicando un sistema de polietileno térmico como soporte de temperatura para acelerar su producción, en el campus de la Universidad Peruana Union.....

.....de los (las) egresados (as): a) Edgar Palomino Arango.....

.....b) Gianmarco Prudencio Vega.....

.....conducente a la obtención del grado académico de Bachiller enIngeniería Ambiental.....

(Denominación del Grado Académico de Bachiller)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando.....a los.... candidato(a)/s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por.....los.... candidato(a)/s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato/a (a): Edgar Palomino Arango.....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	17	B+	Muy Bueno	Sobresaliente

Candidato/a (b): Gianmarco Prudencio Vega.....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	17	B+	Muy Bueno	Sobresaliente

() Ver parte posterior*

Finalmente, el Presidente del jurado invitó.....a los....candidato(a)/s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Presidente/a



Secretario/a

Asesor/a

Miembro

Miembro

Candidato/a (a)

Candidato/a (b)

Evaluación del rendimiento de biogás aplicando un sistema de polietileno térmico como soporte de temperatura para acelerar su producción, en el campus de la Universidad Peruana Unión

BIOGAS PERFORMANCE EVALUATION APPLYING A THERMAL POLYETHYLENE SYSTEM AS A TEMPERATURE SUPPORT TO ACCELERATE ITS PRODUCTION, ON THE CAMPUS OF THE UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

Palomino Arango Edgar Prudencio Vega Gianmarco^{a,b}

a Universidad Peruana Unión, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, E.P Ingeniería Ambiental, Carretera Central Km.19.5 Ñaña-Chosica

Resumen

El objetivo es analizar y documentar la información del rendimiento de biogás por medio de los parámetros de calidad en la elaboración de biogás a partir de residuos orgánicos y proponer un sistema de polietileno térmico como soporte de temperatura. Para ello se revisó los resultados, analizando los diferentes parámetros que intervienen en la digestión anaerobia. La metodología consiste en la búsqueda explorativa de las diferentes bases de datos confiables ; de acuerdo a la investigación realizada se destaca que, con un control adecuado de parámetros, se puede mejorar la aceleración del proceso anaerobio en las diferentes fases como la temperatura en rangos adecuados: psicofílica, >20 °C, mesofílica 30 a 40°C termofílica 40 a 53 °C y un Ph óptimo de 6.5 a 7.5 y una codigestión en el proceso para una buena relación de Carbono/Nitrógeno proporción de 30:1. y el polietileno térmico es un material que captura y almacena calor.

Palabras clave: Digestión anaerobia, residuos orgánicos, biogás, parámetros.

Abstract

The objective is to analyze and document the biogas performance information by means of the quality parameters in the elaboration of biogas from organic waste and to propose a thermal polyethylene system as a temperature support. To do this, the results were reviewed, analyzing the different parameters involved in anaerobic digestion. The methodology consists of the exploratory search of the different reliable databases; According to the research carried out, it is highlighted that, with adequate control of parameters, the acceleration of the anaerobic process in the different phases can be improved, such as temperature in suitable ranges: psychophilic, > 20 ° C, mesophilic 30 to 40 ° C thermophilic 40 to 53 ° C and an optimal pH of 6.5 to 7.5 and co-digestion in the process for a good Carbon / Nitrogen ratio of 30: 1. and thermal polyethylene is a material that stores heat from 20 to 40 ° C

Key Words: Anaerobic digestion, organic waste, biogas, parameters.

edgararango@upeu.edu.pe

gianprudencio@upeu.edu.pe

1. Introducción

El consumismo de la humanidad; hoy en día trae como consecuencia un aumento de residuos o materiales que son descartados, de entre ellos los restos orgánicos que desde hace varias décadas han sido un foco de atención. Debido al índice de crecimiento poblacional ha hecho que los residuos tengan un crecimiento exponencial y que los rellenos sanitarios se estén agotando, esto ha ocasionado impactos negativos en el ambiente, a causa de la descomposición de residuos orgánicos (Chávez & Rodríguez, 2016).

En ese sentido, la descomposición de los residuos convertidos a abonos orgánicos con alto contenido de NPK (Nitrógeno, Fósforo y Potasio) para los suelos, la elaboración de biogás, los biocombustibles, entre otros, son tecnologías mediante las cuales se puede transformar éstos desperdicios (Jaramillo & Zapata, 2008)

En la actualidad el proceso de digestión anaerobia es la técnica más manejada en la industria para el tratamiento de los restos orgánicos por sus numerosas ventajas: reduce las emisiones de gases de efecto

invernadero (GEI); produce biogás que puede ser utilizado para generar energía y así evitar otras fuentes de energía más contaminantes; disminuye un gran porcentaje el contenido en materia orgánica (Sáez, 2017).

De manera que todo proceso biológico la digestión anaerobia se desarrollará satisfactoriamente o no dependiendo de las circunstancias que se encuentren en el medio. Para proveer el adecuado tratamiento de los microorganismos que operan sobre la materia orgánica presente en los residuos que son sometidos a esta biodegradación, es necesario conocer, en qué medida aportan o no a esta biodegradación. Diferentes parámetros físicos y químicos siempre están presentes en los procesos anaerobios; siendo los elementos principales que intervienen en el proceso (Parra, 2015).

