

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE
INGENIERÍA QUÍMICA**



INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

**“VALORIZACIÓN DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DE
ORIGEN ANIMAL MEDIANTE LA GENERACIÓN TÉRMICA”**

AUTOR: Carmen Gilda Avelino Carhuaricra

ESTUDIANTE DE APOYO: Leidy Juliana Milla Condori

PERÍODO DE EJECUCIÓN: 01 de noviembre de 2022 al 31 de octubre de 2023

(Resolución de aprobación N°735-2022-R)

Callao, 2023

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Carmen Gilda Avelino Carhuaricra".

Grand Rapids

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi familia por su apoyo y cariño.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Carmen" followed by a flourish.

AGRADECIMIENTO

A la UNAC por el financiamiento del desarrollo de la investigación a través del Fondo Especial de Desarrollo Universitario (FEDU).

A handwritten signature in black ink, located at the bottom right of the page. The signature is cursive and appears to read "Carmelita".

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLA	3
ÍNDICE DE FIGURAS	4
RESUMEN	5
ABSTRACT	6
INTRODUCCIÓN	7
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
1.1 Descripción de la realidad problemática	8
1.2 Formulación del problema	9
1.3 Objetivos	9
1.4 Limitantes de la investigación	10
II. MARCO TEÓRICO	11
2.1 Antecedentes	11
2.1.1 Antecedentes Internacionales	11
2.1.2 Antecedentes Nacionales	13
2.2 Marco.....	15
2.2.1 Teórico	15
2.2.2 Conceptual	19
2.3 Definición de términos básicos.....	28
III. HIPÓTESIS Y VARIABLES	29
3.1 Hipótesis	29
3.2 Definición conceptual de variables	29
3.3 Operacionalización de variables.....	30
IV. DISEÑO METODOLÓGICO	31
4.1 Tipo y diseño de la investigación	31
4.2 Método de investigación	31
4.3 Población y muestra	31

4.4 Lugar del estudio y periodo desarrollado	32
4.5 Técnicas e instrumentos para la recolección de la información	32
4.6 Análisis y procesamiento de datos	38
V.RESULTADOS	31
5.1 Resultados descriptivos	31
5.2 Resultados Inferenciales.....	37
VI.DISCUSIÓN DE RESULTADOS	40
6.1 Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados.....	40
6.2 Contrastación de los resultados con otros estudios similares	41
6.3 Responsabilidad ética	41
CONCLUSIONES	43
RECOMENDACIONES.....	44
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
ANEXOS	49
- Matriz de consistencia	49

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1:Tipos de bioenergía líquidos en el Perú _____	21
Tabla 2: Tipo de bioenergía solidos utilizados en el Perú _____	21
Tabla 3: Caracterización fisicoquímica del estiércol de oveja _____	22
Tabla 4: Residuos aprovechables para producción de energía _____	23
Tabla 5: Operacionalización de variables _____	30
Tabla 6: Caracterización fisicoquímica del estiércol de oveja _____	31
Tabla 7:Caracterización fisicoquímica del estiércol de caballo _____	32
Tabla 8: Caracterización fisicoquímica del estiércol de vaca _____	33
Tabla 9: Combustión de estiércol de oveja _____	33
Tabla 10: Combustión de estiércol de caballo _____	35
Tabla 11: Combustión de estiércol de vaca _____	36
Tabla 12: Correlación entre valorización energética y la composición química de los estiércoles _____	38
Tabla 13: Correlación entre valorización energética y la humedad de los estiércoles _____	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Decreto legislativo N°278 articulo 5° -----	16
Figura 2: Valorización como una alternativa de gestión -----	16
Figura 3: Recuperación energética-----	17
Figura 4: Gestión de residuos sólidos -----	18
Figura 5: Aprovechamiento energético de los residuos (AER)-----	19
Figura 6: Aprovechamiento de las diferentes fuentes de energía -----	20
Figura 7: Esquema de proceso de pirolisis de biomasa -----	25
Figura 8: Esquema de gasificación de biomasa -----	26
Figura 9: Aprovechamiento de la biomasa como generación -----	27
Figura 10: Estiércol de oveja de forma granulada-----	32
Figura 11: Estiércol de caballo -----	33
Figura 12: Estiércol de vaca -----	33
Figura 13: Muestra inicial de estiércol -----	34
Figura 14: Preparación de la muestra para el análisis -----	35
Figura 15: Muestras secas de estiércol de caballo, vaca y oveja -----	36
Figura 16: Muestras de estiércol de caballo, vaca y oveja -----	36
Figura 17: Cenizas generadas del estiércol de caballo -----	37
Figura 18: Cenizas generadas del estiércol de vaca -----	37
Figura 19: Cenizas generadas del estiércol de oveja -----	38
Figura 20: Combustión de estiércol de oveja -----	34
Figura 21: Combustión de estiércol de oveja -----	34
Figura 22: Combustión de estiércol de caballo-----	35
Figura 23: Combustión de estiércol de caballo-----	36
Figura 24: Combustión de estiércol de vaca -----	37
Figura 25: Combustión de estiércol de vaca -----	37

RESUMEN

La presente investigación se ha realizado con el propósito de valorizar los residuos orgánicos de origen animal mediante la generación térmica. Se tomaron las muestras de estiércoles de la granja ubicada en zona de Carabayllo de la provincia de Lima, los residuos orgánicos de origen animal fueron de: oveja, caballo y vaca, se realizaron 3 pruebas experimentales. El periodo desarrollado ha sido durante 12 meses (noviembre 2022 a octubre 2023). Se determinó las características fisicoquímicas de los estiércoles de oveja, caballo y vaca, los valores en promedio fueron: 33,44% de materia orgánica, 27% de carbono orgánico total, 15 el valor de la relación de C/N, 5.4% de potasio (K_2O), 2,16% de fósforo (P_2O_5) y el 2% de carbohidratos, que influyen de manera directa en su valorización, también se determinó la el porcentaje de humedad obteniendo un valor de 36% como un factor de operación en la valorización y por otro lado las condiciones adecuadas para la generación térmica a partir de los residuos orgánicos de animales fueron: tiempo de residencia, temperatura y la cantidad de estiércoles.

Por ello, se concluye que la valorización de los residuos orgánicos de origen animal es una buena alternativa para generación térmica.

Palabras clave: estiércol, valorización energética, generación térmica.

ABSTRACT

The present research has been carried out with the aim of valorising organic waste of animal origin by means of thermal generation. Samples of manure were taken from the farm located in the Carabayllo area of the province of Lima, the organic waste of animal origin was from sheep, horses and cows, 3 experimental tests were carried out. The period of the study was 12 months (November 2022 to October 2023). The physicochemical characteristics of sheep, horse and cow manures were determined, the average values were: 33.44% of organic matter, 27% of total organic carbon, 15 the value of the C/N ratio, 5.4% potassium (K_2O), 2.16% phosphorus (P_2O_5) and 2% carbohydrates, which have a direct influence on its valorisation. The percentage of humidity was also determined, obtaining a value of 36% as an operating factor in valorisation and, on the other hand, the appropriate conditions for thermal generation from organic animal waste were: residence time, temperature and the amount of manure. Therefore, it is concluded that the valorisation of organic animal waste is a good alternative for thermal generation.

Keywords: manure, energy recovery, thermal generation.

INTRODUCCIÓN

La transformación de la biomasa residual en compuestos valiosos de energía es un nuevo campo de la investigación muy importante en la actualidad debido a la contaminación ambiental, los biocombustibles producidos a partir de diversos materiales celulósicos tales como madera, residuos agrícolas o forestales, residuos agroindustriales, etc. (Guerrero 2018)

La valorización energética se considera adecuada cuando ya se han agotado las posibilidades de reutilización, reciclado y valorización material. Así también los residuos orgánicos de origen animal, hoy constituyen una amplia opción para su utilización desde el compostaje hasta la generación de energía térmica y eléctrica. (Zambrana,2010)

Según (García et al., 2017), señalan que la valorización de los residuos orgánicos de los animales se orienta a reducir emisiones de CO₂, ya que esta situación ha tomado mayor relevancia en los últimos años, debido a que las tendencias crecientes en las prácticas productivas de engorde de animales, han generado y acumulado grandes cantidades de residuos (estiércol sólido o líquido) que es necesario retener, tratar, reutilizar o disponer de una manera adecuada.

Los estiércoles constituyen un gran sustituto viable a otros combustibles, como se señala así “más se ha valorado la importancia como el mayor potencial de aporte energético de estiércoles que la leche, la carne que se ofrece”. (Paniego, 2016)

Los residuos generados debido a la producción de bovino y ovino constituyen una fuente de energía aprovechable por las características que presenta el estiércol de las vacas y ovejas.