La descomposición de los restos orgánicos en una digestión anaerobia son sensibles frente a las de las condiciones ambientales, que dan respuesta negativa para lo cual es importante mejorar las técnicas de influencia a la temperatura, pH, C/N.(Mao et al., 2017)

Ante esta situación nuestro es analizar y documentar la información del rendimiento de biogás por medio de los parámetros de calidad en la elaboración de biogás a partir de residuos orgánicos y proponer un sistema de polietileno térmico como soporte de temperatura.

2. Desarrollo

2.1 Generación de residuos

El crecimiento poblacional en América latina, los cambios de hábito en el consumo de alimentación, el crecimiento de la actividad comercial e industrial ha hecho que los residuos se incrementen. En la cumbre de rio de Janeiro se propusieron áreas de programas de solución como aumento máximo reutilización y reciclado y el tratamiento ecológico racional como medio del desarrollo sostenibles (Zulia et al., 2014).

2.2 Tipos de tecnología para aprovechar el residuo orgánico

Las técnicas que más se usan internacionalmente, son el compostaje y el humus de lombriz, en la técnica del compostaje se elabora a través de la biodegradación de la materia orgánica por la intervención de microorganismos, y esto consiste en formar unos montículos o pilas con los residuos con dimensiones de criterio donde son tratados con movimientos de volteo para la oxigenación, y el resultado es un material libre de patógenos y de microorganismos nocivos listo para ser usado en el campo de agricultura y para el humus se utiliza la lombriz que es una biotécnica que transforma los residuos orgánicos de compostaje a un nivel más rico en nutrientes las condiciones de manejo son más rigurosas en cuestión de Ph, humedad y temperatura si estos parámetros son óptimos tienen una alta tasa de reproductividad (Chávez & Rodríguez, 2016).

La producción bioenergética a través de residuos orgánicos se enfocan en bioetanol como una fuente de combustible automotor, donde se elaboraba del almidón de maíz, y posteriormente del bagazo de caña teniendo un proceso de descomposición anaerobio, posteriormente se están elaborando también de residuo de aceite de palma, salvado de trigo, cascara de soya, eucalipto paja de trigo, etc. también la literatura enfoca otros bioenergéticas como biodiesel, biohidrógeno y biogás (Saval, 2012).

2.3 Biogás

El biogás está compuesto de varios gases originados por la fermentación anaerobia de la materia orgánica, como el estiércol y los restos orgánicos. La composición química del biogás señala que el componente más abundante es el metano (CH₄); este es el primer hidrocarburo de la serie de los alcanos y un gas que contribuye al efecto invernadero. La mezcla de CH₄ con el aire es combustible y prende con llama azul (Savran, Piñón, & Palacios, 2012).

2.4 Biodigestor

cisterna ecológico donde se hace la digestión anaerobia por las bacterias (sin oxígeno) que hace la

conversión de la biomasa en biogás, es un instrumento o herramienta principal para proceso de metanización y para la captación del biogás.(Ramírez-Ponce et al., 2014)

2.5 Digestión Anaerobia

En ausencia de oxígeno la biomasa entra en un proceso biológico, donde los microorganismos específicos en cada etapa descomponen y como resultado obtenemos el biogás y abonos, donde se puede aprovechar en de una manera sostenible en cocinas o también adaptar a motores y el biol en una agricultura orgánica(Andrés & Roa, 2019)

3.0 Fases en la descomposición del sistema anaerobio

Pérez & Quinchía, (2019) mencionan que para digestión anaerobia se desarrolle de manera eficaz, debe pasar por 4 fases: Hidrólisis, Acidogénesis, Acetogénesis y Metanogénesis. En la siguiente figura (**Figura 1**), se muestran las etapas del proceso:

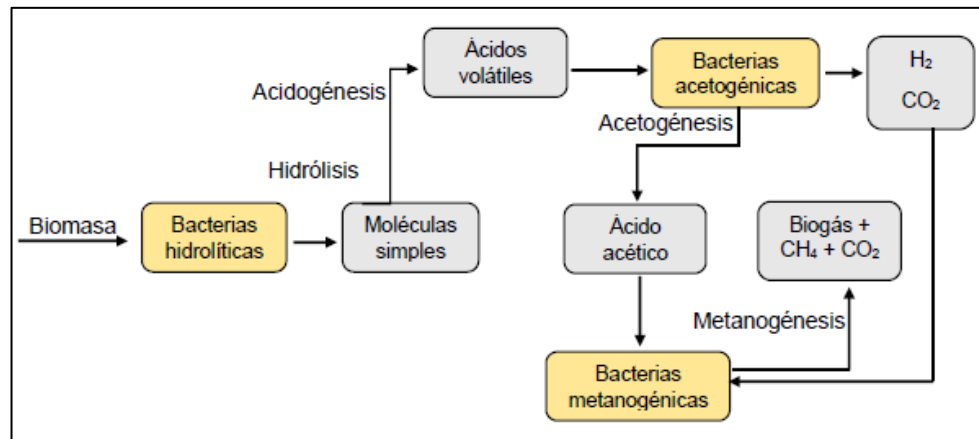


Figura 1. Fases del proceso anaerobio.