Los residuos orgánicos de origen animal como ovino, bovino, caprino, porcino y avícola, son buena fuente de energía, la presente investigación se orientará específicamente en los residuos de la oveja, caballo y vaca.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

Con respecto a las excretas de los animales, existe evidencia de que este tipo de residuos crea una serie de repercusiones ambientales, las cuales están asociadas con la emisión de gases que provocan el efecto invernadero (metano, dióxido de carbono), entre otros, así como la contaminación por malos olores de los vertederos, la contaminación del agua y la calidad del aire en la superficie. Además, en algunas ocasiones la deposición final de este tipo de residuos se realiza en botaderos en lugares abiertos, lo cual constituye un importante problema para la salud pública (Ramírez, 2017).

Estos residuos han ocasionado impactos ambientales negativos porque cada vez se genera en mayor volumen, está asociado al incremento de la producción ganadera.

Las tecnologías de aprovechamiento energético de los residuos (AER) han captado la energía procedente de los residuos y convertirlos en energía utilizable. Esto incluye su conversión a electricidad, calefacción y combustibles. (Quesada,2018)

Con las primeras plantas de incineración, los residuos se quemaban únicamente para reducir su volumen. Sin embargo, durante los últimos años, las nuevas políticas en materia de gestión de residuos han fomentado la construcción de plantas de tratamiento de residuos destinadas a la captación de su energía (Soto Jocelyn 2020).

Según la Agencia Internacional de la Energía (AIE) señala que una tonelada de RSU tiene un poder calorífico que significa la cantidad de energía desprendida al quemarse, valores entre 8 y 12 MJ/kg, para poder producir una energía lo suficientemente efectiva.

Una gestión ambiental inadecuada sobre los residuos agroindustriales no contribuye a reducir los efectos del Cambio Climático.

En este sentido lo que se busca en esta investigación valorizar como una forma de alternativa de aprovechamiento de los residuos orgánicos de origen animal que permita generar energía térmica.

1.2 Formulación del problema

Problema general

¿Cómo se debe valorizar los residuos orgánicos de origen animal mediante la generación térmica?

Problemas específicos:

- ¿Cómo influye la composición química en la valorización de los residuos orgánicos de origen animal?
- ¿Cómo influye la humedad en la valorización de los residuos orgánicos de origen animal?
- ¿Cuáles son las condiciones adecuadas para la generación térmica a partir de los residuos orgánicos de animales

1.3 Objetivos

Valorizar los residuos orgánicos de origen animal mediante la generación térmica

Objetivos Específicos:

- Determinar la influencia de la composición química en la valorización de los residuos orgánicos de origen animal.
- Determinar la influencia de la humedad en la valorización de los residuos orgánicos de origen animal.
- Determinar las condiciones adecuadas para la generación térmica a partir de los residuos orgánicos de animales

1.4 Limitantes de la investigación

- Teórica: No existe limitante teórica, ya que se cuenta con fuentes de información suficientes sobre las teorías y aplicaciones sobre la valorización energética, además hay autores con investigaciones similares al tema.
- Temporal: El presente trabajo de investigación se realizó en un periodo de 12 meses.
- Espacial: La unidad de análisis correspondieron a los residuos orgánicos de origen animal de la oveja, caballo y de la vaca de la zona de Carabayllo de la provincia de Lima.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Como antecedentes para el presente trabajo de investigación son:

2.1.1 Antecedentes Internacionales

Según (Rubio 2021) realizó un trabajo de investigación referente a un potencial energético de la digestión anaerobia del estiércol del ganado vacuno, porcino y avícola, desarrollado en la Universidad Estatal de Sonora, México., en la que considera como alternativa para revalorizar la biomasa residual como una fuente para generar energía es la biodigestión anaeróbica., debido a que en el Estado de Sonora se cuenta con la mayor producción ganadera. Sobre el potencial energético de dichos residuos, le ha permitido generar un potencial de 478 GWh de electricidad por año, considerando una eficiencia energética del 30%, lo que equivale al consumo del 12% de los hogares del estado. La producción de ganado bovino, porcino, avícola, ovino y caprino., emitiendo 416.26 millones de toneladas de CO₂, lo que representa el 1.5% de las emisiones globales. Además, señala que en el estado se generan grandes cantidades de estiércol, cuyo manejo representa un reto por su capacidad de contaminación y emisión de gases de efecto invernadero. El uso de sistemas de digestión anaeróbica representa una oportunidad para complementar la matriz energética así logrando mitigar los problemas ambientales asociados al manejo del estiércol del ganado.

Quesada (2018), desarrolló un trabajo sobre aprovechamiento energético de los residuos en la Escuela Politécnica Superior, España la autora señala que el aprovechamiento está orientado a los residuos que no pudieron ser reutilizados o reciclados por causas técnicas, por lo tanto, es una alternativa sostenible al empleo de energías fósiles, de acuerdo a las normas establecidas en el tema de gestión de residuos. De ahí el impulso de fomentar en España políticas prioritarias de

aprovechamiento energético de los residuos, como compromiso por el cumplimiento de la normativa europea de reducción de emisiones, como por constituir un recurso energético autóctono, que señala que España es un país con fuentes propias de energía muy limitadas, con las diversas formas de valorización entre ellas la combustión controlada, la pirolisis, gasificación son las formas energéticas.

El enfoque desarrollado ha sido en forma cualitativa, observacional e inventaría de plantas de tratamiento térmico de los residuos orgánicos en diversas zonas de disposición final como los vertederos.

Mantilla (2017) en su trabajo de investigación titulado Biogás. Aprovechamiento energético de una granja ganadero, en el departamento de Santander -Colombia- tuvo como objetivo principal, diseñar un sistema que permita el aprovechamiento del biogás producido en la granja y presentarlo como prototipo energéticamente sostenible; es decir, de bajo costo, que minimiza impactos ambientales e incrementa beneficios sociales, ya que en la zona se caracteriza por su producción agropecuaria en terrenos con vocación ganadera y avícola. Así y a partir de una metodología experimental, realizó la selección del predio representativo de una granja santandereana con dificultades de aprovechamiento de estiércol bovino y aviar; que enfrenta impactos ambientales ocasionados por la generación de estiércol y presenta deficiencias para suplir los requerimientos energéticos demandados por sus actividades productivas.

En un segundo momento realizó la caracterización de residuos sólidos de ganado vacuno y de aves de corral llevaron a cabo una planta de biogasificación donde se produjeron 2 toneladas diarias de biogás resultado del aprovechamiento de los residuos de las diversas granjas.

Ramírez (2017) en su investigación realizada sobre el manejo de excretas de ovejas mediante compostaje, inoculado con microorganismos de montaña (mm) nativos en la finca experimental Santa Lucia, Costa Rica. Se basó en dar un tratamiento

amigable con el ambiente a los residuos orgánicos generados en los sistemas de producción animal principalmente del ovino, mediante el uso de microorganismos de montaña Nativos (MM) para aprovechar al máximo las excretas y residuos sólidos orgánicos, para el compostaje con una mezcla de camas, inoculada con microorganismos de montaña nativos y otro sin inocular. Durante el proceso de compostaje, midieron los parámetros de pH, la temperatura, la humedad. Para indicar la residualidad del compost, realizó un bioensayo con sorgo como planta indicadora (10 semillas con 10 repeticiones) en una mezcla de compost con suelo en relación (20/ 80). Luego realizó un tratamiento térmico de los residuos resultantes para el calentamiento de agua para tinas de proceso de curtiembre. La excreta de oveja como valores promedio contiene 35% de materia seca, 2% de Nitrógeno, 5% de P_2O_5 , 12% de K_2O y 3% de MgO y 64.6% de agua, por lo tanto es considerada como un material con alto contenido de elementos químicos. Generalmente, una oveja adulta puede producir aproximadamente 300 gramos de excretas/día, de la cual se obtiene un abono orgánico de excelente calidad (Cordero 2008

2.1.2 Antecedentes Nacionales

Alva y Leiva (2020) realizaron la Implementación de un sistema de producción de biogás para uso doméstico, como propuesta al manejo Adecuado del estiércol de ganado vacuno de la Población ganadera del caserío, en Cajamarca. Evaluaron si la propuesta del manejo adecuado del estiércol de ganado es viable para la implementación de un sistema de producción de biogás para uso doméstico, realizaron pruebas a dos mezclas con relaciones de 1:3 y 1:4 para determinar cuál es la más eficiente la cual fue aplicada en el biodigestor tubular de polietileno, con los cálculos necesarios para que el biodigestor tubular sea dimensionado en respuesta a la demanda de biogás, evaluaron el comportamiento de los parámetros fisicoquímicos del sustrato por 45 días para poder obtener el biogás calculado, la investigación tuvo un diseño experimental con un enfoque mixto, los resultados mostraron que la mezcla con relación 1:3 fue más eficiente, por otro lado los

aspectos técnicos en la construcción del biodigestor compensaron la demanda de combustible, los parámetros de temperatura, pH mostraron estabilidad e inclinación al desarrollo favorable de la actividad metanogénica produciendo el volumen esperado, concluyendo que el sistema favorece al manejo del estiércol del ganado vacuno ofreciendo beneficios potenciales como el aprovechamiento biogás.