Fuente: Pérez y Quinchía, (2019)

A) Hidrolisis

Los residuos orgánicos polimérica no puede ser manejada directamente por las bacterias a menos que se hidrolicen en compuestos solubles, que deben atravesar la pared celular. El primer paso necesario es la hidrólisis que permite la degradación anaeróbica de biomasa orgánicos complejos. Por tanto, la fase de hidrólisis es la que suministra sustratos orgánicos para la fermentación anaerobia. La hidrólisis de estas moléculas complejas se realiza por la acción de enzimas extracelulares realizadas por bacterias hidrolíticos(FNR, 2010).

B) Acidogénesis

es la etapa de la fermentación de los moléculas de residuos orgánico, convirtiendo procesando a la etapa hidrolisis que es de cadena corta como ácidos grasos, alcoholes dióxido de carbono, en la proceso los microorganismos son radicales hacen desaparecer los oxígenos disuelto(Gonzales et al., 2017)

C) Acetogénesis

los ácidos grasos volátiles, el etanol son procesados a sustancias sencillas esto lo realizan las bacterias acetogenicas tenemos el hidrogeno, acetato, estas bacterias han podido terminar todo el alimento de la biomasa, ha terminado el proceso para luego ser utilizado como sustrato para la otra etapa de metanogesis(Gonzales et al., 2017).

los de cadena corta que son los ácidos grasos son convertidos en acético, hidrógeno y CO₂, mediante la operación de los microorganismos acetogénicos (Fernández, 2016).

D) Metanogénesis

En esta fase, un extenso grupo de bacterias anaeróbicas estrictas, intervienen sobre los productos resultantes de las fases anteriores. Los microorganismos metanogénicos pueden ser estimados como los más significativos dentro del grupo de microorganismos anaerobios, debido a que son los encargados del proceso de metano y de la desaparición de los grupos anteriores, por todo esto, , los que dan nombre al proceso global de biometanización (García, 2019).

El rango de temperatura óptimo para el desarrollo de los metanógenos y la obtención de biogás es de 25 a 30 °C (Jiménez, 2012).

4. Parámetros importantes en el proceso de elaboración de biogás

A) Temperatura

De acuerdo a la teoría es que las tasas de reacciones químicas se aumentan con la temperatura ambiente. Sin embargo, esto se aplica sólo parcialmente a la descomposición biológica y a los procesos de conversión. En estos casos tenemos que recordar que los microorganismos implicados en el proceso metabólico adquieren distintas temperaturas óptimas. Si la temperatura está por encima o por debajo de su rango óptimo, los microorganismos importantes pueden inhibirse o, en los casos extremos, sufrir un daño irreparable(FNR, 2010).

Este parámetro influye notablemente en el aumento y subsistencia de las bacterias, sin embargo, el proceso anaeróbico es posible en tres rangos de temperatura (psicrofílica, mesofílica y termofílica), usualmente la baja temperatura conlleva a decaer la velocidad de crecimiento y la acción metanogénica (Parra, 2015).

Se demostró en un análisis enfocado en ácido nucleico que los variables o parámetros ambientales como la temperatura, intervienen potencialmente para la degradación de biomasa, las termofílicas son clave para el proceso hidrolisis

El comportamiento de la temperatura en el proceso fue un parámetro importante en la prueba metaproteómicos que consiste en (extracción de proteínas de biomasa para análisis espectrometría) con las familias synergistaceae y petrotogaceae considerada como termófila, si detectamos el comportamiento proceso metanogénica para los diferentes familias y aplicar el parámetro adecuado y aumento la producción de Biogás (Buettner et al., 2019)

En un proceso anaerobio de desperdicios de alimentos y el otro de combinación de mezcla de estiércol de vaca el estudio abordado del rendimiento y el comportamiento microbiano a temperaturas mesofílicas (37° C) y termofílica (55 °C) el mayor rendimiento se observó alimentados por la codigestion de desperdicios de alimentos y estiércol de vaca, en temperaturas de 37 °C pero al incorporar estiércol de vaca a termofílico resulto menos debido que contiene alto calcio que no cuadra con temperaturas altas, sin embargo es recomendable incorporar en la fase mesofílica y al inicio ya que al incorporar se prolifera rápidamente los microorganismos y proporciona una buena relación de carbono y nitrógeno(Zamanzadeh et al., 2017)

La aceleración de la producción biológica, va ser influenciado mucho del aumento de microorganismos y esto dependerá de la temperatura que cuando es más calor aumenta la proliferación de estas bacterias y la digestión se acelera obteniendo mayor producción de biogás, se ha establecido tres niveles en todo el proceso nivel psicrofílo hasta 25 °C nivel mesofílico de 25 a 45 °C y el nivel termofílico 45 a 65 c.(Ibáñez, 2015)

La temperatura y la composición de biomasa, son considerados como parámetros importantes en la actividad microbiana, para su desarrollo de microorganismos y por ende la producción de biogás, por otro lado regula en la fermentación y esto hace que aumente la producción, también para que tengan un buen cambio de proceso los ácidos grasos volátiles Y alcoholes considerados como solubles(House et al., 2013) la acumulación de calor térmico es indispensable para cada etapa del proceso puesto esto ayudan a

descomponer más rápido, los microorganismos son susceptibles al cambio brusco de temperatura por ende es importante mantener al nivel de los diferentes procesos (Parra-ortiz et al., 2019)

Tabla 1.

Rangos de temperatura con relación a tiempo de retención.

Estado término	Temperatura de operación	Tiempo de retención
Psicrofílico	<20°C	70 – 80 días
Mesofílico	30 – 42°C	30 – 40 días
Termofílico	43 – 55°C	15 – 20 días

Fuente: Parra-ortiz et al., (2019)

B) Ph

En cuanto al valor de pH es semejante a la temperatura. Las bacterias que actúan en las distintas etapas de descomposición necesitan diferentes valores de pH para un perfecto desarrollo.

El pH óptimo de las bacterias de hidrólisis y que forman ácidos está en un rango que va de pH 5,2 a pH 6,3. No dependen totalmente de dichos valores, no obstante, son capaces de convertir sustratos a un valor de pH ligeramente más alto. El único efecto es que su actividad se reduce ligeramente. En contraste, un valor de pH en el rango neutral de 6,5 a 8 es totalmente fundamental para las bacterias que crean ácido acético y para las arqueas metanogénicas. Por ende, si el proceso de fermentación ocurre en un solo digestor, debe establecerse este rango de pH (FNR, 2010).

El intervalo de pH óptimo para el crecimiento de las bacterias metanogénicas es de 6.8 a 7.5, el cual tiene predominio en la actividad enzimática. El límite óptimo del potencial de óxido reducción es inferior de 350 mV (Jiménez, 2012).

El pH del reactor altera el proceso de la digestión anaerobia y eficacia del proceso de digestión. Los metanógenos trabajan efectivamente entre rango de pH de 6,5-8,2, con un pH óptimo de 7,0. Aunque se ha demostrado que el rango de pH óptimo para la máxima producción de rendimiento de gas en la D.A es 6,5-7,5 (Parra, 2015).

En proceso de fermentación en los biodigestores normalmente debe estar en torno a 7.0 unidades de pH. Sin embargo, la digestión para la obtención de biogás consta de tres etapas hidrólisis, acidogénesis, acetogénesis y metanogénesis (Hernández, 2013).

En la bacteria de peptococcaceae que es influenciada bastante por el Ph, ya que, cuando baja el Ph, disminuye también sus proteínas y por ende la producción, esto se debe por las altas concentraciones de ácidos grasos volátiles (VFA) que impiden la actividad de hidrólisis como la metanogénesis, los sustratos que empleamos influyen en las concentraciones de VFA, por lo tanto se tiene que evaluar los sustratos. (Buettner et al., 2019)

la alta salinidad interviene en la actividad de las células dándoles pérdida o fracaso de trabajo microbiano, una pequeña cantidad de NaCl incrementa el rendimiento de metano, una alta cantidad NaCl hace que reduzca el rendimiento, en la metanogénesis tiene un efecto más mientras en la acidogénesis es más resistente (Wang et al., 2017)

C) Relación carbono y nitrógeno

En la alimentación de bacterias para la producción de biogás el carbono y nitrógeno son los principales fuentes y por eso tiene que haber una cantidad de carbono orgánico con respecto a la cantidad de nitrógeno total en un residuo orgánico, en estos dos nutrientes deben oscilar una relación óptima en un aproximado máximo de 30:1 y mínimo 20:1 ya que mayor a esto los microorganismos no se multiplican ni se desarrollan por deficiencia de nitrógeno descomposición de residuos de carbohidratos es más lento, aunque la producción de biogás acelera, y si es menor a 8:1 se paraliza los microorganismos, estos en altas cantidades se convierte en tóxicos por un elevado contenido de amonio se mueren (Navarro, 2017).

El contenido de carbono y nitrógeno como sustancias nutrientes son claves para el proceso para un buen desarrollo microbiano para una buena producción de biogás, por ello la relación de carbono y nitrógeno debe oscilar en un estándar nivelado de 20 y 30 partes de carbono con respecto a cada parte de nitrógeno, si la cantidad de nitrógeno es harto la producción tiende a disminuir por la formación de amonio, por todo ello para tener un adecuado balance de alimentos se debe utilizar varios sustratos ricos en nitrógeno sin descuidar la abundancia de carbono para el desarrollo óptimo de microorganismos e eficiente producción de biogás(Vargas, 2010).