Joyo (2019) en su investigación realizó la determinación del poder energético del estiércol de vacuno y ovino de granjas para la generación de biogás. El presente trabajo tuvo como objetivo determinar el poder energético del estiércol de vacunos y ovinos de granjas como alternativa de fuente de energía renovable. Tomó como iniciativa la evaluación situacional actual del uso de los combustibles fósiles que no solo son un recurso limitado, sino que también contribuyen al calentamiento global, acelerando el cambio climático y necesitando con urgencia una transición hacia un suministro de energía más sostenible. Un aspecto importante de esta transición es el intento de demostrar los posibles beneficios ambientales y económicos del uso de digestión anaeróbica para el tratamiento de estiércol animal, ya que siendo criticada por muchos años por haber contribuido al calentamiento global en un 14.5% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), hoy en día se maneja con nuevas tecnologías. Este artículo determina la situación de los recursos energéticos del estiércol de una de las granjas de Urubamba distrito autónomo en el sur del departamento de Cusco, donde el estiércol producido en el sector ganadero es aquello que generan subproductos con un contenido de energía potencialmente alto que son adecuados para la energía térmica y eléctrica, ya que así reducirían los efectos ambientales negativos de las emisiones de los combustibles fósiles y de estos mismos.

Arrieta (2016) en su trabajo de investigación, diseño un biodigestor de una instalación de biogás a escala doméstica aprovechando las excretas de ganado vacuno y porcino, desarrollado en la Universidad de Piura así la demanda energética para la iluminación y cocción diaria de alimentos de una familia de cinco

a seis miembros. El diseño incluye el dimensionamiento del biodigestor, donde se produce la transformación de dichas excretas por medio de la digestión anaeróbica; de la zanja, donde se instala el biodigestor; del gasómetro, donde se almacena el biogás producido; y de las tuberías de transporte de gas desde el biodigestor hasta el gasómetro y desde este hasta los puntos de consumo., concluyendo su estudio el análisis de costo de instalación de \$700, también ha determinado el rendimiento sobre los cultivos del fertilizante orgánico obtenido (biol) y la cantidad de fertilizantes químicos comerciales que se dejaría de comprar.

2.2 Marco

2.2.1 Teórico

i) Valorización energética

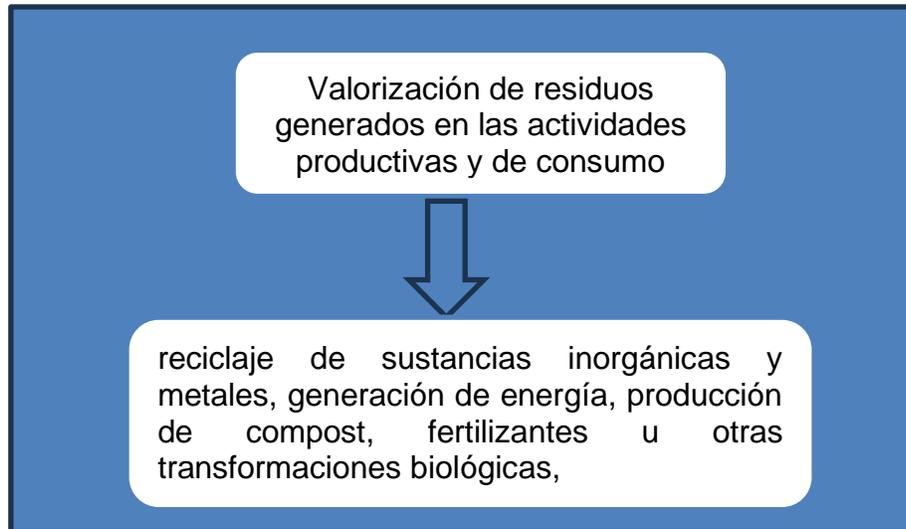
Aprovechar los residuos orgánicos de los animales que genera un problema en su disposición final por la cantidad de volumen que se genera, con la valorización energética que es una de las formas adecuadas de tratamiento de la biomasa va a contribuir a la reducción de las emisiones de CO₂.

Con la valorización de los residuos se va a generar sistema de calentamiento para uso doméstico. (Vargas y Pérez, 2018).

En el Decreto Legislativo N° 1278, en su artículo 5° señala lo que se muestra en la figura 1.

Figura 1

Decreto legislativo N°1278 artículo 5°



Fuente: Decreto Legislativo N°1278, Artículo 5°

Figura 2

Valorización como una alternativa de gestión



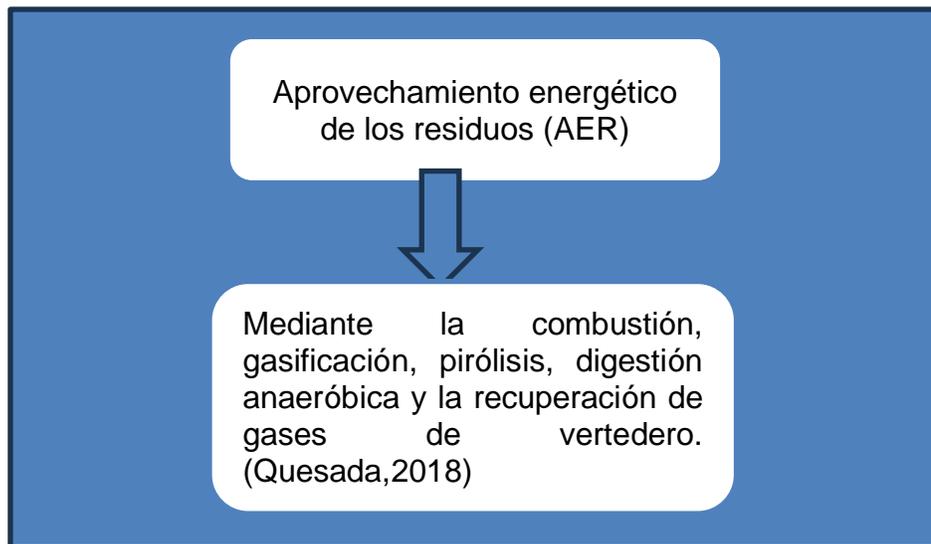
Fuente: Decreto Legislativo N°1278

ii) Generación térmica

Quesada,2018 señala que cuando un residuo no se puede reutilizar, ni reciclar, la jerarquía de gestión de residuos da prioridad a su recuperación energética.