Utilizando los rastrojos a partir de cosechas de remolachas de forraje, cebada, maíz, sorgo dulce, tienen abundante carbohidratos con altos nitrógeno teniendo una relación C/N 30:1 obteniendo un resultado de mucha productividad de biogás(Vargas, 2010).

El desarrollo microbiológico no solo necesita de fuentes de carbono y nitrógeno, también es necesario de los sales minerales estar presentes en cierto equilibrio (azufre, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, molibdeno, zinc, cobalto, selenio, tungsteno, níquel y otros menores) (Moreno, 2011).

La elaboración de biogás haciendo una codigestion, es un alternativa excelente, porque aporta un equilibrio de nutrientes, para acelerar y aumentar la producción de biogás, un aporte de nitrógeno con el estiércol de ganado y carbohidrato con las pajas, se hace perfecto en la relación carbono/nitrógeno,(Mao et al., 2017).

Una forma de acelerar la producción anaerobia y mejorar la rendimiento, es a través de la codigestion de varios tipos de residuos sólidos orgánicos como estiércol de ganados, aves rastrojos de cosecha, restos de cocina, se ha investigado una digestión excelente a través de una mezcla de estiércol de vaca y la paja de maíz, estos equilibran la relación carbono y nitrógeno 12 : 7 y tuvieron buen rendimiento que una digestión individual(Wei et al., 2019).

La mezcla de residuos de cocina y los desperdicios de ganado una alternativa de codigestion que mejora la producción de biogás a comparación de la digestión d solo estiércol de ganado que no tiene buena fermentación por motivo de la relación de N /C.(Dai et al., 2016)

5. Propuesta de un sistema de polietileno térmico como soporte de temperatura

5.1 Plástico de películas térmicas (termoaislantes) de invernadero

Los procesos de la fotosíntesis, el riego apropiado de agua y nutrientes el desarrollo y crecimiento de los cultivos tiene que ver mucho con el clima, todo el metabolismo de las plantas es afectado por la temperatura, este sistema puede controlar el factor de frio y mantener el temperatura alta, es como un efecto invernadero, en el interior conserva el calor, cuando llega el proceso de enfriarse por una radiación infrarroja de onda larga estos atraviesan el plástico, por eso cuando es más opaca sea se mantendrá el calor interior. También es importante reconocer las propiedades de los plásticos como las películas térmicas no dejan de escapar el calor depositado de la radiación infrarroja como en el día y de noche, estos plásticos dificultan la inversión térmica (Aguirre, 2012).

Los plásticos de película térmica el calor es atrapado en el día y por el efecto termoaislante queda para la noche, pues son adecuados para zonas frías donde se dan heladas, las radiaciones que vienen del sol de ondas cortas son absorbidas en el transcurso del día por el suelo, pues estas capas de plástico son permeables, y por la noche las radiaciones de longitud que liberan los suelos no dejan escapar son impermeables(Para et al., 2010).

El ensayo para producir lechuga en un invernadero cubierta con polietileno transparente de 100 micras, reporto Las temperaturas mayores y menores fueron altos en el sistema de invernadero, la comparación de los valores máximos el de invernadero fue mayor, el promedio diario de temperatura dentro del invernadero fue 22°C y temperatura del aire fue 16.7°C(Segovia et al., 1997)

El polietileno tiene un coeficiente de conductividad térmica de 0.29 a 0.43 W K y el aire es de 0.024 WK es por eso que el polietileno conduce el calor 18 veces más que el aire, y esto hace que se conserve mas tiempo en la noche que son más frías(Lenscak, 2019)

El polietileno incrementa a absorción del infrarrojo largo, es por eso que estas películas pueden o hacen que las temperaturas de noche se incrementen y son favorables para la producción agronómico en invernaderos (Construcci et al., n.d.)

Los plásticos más usados para el fines de cubierta agrícola son los polietileno de baja densidad, estos tienen buenas propiedades mecánicas y físicas y también térmicas que contienen aditivos bloqueadores de IR-largo (infrarojo) que pasa a térmico infrarojo (PE-IR) estos limitan la inversión térmica en el invernadero.(Zanabria, 2015)

5.2 Inercia térmica

Según el Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones (IECA, 2018), la inercia térmica es la propiedad que muestra la cantidad de calor que puede almacenar un cuerpo y la rapidez con que la se detiene o absorbe del entorno. Esta propiedad es usada en construcción para almacenar la temperatura del interior de los locales habitables más estable a lo largo del día, mediante muros de gran masa. En invierno, durante el día se calientan, y por la noche, más fría, van cediendo el calor al ambiente del local. En verano, por la noche se enfrían con una ventilación apropiada, para ceder este frío al ambiente a lo largo del día siguiente.

No se trata de una magnitud física en sí misma, sino que de pende de la masa, del calor específico y del coeficiente de conductividad térmica del material.

Según Turégano et al., (2003), el coeficiente de conductividad se define como la cantidad de energía que atraviesa una superficie de 1 m² y un m de espesor cuando las temperaturas a ambos lados difieren en un °C. Sus unidades en el SI serán el W/m·°C que equivale a 0,86 kcal/m·°C.

Tabla 2.

Características técnicas del polietileno

PROPIEDAD	UNIDAD	NORMA	POLIETILENO (PE)
Alargamiento a la rotura	%	DIN 53455	800
Conductividad térmica	W/Km	DIN 52612	0,43
Coefficiente de dilatación térmica de 20°C a 50°C	m/m K		200·10-6
Coefficiente de Fricción			0,2
Densidad	g/cm ²	DIN 53479	0,95
Dureza a la bola	N/mm ²	DIN 53456	
Dureza "Shore"		DIN 53505	D65
Módulo de elasticidad	N/mm ²	DIN 53457	900
Punto de fusión	°C	ASTM D789	138

Resistencia Superficial		DIN 53482	1·1013
Resistencia al impacto	KJ/m ²	DIN 53453	No es trenca
Resistencia a la tracción	N/mm ²	DIN 53455	28
Temperatura máxima de uso	°C	NORMAL	80
	°C	CON PUNTAS	110
Temperatura mínima de uso	°C		-100

Fuente: Plasticbages Industrial, S.L.

Discusión

Parra, (2015), menciona que un proceso anaeróbico es posible en tres rangos de temperatura (psicrofílica, mesofílica y termofílica), en los diferentes etapas y de similar (Ibáñez, 2015) revela en su estudio tres niveles en todo el proceso nivel psicrófilo hasta 25 °C nivel mesofílico de 25 a 45 °C y el nivel termofílico 45 a 65 °C tener un cuidado en cada uno de ellos, también (Parra-ortiz et al., 2019) los microorganismos son susceptibles al cambio brusco de temperatura por eso es importante mantener al nivel de rango en los diferentes procesos scrofilicos < a 20 °C mesofílico de 30 a 42°C y termofílico de 43 a 53 °C

Buettner et al.,(2019), menciona que es influenciada bastante por el Ph, cuando baja, disminuye también sus proteínas y por ende la producción, por lo tanto, se tiene que evaluar los sustratos. (Parra, 2015), menciona el pH del reactor afecta la eficiencia del proceso de digestión. El rango óptimo de pH de 6,5-8,2, con un pH óptimo para la máxima obtención de 7,5. (Hernández, 2013), señala el proceso de fermentación en los biodigestores normalmente debe estar en torno a 7.0 unidades de pH. Sin embargo, la digestión para la obtención de biogás consta de tres etapas hidrólisis, acidogénesis, acetogénesis y metanogénesis pero para la hidrolisis necesita Ph acido de 4 a 5.

Buettner et al., (2019), afirma que la bacteria de peptococcaceae es influenciada bastante por el Ph, ya que, cuando baja el Ph, disminuye también sus proteínas los sustratos que empleamos influyen en las concentraciones de ácidos grasos volátiles, por lo tanto, se tiene que evaluar los sustratos.

Navarro, (2017), declara en la alimentación de bacterias para la producción de biogás el carbono y nitrógeno son los principales fuentes en estos dos nutrientes deben oscilar una relación óptima en un aproximado máximo de 30:1 y mínimo 20:1 (Vargas, 2010), menciona que utilizando los rastrojos a partir de cosechas de remolachas de forraje, cebada, maíz, sorgo dulce, tienen abundantes carbohidratos con altos nitrógeno teniendo una relación C/N 30:1 obteniendo un resultado de mucha productividad de biogás (Wei et al., 2019), señala que para estiércol de ganados, aves, rastrojos de cosecha, restos de cocina, se ha investigado una digestión excelente a través de una mezcla de estiércol de vaca y la paja de maíz, estos equilibran la relación carbono y nitrógeno 12 : 7 y tuvieron buen rendimiento que una digestión individual

Dai et al., (2016), afirma que la mezcla de residuos de cocina y los desperdicios de ganado una alternativa de codigestion que mejora la producción de biogás a comparación de la digestión solo estiércol de ganado que no tiene buena fermentación por motivo de la relación de C /N. (Mao et al., 2017), declara la elaboración de biogás haciendo una codigestion, es una alternativa eficaz porque aporta un equilibrio de nutrientes, para acelerar y aumentar la producción de biogás, un aporte de nitrógeno con el estiércol de ganado y carbohidrato con las pajas, se hace perfecto en la relación Carbono/Nitrógeno,

Segovia et al., (1997), menciona que las temperaturas mayores y menores fueron altos en el sistema de invernadero, la comparación de los valores máximos el de invernadero fue mayor, el promedio diario de

temperatura dentro del invernadero fue 22°C y temperatura del aire fue 16.7°C

Lenscak, (2019), el polietileno tiene un coeficiente de conductividad térmica de 0.29 a 0.43 W K y el aire es de 0.024 WK es por eso que el polietileno conduce el calor 18 veces más que el aire, y esto hace que se conserve más tiempo en la noche que son más frías similar menciona (Zanabria, 2015), que los los plásticos más usados para el fines de cubierta agrícola son los polietileno de baja densidad, estos tienen buenas propiedades mecánicas y físicas y también térmicas que contienen aditivos bloqueadores de IR-largo (infrarojo) que pasa a térmico infrarojo (PE-IR) estos limitan la inversión térmica en el invernadero.