Figura 3

Recuperación energética



Fuente: Quesada, 2018

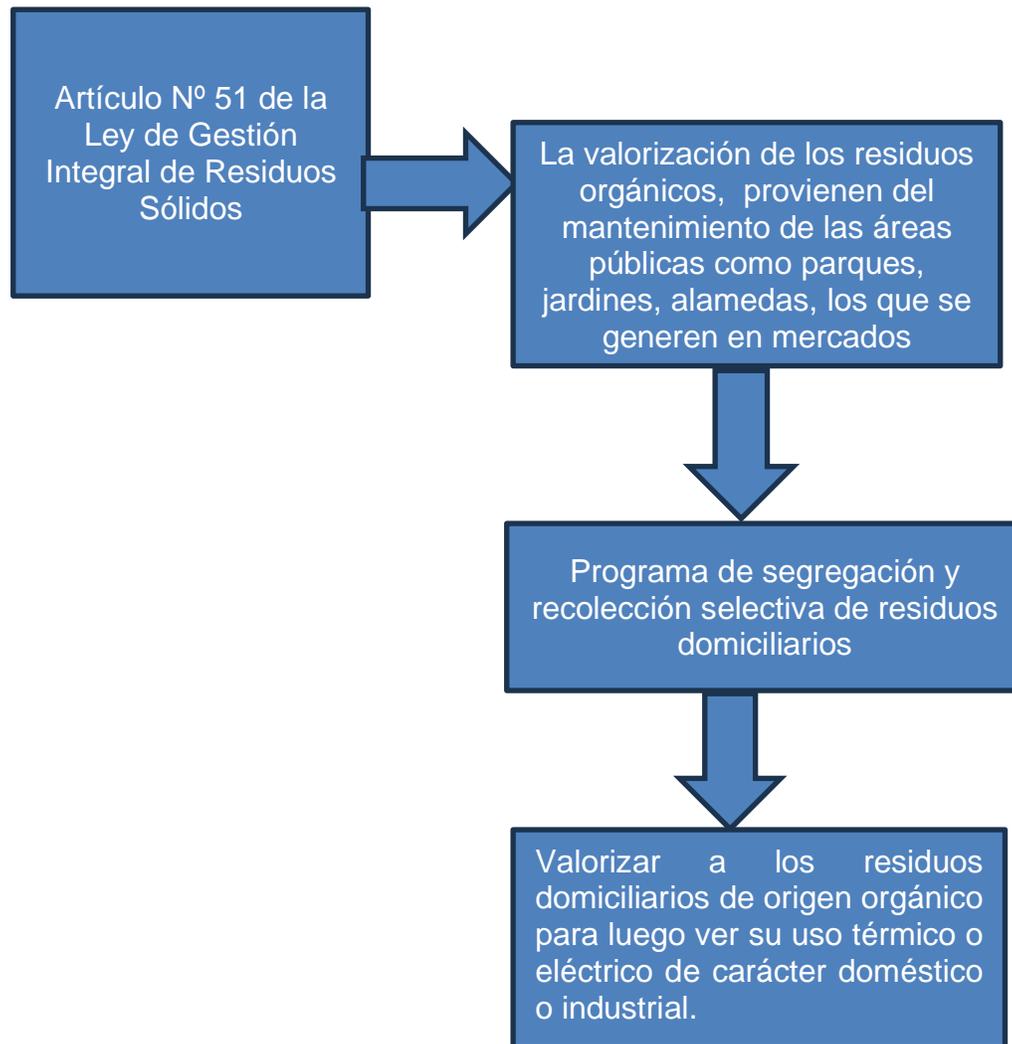
La conversión de residuos no reciclables en electricidad y calor genera una fuente de energía renovable y reduce las emisiones de carbono al compensar la necesidad de energía de fuentes fósiles y reducir la generación de metano de los vertederos. Una vez recuperada la energía, una pequeña parte del volumen permanece como ceniza, que generalmente se envía al vertedero. (Escobar,2014).

Existen diferentes tecnologías de conversión de residuos a energía a partir de fuentes de biomasa, las cuales se agrupan en procesos termoquímicos y procesos de bioconversión. La selección de la tecnología adecuada depende de las características y propiedades de la biomasa (es decir, humedad, poder calorífico, etc.). (De Lucas y Del Peso,2018).

iii) Valorización de residuos orgánicos

Figura 4

Gestión de residuos sólidos



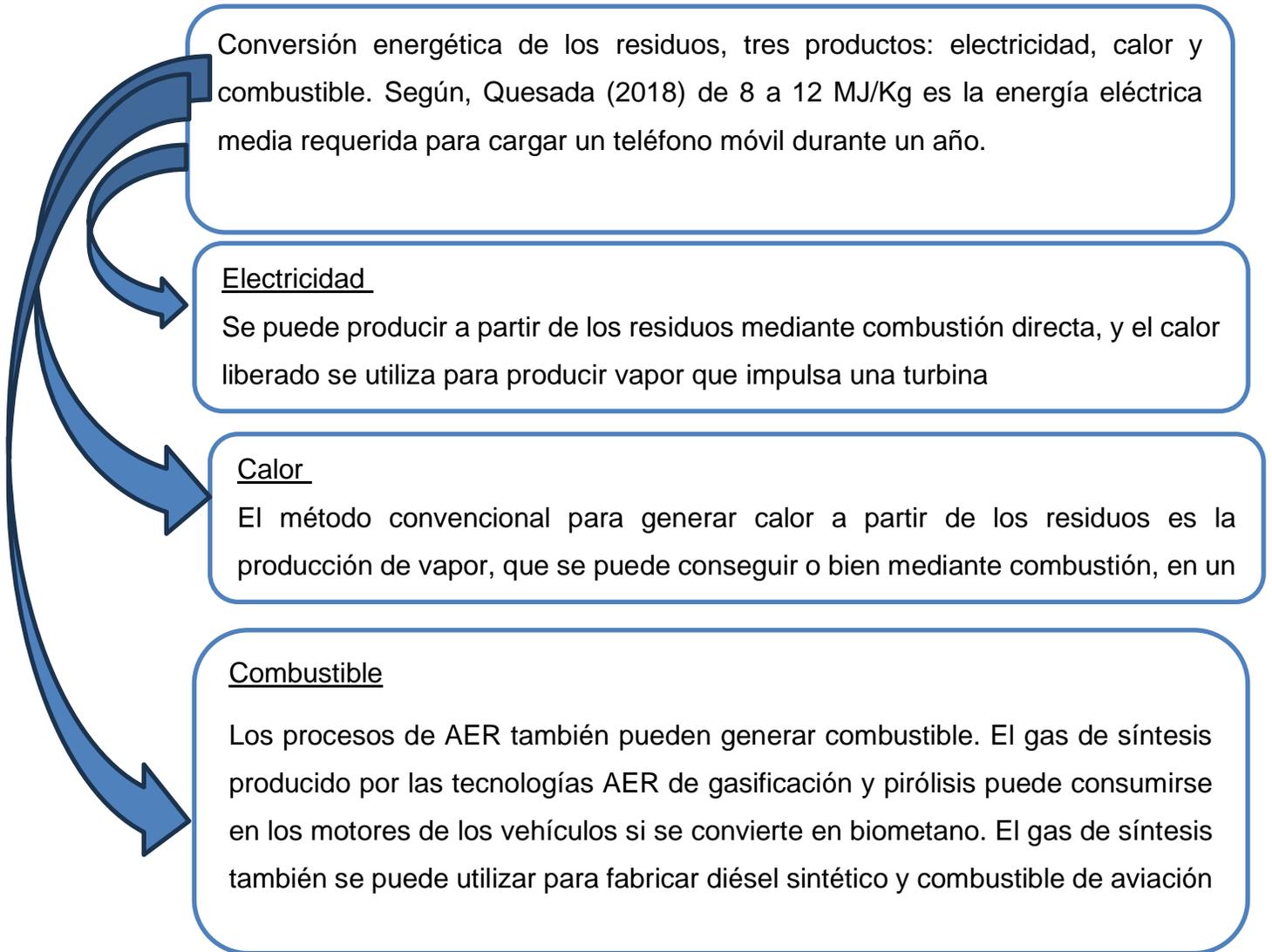
Fuente: De lucas y Del Peso, 2018

iv) Productos de aprovechamiento energético de los residuos (AER).

Se obtienen principalmente tres productos: electricidad, calor y combustible.

Figura 5

Aprovechamiento energético de los residuos (AER)



Fuente: Quesada, 2018

2.2.2 Conceptual

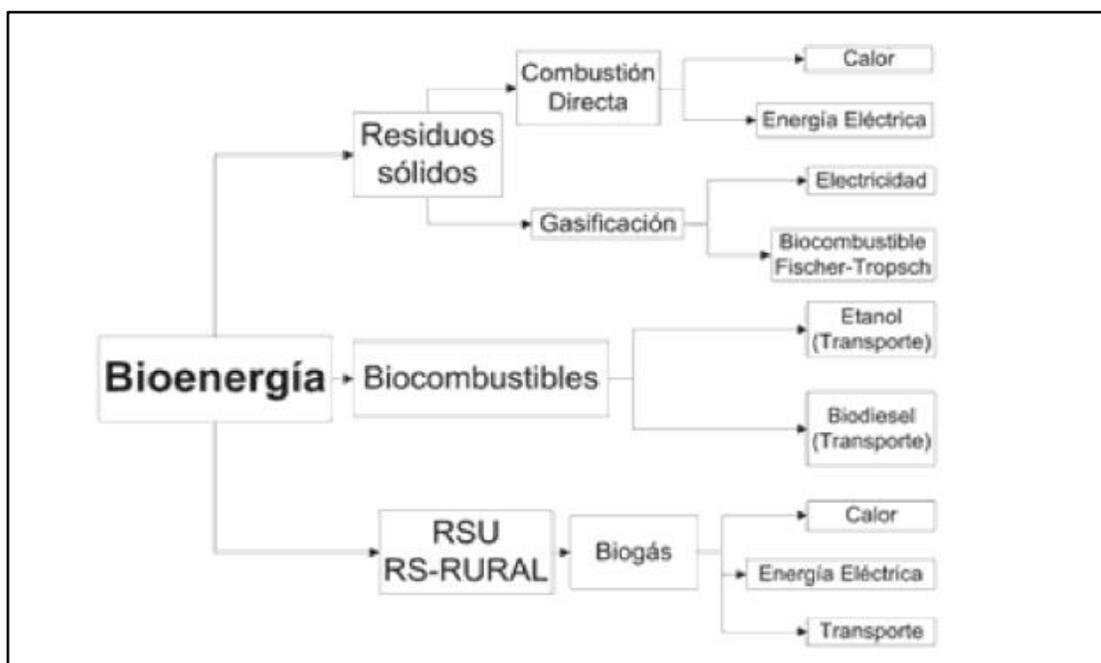
i) Biomasa

Actualmente se calcula que un gran porcentaje de la totalidad de la energía es

proporcionada por fuentes fósiles y estás generando las emisiones de gases invernadero contribuyendo al calentamiento global, pero esta situación se puede reducir con el uso de las energías renovables, siendo una de estas producida a través de la biomasa como el estiércol del ganado. El estiércol es materia prima para la producción de electricidad y energía térmica. (Rivas et al, 2012).

Figura 6

Aprovechamiento de las diferentes fuentes de energía



Fuente: Rivas y Silva, 2014

ii) Fuentes de los residuos orgánicos

Debido a la necesidad de disminuir el continuo avance en el calentamiento global causado por el uso indiscriminado de combustibles fósiles se hace necesario encontrar nuevas alternativas para la producción de energía; entre ellas la bioenergía.

Tabla 1*Tipos de bioenergía líquidos en el Perú*

Tipo	Fuente	Zona de producción	Uso
Biodiesel	Palma aceitera	Amazonía	Transporte Generación electricidad en comunidades aisladas
	Piñón blanco	Costa y Amazonia deforestada	
	Colza	Sierra	
Aceite vegetal Carburante	Palma aceitera	Amazonia deforestada	
	Piñón blanco	Costa	
Etanol Anhidro	Caña de azúcar	Costa Norte	Transporte
Etanol hidratado	Sorgo dulce	Costa	

Fuente: Matriz energética. Barreras para el desarrollo de la bioenergía (García, 2013)

Tabla 2*Tipo de bioenergía sólidos utilizados en el Perú*

Tipo	Fuente	Zona de producción	Uso
Leña	Árboles y arbustos silvestres	Costa, Sierra y Selva.	Uso doméstico, cocina, procesos productivos básicos a nivel de familias o microempresas
Bosta, Estiércol	Residuos animales	Sierra	Uso doméstico: cocina, calefacción

Fuente: Matriz energética. Barreras para el desarrollo de la bioenergía (García, 2013)

iii) Residuos orgánicos de origen animal

La excreta de oveja como valores promedio contiene 35% de materia seca, 2% de Nitrógeno, 5% de fósforo (P_2O_5), 12% de potasio (K_2O) y 3% de MgO y 64.6% de agua, por lo tanto, es considerada como un material con alto contenido de elementos químicos. Generalmente, una oveja adulta puede producir aproximadamente 300 gramos de excretas/día, de la cual se obtiene un abono orgánico de excelente calidad (Ramírez, 2017).

En la actualidad la gestión de los residuos de este tipo se orienta hacia sistemas integrales y sostenibles, donde el compostaje de desechos orgánicos in situ se ha convertido en una verdadera alternativa sustentable para reducir el impacto que generan, y que a su vez impulsan a una agricultura más sostenible. (Paniego,2016) En el caso de la explotación ovina, la cantidad de animales, la sobreexplotación de los pastos, las sequías, problemas de salinidad, malezas leñosas, los suelos degradados, y el mal manejo de desechos han obstaculizado la oportunidad de expansión de este tipo de sistema y ponen a prueba la capacidad de poder realizar este tipo de ganadería de manera sostenible con el medio. (Arrigoni,2016).

Tabla 3

Caracterización fisicoquímica del estiércol de oveja

Características	Valores
Humedad	38.5%
Ph	8.51
Conductividad eléctrica	11.33 dS m-1
Materia orgánica	45.6 %
Carbono orgánico total	25.2%
Nitrógeno total	17.7 NT, g kg-1
Relación C/N	14.3

Fuente: Tortosa et al, 2012

Tabla 4

Residuos aprovechables para producción de energía

Tipo	Fuente	Zona	Uso
Carbón vegetal	Árboles y arbustos silvestres arboles	Costa, Sierra y Selva	Uso doméstico
Residuos agrícolas	Residuos de caña de azúcar, arroz	Costa, Sierra y Selva	Generación de electricidad usando
Briquetas	Residuos forestales, vegetales o agrícolas	Aserraderos, norte del país.	Combustión para Uso doméstico, cocina, procesos productivos básicos a nivel de familias o microempresas

Fuente: Matriz energética ccarreras del desarrollo de la bioenergía (García, 2013)

iv) Métodos de conversión térmica

Se consideran métodos de conversión térmica aquellos sistemas de aprovechamiento energético de los residuos en los que estos se someten a procedimientos a altas temperaturas. Se trata del principal grupo de tecnologías de AER que se aplica a los RSU. Los métodos que componen este grupo son la incineración, el pirólisis y la gasificación.

Incineración

Es un proceso de oxidación completa (en realidad con exceso de oxígeno) de los elementos combustibles (principalmente carbono e hidrógeno) de los residuos.

Este proceso es exotermico y cede importante cantidad de energía:



A la vez, destruye gran parte del producto sólido convirtiéndolo en gases y vapor de agua con una cantidad limitada de residuo sólido que depende de la cantidad de inertes introducidos en el proceso/ horno. En cuanto a la emisión de gases por chimenea, su cantidad depende del valor nominal estequiométrico, en función de la cantidad de carbono e hidrógeno que tengan los residuos y del exceso de aire que cada tecnología necesite para garantizar la más perfecta combustión (Muruais y Maíllo,2010).

Pirólisis

Consiste en un calentamiento indirecto, la mayoría de las veces, del material, en ausencia de oxígeno. Este calentamiento produce una rotura de las moléculas orgánicas complejas del residuo, seguido de una condensación. Como resultado se obtienen tres productos: gases combustibles, líquido combustible y sólido combustible con los inertes que entran con el residuo y no han sido transformados.

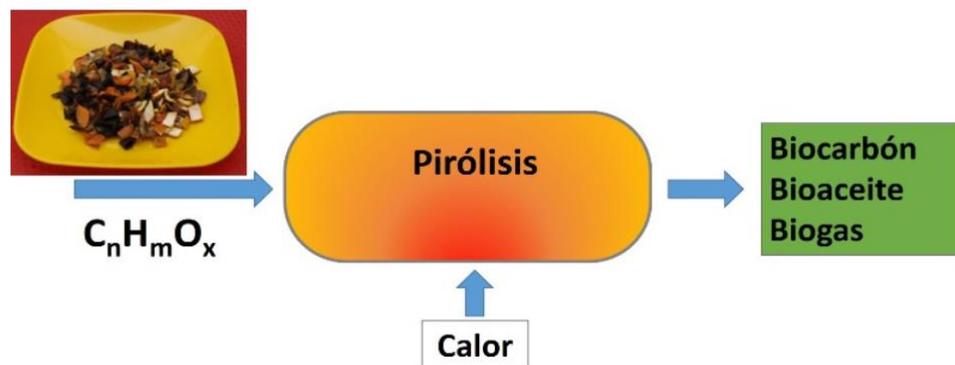
Las reacciones típicas de pirólisis son:



La fracción sólida está formada por carbono y por aquellos materiales inertes (piedras, vidrio, metales, etc.) que han entrado con los residuos y que a la reducida temperatura de pirólisis (500/900°C) no han sufrido alteración en el horno pirolítico. La energía necesaria suele proceder de una parte del syngás generado. (Muruais y Maíllo ,2010).

Figura 7

Esquema de proceso de pirólisis de biomasa



Fuente: blog/hive-196387/@emiliomoron

Gasificación

De acuerdo a Muruais (2010), la gasificación es un proceso de oxidación parcial (en defecto de oxígeno, por debajo del estequiométrico) de la materia combustible de los residuos. El resultado es un gas pobre, llamado syngás, y formado por una mezcla de varios gases: anhídrido carbónico (CO_2), monóxido de carbono (CO), hidrógeno (H_2), vapor de agua, nitrógeno y otros posibles hidrocarburos (alquitranes). Es una reacción también exotérmica, pero la energía necesaria procede de la gasificación del residuo, aunque a veces se acude a energía externa, con objeto de controlar mejor el proceso. Las reacciones tipo de gasificación son:



La energía desprendida se da de la siguiente manera:

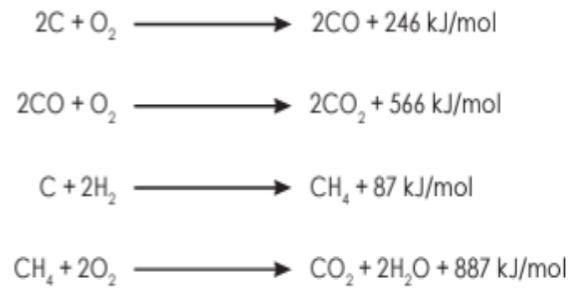
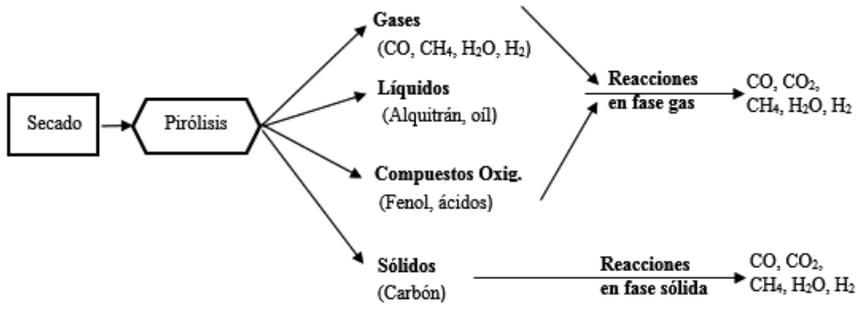


Figura 8

Esquema de gasificación de biomasa

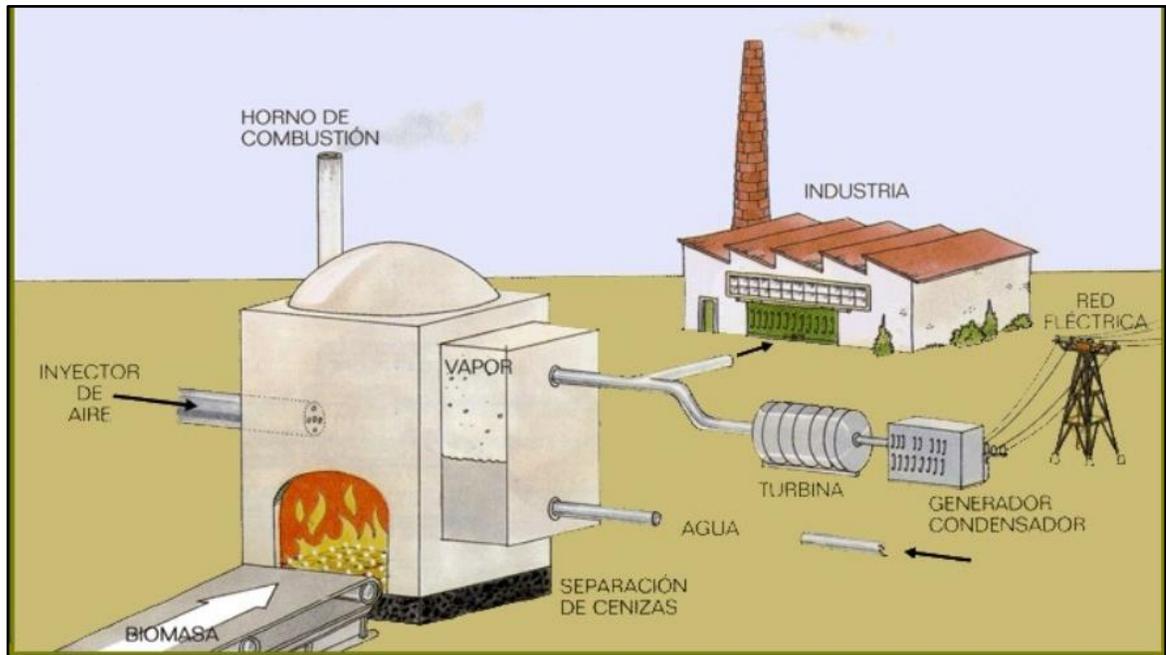


Fuente: Arteaga et al, 2014



Figura 9

Aprovechamiento de la biomasa como generación



Fuente: Paniego, 2016

2.3 Definición de términos básicos

- **AER:** Productos de aprovechamiento energético de los residuos, como resultado de la conversión energética de los residuos, se obtienen principalmente tres productos: electricidad, calor y combustible.
- **Carbonización:** Transformación de la biomasa por acción del calor en ausencia de oxígeno, se obtienen carbón vegetal, cenizas, alquitrán.
- **Cogeneración:** Se refiere a la producción simultánea de vapor y electricidad, la cual se aplican a muchos procesos industriales que requieren las dos formas de energía.
- **Digestión anaeróbica:** Conversión de los hidratos de carbono de la biomasa en alcohol, por la acción de bacterias en ambiente anaerobio. Se realiza en digestores. Se obtiene biogás.
- **Estiércol:** Es un fertilizante rico en materia orgánica y compuestos por excrementos de los animales.
- **Gasificación:** Es una tecnología de conversión de residuos en energía, a partir de materia prima de desechos y aplica calor, oxígeno y presión para convertirlas en un gas de síntesis.
- **Licuefacción:** Carbonización que se realiza en ambiente reductor a elevadas presiones y temperaturas. Se obtiene metano y gasolina.
- **Pirólisis:** Es un proceso térmico de degradación de compuestos orgánicos realizado en ausencia de oxígeno por acción de calor.
- **Termoquímicos:** transformación de la materia orgánica por acción del calor
- **Valorización energética:** es la conversión de aquellos residuos que pueden ser utilizados para generar electricidad, vapor o agua caliente para uso doméstico o industrial.

III.HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1 HIPÓTESIS

3.1.1 Hipótesis General:

La composición química del estiércol, el porcentaje de humedad y las condiciones de operación permitirá la valorización de los residuos orgánicos de origen animal para la generación térmica.

3.1.2 Hipótesis Específicas:

- La composición química influye de manera directa en la valorización de los residuos orgánicos de origen animal como el: % de materia orgánica, % carbono orgánico total, la relación de carbono nitrógeno y el % carbohidratos.
- La humedad influye como un factor operacional en la valorización de los residuos orgánicos de origen animal
- Las condiciones adecuadas para la generación térmica a partir de los residuos orgánicos de animales son: tiempo de residencia, temperatura, cantidad de estiércol de oveja, caballo y vaca.

3.2 Definición conceptual de variables

Variable independiente: Generación térmica

La recuperación energética consiste en la conversión de materiales de desecho que no se pueden reciclar en calor, electricidad o combustible para su aprovechamiento a través de diversos procesos, entre los que se incluyen, combustión, gasificación, pirólisis, digestión anaeróbica y la recuperación de gases de vertedero. (Quesada,2018)

Variable dependiente: La valorización de los residuos orgánicos

Valorización de los residuos orgánicos implica dar un valor añadido a un subproducto que por sí mismo, no puede ser reutilizable, como responsable de reducir y dar nuevos productos donde se convierten en materia prima para producir el compost, biogás, la conversión térmica y eléctrica. (Quesada,2018)

3.3 Operacionalización de variables:

La operacionalización de variables se muestra en la Tabla 5

Tabla 5

Operacionalización de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO
<p>Variable Dependiente</p> <p>La valorización de residuos orgánicos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Poder Calorífico • Composición química y física 	<ul style="list-style-type: none"> • MJ/kg. • % materia orgánica • %carbono orgánico total • carbono/nitrógeno • %carbohidratos • % de humedad 	<p>Análisis fisicoquímico</p>
<p>Variable Independiente</p> <p>Generación térmica</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Condiciones de operación 	<ul style="list-style-type: none"> • temperatura • tiempo de residencia • cantidad de estiércol 	<p>Análisis físico</p>

IV.DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 Tipo y diseño de la investigación

Tipo de Investigación: aplicada

Enfoque: cuantitativo

Diseño de la Investigación: experimental.

4.2 Método de investigación

Unidad de análisis: residuos orgánicos de origen animal (estiércol)

Las etapas a seguir para el desarrollo de la investigación se detallan a continuación:

- Identificación de las fuentes de origen de los residuos orgánicos de origen animal
- Caracterización fisicoquímica de los residuos orgánicos de origen animal
- Determinación de las condiciones de operación
- Pruebas experimentales
- Resultados

4.3 Población y muestra

Población: residuos orgánicos de origen animal: oveja, caballo, vaca de la zona de Carabayllo de la provincia de Lima.

Muestra: 10 kg. residuos orgánicos de ovejas, 10 kg de caballos y 10 kg de vacas.

(se realizaron 3 pruebas experimentales).

4.4 Lugar del estudio y periodo desarrollado

Se tomaron las muestras de la granja ubicada en zona de Carabayllo de la provincia de Lima y los análisis se realizaron en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Química y en laboratorios externos. El periodo desarrollado ha sido durante 12 meses (noviembre 2022 a octubre 2023).

4.5 Técnicas e instrumentos para la recolección de la información

Para la valorización de los residuos orgánicos, se utilizó la Guía de Valorización Energética de residuo-Comunidad de Madrid, 2010.

a) Identificación de los residuos

Se identificaron tres tipos de estiércol de oveja, caballo y vaca como se aprecia en las siguientes figuras.