Conclusiones

Para que las actividades del proceso anaerobio puedan prosperar, tiene que tener un control riguroso en los diferentes parámetros ya que estos influyen mucho en la aceleración del trabajo de microorganismos y por ende la materialización a biogás, es por ello podemos concluir.

Las alteraciones de temperatura repercuten o influyen mucho en la actividad de digestión anaerobia y consecuencia de ello la cantidad y calidad de la producción de biogás disminuyen considerablemente.

Cada fase del proceso necesita un rango óptimo de temperatura desde la fase scrofílica teniendo un rango de 25 °C, mesofílica de 25 a 40 °C y termofílica de 40 a 50 °C, que estas al ser controladas darán un resultado óptimo en el crecimiento de las bacterias metanogénicas, por ende, una buena degradación de los residuos orgánicos y buen rendimiento de producción de biogás.

La actividad microbiana en la digestión anaerobia, es influenciado mucho por el Ph, la alta acides inhibirá en el proceso de la producción de ácidos orgánico y paraliza el trabajo de enzimas afectando mucho la producción, así mismo la alcalinidad inhibirá la producción, los resultado en la revisión consultada nos transmiten que un pH adecuado debe estar en un rango de 6.5 a 8.0 para una buena digestión anaerobia y reproducción acelerada de microorganismos. Además, se debe tener cuidado en el manejo de pH en la etapa de hidrolisis, pues ahí requiere un pH ácido para hacer un buen trabajo metabólico de parte de los microorganismos.

La codigestion anaerobia que consiste en la mezcla de sustratos, ya sea restos de cocina, pajas desechos de campo, estos aportan carbohidratos por otro lado, el estiércol vacuno y cerdo que aportan nitrógeno presenta muchas ventajas que ayudan a estabilizar el proceso por tener la relación C/N adecuado para su desarrollo optimo, lo recomendado por los autores la relación debe ser máximo 30:1 mínimo 20 a 1 y para finalizar el polietileno térmico es una tecnología desarrollada para fines agronómicos en invernadero, que tiene la particularidad de capturar y almacenar calor y manteniendo más tiempo durante las noches por su propiedades físicas, mecánicas y térmicas que posee.

Recomendaciones

Si entendemos la vida de los microorganismos podemos hacer ciencia con conciencia porque ellos son la esencia de la tecnología por lo cual se recomienda más investigación sobre el cuidado con relación a los parámetros de digestión anaerobia en la producción de biogás

Por lo tanto, proponemos implementar a modo de ensayo, un acondicionamiento de temperatura de material polietileno (plástico termoaislante de calor de baja densidad) como soporte de temperatura para mejorar la eficiencia y acelerar en la producción del proceso anaerobio que condicione adecuadamente en el control de temperatura en los diferentes procesos de la actividad microbiana.

referencia

- Aguirre, E. C. (2012). Efecto de Películas para Invernadero con Propiedades Ópticas Especiales, sobre el Crecimiento y Rendimiento de un Cultivo de Pepino. *UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO DIVISIÓN DE AGRONOMÍA E*, 57–77.
- Andres, C., & Roa, D. (2019). *Ciencia Unisalle Implementación de un biodigestor para la generación de biogás y biol en Bogotá a partir de heces caninas usando un ecocatalizador como acelerante biológico*.
- Ángel, M., & Gurbillón, B. (2014). *PRODUCCION DE BIOGAS EN DIGESTOR TUBULAR*.
- Buettner, C., von Bergen, M., Jehmlich, N., & Noll, M. (2019). Pseudomonas spp. are key players in agricultural biogas substrate degradation. *Scientific Reports*, 9(1), 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-49313-8>
- Chávez, Á., & Rodríguez, A. (2016). Aprovechamiento de residuos agrícolas y forestales. *Revista Academia & Virtualidad*, 9(2), 90–107. <http://bbibliograficas.ucc.edu.co:2063/lib/ucooperativasp/detail.action?docID=11045964&p00=elias+castells>
- Dai, X., Chen, Y., Zhang, D., & Yi, J. (2016). High-solid Anaerobic Co-digestion of Sewage Sludge and Cattle Manure : The Effects of Volatile Solid Ratio and pH. *Nature Publishing Group*, 2(September), 4–13. <https://doi.org/10.1038/srep35194>
- Fernández, L. (2016). *Selección y dimensionamiento de un sistema de generación de biogás mediante digestión anaerobia de purines codigeridos con glicerín*.
- FNR. (2010). *Guía sobre el Biogás Desde la producción hasta el uso*.
- Gonzales, E., Castillo, F., Correa, S., & Retto, C. (2017). *Sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos de ganado vacuno y su aplicación en la agropecuaria campos del Chira E.I.R.L.* 129. https://pirhua.udpe.edu.pe/bitstream/handle/11042/3223/PYT_Informe_Final_Proyecto_Biogás.pdf?sequence=1
- Hernández, R. (2013). *ESTUDIO DE BIODIGESTORES ANAEROBICOS UTILIZANDO TECNOLOGÍA COMBINADA DE BIOMASA Y SOLAR TERMICA PARA EL MONTAJE DE UN NOVEDOSO Y AUTOSUSTENTABLE SISTEMA DE GENERACION DE ENERGIA*. *Previo*.
- House, P. R., Gómez-Hinostrosa, C., & Hernández, H. M. (2013). Una especie nueva de