Figura 10

Estiércol de oveja de forma granulada



Figura 11

Estiércol de caballo



Figura 12

Estiércol de vaca



b) Determinación de características fisicoquímicas

Se analizó de acuerdo Manual de muestreo de estiércol y/o compostaje para análisis de laboratorio Rock River Laboratory- México 2021.

Las propiedades fisicoquímicas del estiércol de los animales son los factores más importantes para la producción de energía térmica y tienen una enorme influencia en todo el proceso.

Por ejemplo, el alto contenido de cenizas es la característica principal del estiércol animal. Según Tortosa (2012), el contenido de cenizas se ubica en el intervalo de 7.13 - 39.37 %, también son importantes los parámetros como la humedad, relación de C/N, presencia de carbohidratos, potasio, fósforo.

Procedimiento de muestreo.

De diferentes montones de estiércol se tomaron 5 muestras de 200 g cada una, luego fueron mezclados homogéneamente. De aquí se tomaron de 300 g y se colocaron en un recipiente de plástico y rotulado con el nombre del estiércol del animal, luego ha sido ser enviado al laboratorio para su análisis.

Figura 13

Muestra inicial de estiércol



Figura 14

Preparación de la muestra para el análisis



c) Combustión de estiércoles

Para las experiencias realizadas sobre la combustión de estiércoles de la oveja, caballo y vaca., se consideró las condiciones experimentales como: la temperatura, tiempo y cantidad de estiércol.

Se ha medido la temperatura con la ayuda de un pirómetro. Las muestras fueron pesadas antes y después de cada de una de las experiencias.

Se tomaron los estiércoles completamente secos para la realización de las experiencias, en todas las corridas se empleó el mismo procedimiento para el encendido del fuego, con un encendido rápido que emite llamas y el tiempo que tarda en apagarse.

Se realizaron tres experiencias por cada tipo de estiércol.

Figura 15

Muestras secas de estiércol de caballo, vaca y oveja



Figura 16

Muestras para la combustión de estiércol de caballo, vaca y oveja



En las experiencias realizadas se observó que se consumen los estiércoles de manera lenta lo que permitió su medición de temperatura con la formación de una llama persistente por lo que hay un desprendimiento de calor.

Figura 17

Cenizas generadas del estiércol de caballo



Nota: Después de la combustión serán aprovechadas como mejoradores de suelo

Figura 18

Cenizas generadas del estiércol de vaca



Nota: Después de la combustión serán aprovechadas como mejoradores de suelo

Figura 19

Cenizas generadas del estiércol de oveja



Nota: Después de la combustión serán aprovechadas como mejoradores de suelo

4.6 Análisis y procesamiento de datos

Para el presente trabajo de investigación se aplicó para el análisis y procesamiento de datos el SPSS Versión 28.

V. RESULTADOS

5.1 Resultados descriptivos

5.1.1 Caracterización fisicoquímica de los estiércoles de oveja, caballo y vaca

Los resultados de las características fisicoquímicas de los estiércoles de oveja, caballo y vaca se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 6

Caracterización fisicoquímica del estiércol de oveja

Características	Valores
Humedad	35%
pH	7.5
Nitrógeno	1.90%
Fosforo (P ₂ O ₅)	3.42%
Potasio (K ₂ O)	6.70%
Materia orgánica	34.52 %
Carbono orgánico total	27%
Relación C/N	16
Carbohidratos hidrosolubles	2.4%
Cenizas	32 %

Tabla 7*Caracterización fisicoquímica del estiércol de caballo*

Características	Valores
Humedad	39%
pH	8.1
Nitrógeno	2.30%
Fosforo (P ₂ O ₅)	2.15%
Potasio (K ₂ O)	4.70%
Materia orgánica	32.10 %
Carbono orgánico total	29%
Relación C/N	14
Carbohidratos hidrosolubles	1.8%
Cenizas	34%

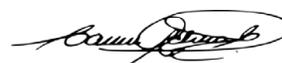


Tabla 8*Caracterización fisicoquímica del estiércol de vaca*

Características	Valores
Humedad	34%
pH	8.2
Nitrógeno	1.60%
Fosforo (P ₂ O ₅)	2.80%
Potasio (K ₂ O)	4.80%
Materia orgánica	33.70 %
Carbono orgánico total	25%
Relación C/N	15
Carbohidratos hidrosolubles	1.8%
Cenizas	29 %

5.1.2 Combustión de estiércoles**Tabla 9***Combustión de estiércol de oveja*

N° de Experiencia	Cantidad inicial (g)	Temperatura alcanzados en °C por minuto						Ceniza generados (g)
		10'	20'	30'	40'	50'	60'	
1	450	220	234	275	306	295	310	45.80
2	650	285	230	290	310	295	320	52.50
3	850	302	305	340	358	345	352	74.20

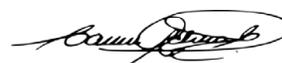
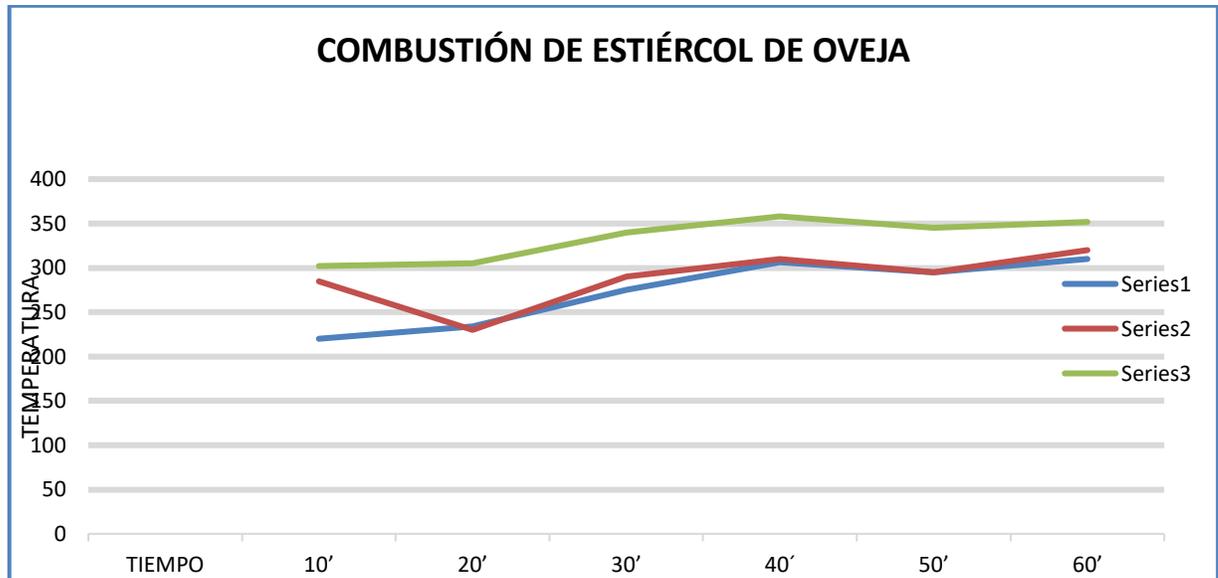


Figura 20

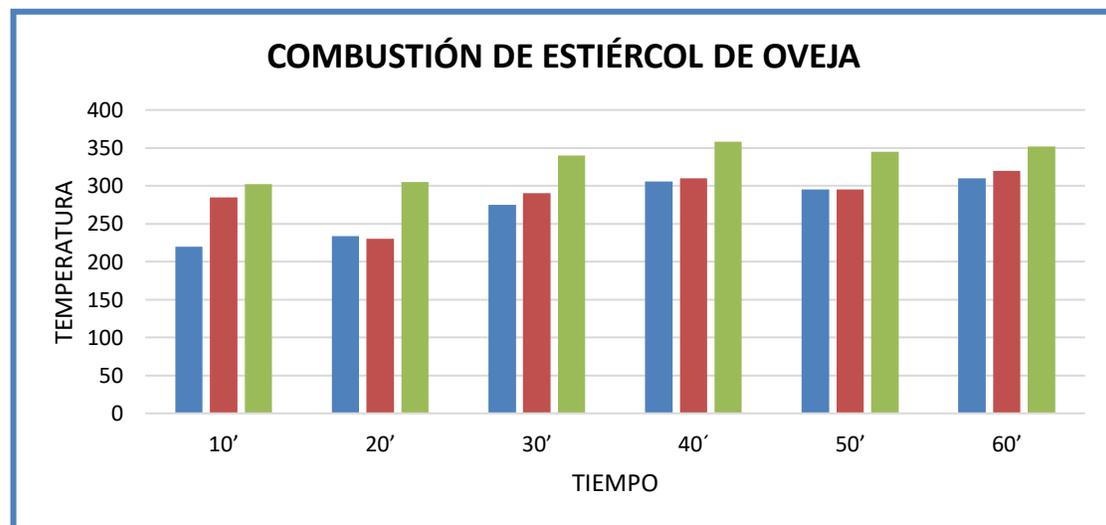
Combustión de estiércol de oveja



Nota: En las 3 experiencias (1,2 y 3) se aumenta las cantidades de estiércol de oveja, la combustión presenta rangos de temperatura con valores muy cercanos como se observa entre los 30 a 60 minutos, lo que se significa que la combustión se mantiene constante lo que nos permite predecir hasta qué punto esta más o menos caliente y el aprovechamiento del calor.