- Peniocereus (Cactaceae) de Honduras. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 84(4), 1077–1081. <https://doi.org/10.7550/rmb.32720>
- Ibáñez, E. E. (2015). *Trabajo Fin de master*. 2014–2015.
- IECA. (2018). *INERCIA TÉRMICA*. INERCIA TÉRMICA.
- Jiménez. (2012). *Evaluación de los parámetros de un biodigestor anaerobio tipo continuo*. 28–31, 66.
- Mao, C., Zhang, T., Wang, X., Feng, Y., & Ren, G. (2017). Process performance and methane production optimizing of anaerobic co-digestion of swine manure and corn straw. *Scientific Reports, February*, 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-09977-6>
- Moreno, M. T. V. (2011). Manual de biogás. *Proyecto CHI/00/G32 “Chile: Remoción de Barreras Para La Electrificación Rural Con Energías Renovables,”* 64(6), 145. <https://doi.org/10.1073/pnas.0703993104>
- NATALIA NAVARRO ORTIZ. (2017). *POTENCIAL TÉCNICO PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS* ,.
- Para, P., El, O., Maestro, G. D. E., & Ciencias, E. N. (2010). *Evaluación agronómica de películas para invernadero formuladas con nanopartículas de óxido de zinc*.
- Parra-ortiz, D. L., Botero-londoño, M. A., Botero-londoño, J. M., Eléctricos, S., & Correo, T. S. A. S. S. (2019). *Biomasa residual pecuaria : revisión sobre la digestión anaerobia como método de producción de energía y otros subproductos Livestock residual biomass : review of anaerobic digestion as a method of energy production and other byproducts*. 18(1), 149–160. <https://doi.org/10.18273/revuin.v18n2-2019013>
- Parra, R. (2015). Anaerobic digestión: biotechnological mechanisms in waste water treatments and their application in food industry. *Producción + Limpia*, 10(2), 142–159.
- Penagos, J. W., Adarraga Buzón, J., Aguas Vergara, D., & Molina, E. (2011). Reducción de los Residuos Sólidos Orgánicos en Colombia por medio del Compostaje Líquido. *Ingeniare*, 11, 37. <https://doi.org/10.18041/1909-2458/ingeniare.11.643>
- Ramírez-Ponce, A., Bitar, A., & Curoe, D. (2014). Two new species of *Paranomala* (Coleoptera: Melolonthidae: Rutelinae: Anomalini) from Mexico and Costa Rica with remarkable modifications on the pronotum. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85(4), 1054–1060. <https://doi.org/10.7550/rmb.45731>
- Saval, S. (2012). *Revista de la Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería A.C*. In *Revista de la Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería A.C* (Vol. 16, Issue 2).
- Savran, V., Piñón, M. R. D., & Palacios, J. S. A. (2012). Producción de biogás y bioabonos a partir de efluentes de biodigestores Production of biogas and biofertilizers from biodigester effluents. *Pastos y Forrajes*, 35(2), 219–226.
- Turégano, J. A., Hernández, M. A., & García, F. (Grupo Energía y Edificación/Dpto. de Ingeniería Mecánica, U. de Z. (2003). La inercia térmica de los edificios y su incidencia en

las condiciones de confort como refuerzo de los aportes solares de carácter pasivo.

Conarquitectura, 8(Ediciones para la arquitectura), 65–80.

Vargas, M. F. (2010). *Biodigestores : factores químicos , físicos y biológicos relacionados con su productividad*. 23, 39–46.

Wang, S., Hou, X., & Su, H. (2017). Exploration of the relationship between biogas production and microbial community under high salinity conditions. *Scientific Reports*, 7(1), 1–10.
<https://doi.org/10.1038/s41598-017-01298-y>

Wei, L., Qin, K., Ding, J., Xue, M., Yang, C., & Jiang, J. (2019). Optimization of the co-digestion of sewage sludge , maize straw and cow manure : microbial responses and effect of fractional organic characteristics. *Scientific Reports, January*, 1–10.
<https://doi.org/10.1038/s41598-019-38829-8>

Zamanzadeh, M., Heldal, L., Svensson, K., & Linjordet, R. (2017). *Biogas production from food waste via co-digestion and digestion- effects on performance and microbial ecology*. August, 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-15784-w>

Zulia, U., Urdaneta, G., Joheni, A., & Zulia, U. (2014). *Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe*.