Figura 21

Combustión de estiércol de oveja



Nota: La temperatura de combustión oscilan entre 220°C a 350°C, lo que significa que el estiércol siga ardiendo y sea material muy útil para preservar el fuego.

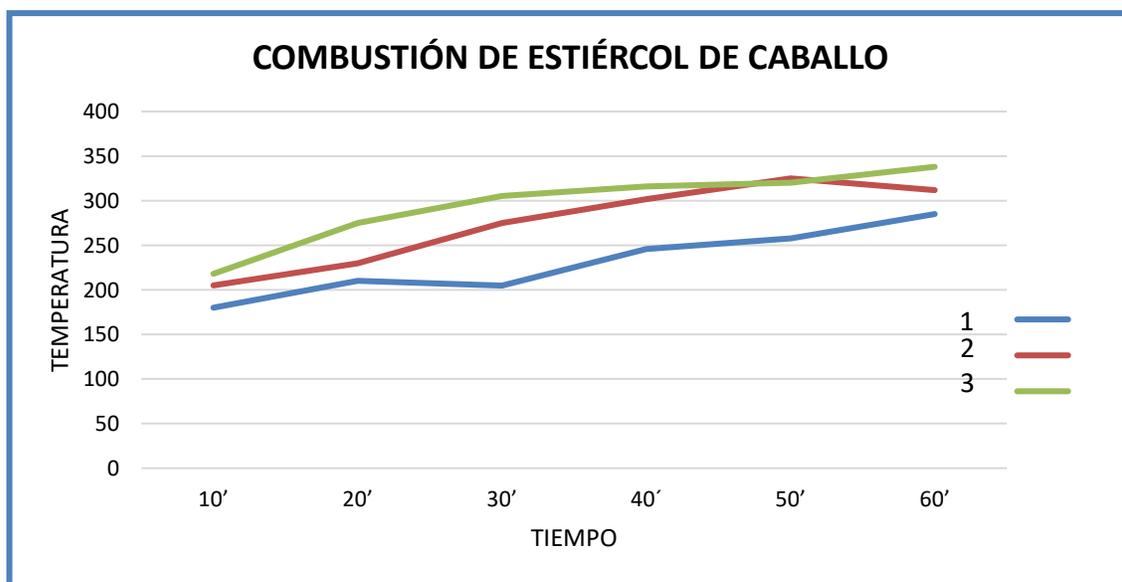
Tabla 10

Combustión de estiércol de caballo

N° de Experiencia	Cantidad inicial (g)	Temperatura alcanzados en °C por minuto						Ceniza generados (g)
		10'	20'	30'	40'	50'	60'	
1	450	180	210	205	246	258	285	75.45
2	650	205	230	275	302	325	312	92.00
3	850	218	275	305	316	320	338	105.00

Figura 22

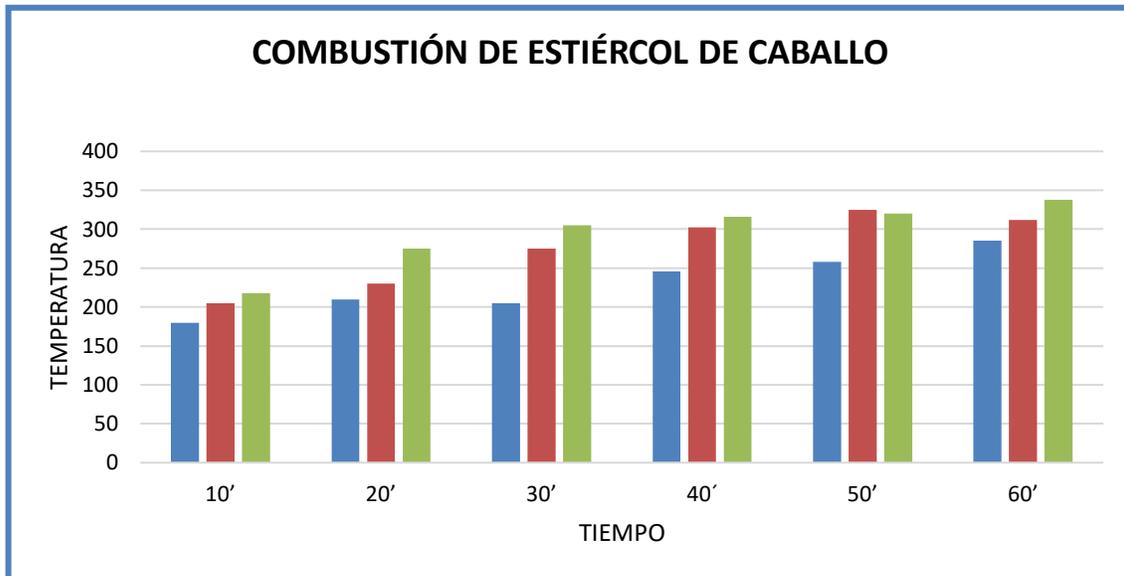
Combustión de estiércol de caballo



Nota: La combustión de estiércol de caballo presenta ligeros incrementos de temperatura entre los intervalos de 40 a 60 minutos, lo que significa que la temperatura de combustión tiende a ser constante en ese intervalo, ganando potencia la combustión para generar suficiente calor.

Figura 23

Combustión de estiércol de caballo



Nota: Las temperaturas son ligeramente inferiores respecto a las obtenidas en la experiencia anterior, situándose entre 180°C y 340°C, con picos que no llegan a los 400°C, pero genera suficiente energía térmica.

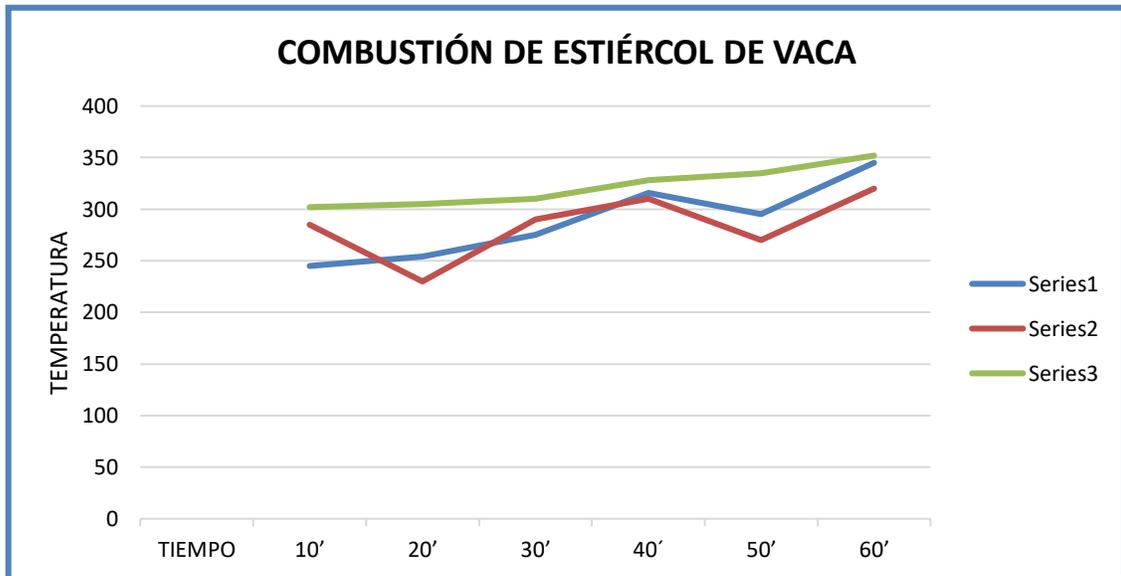
Tabla 11

Combustión de estiércol de vaca

N° de Experiencia	Cantidad inicial (g)	Temperatura alcanzados en °C por minuto						Ceniza generados (g)
		10'	20'	30'	40'	50'	60'	
1	450	245	254	275	316	295	345	68.40
2	650	285	230	290	310	270	320	89.50
3	850	302	305	310	328	335	352	98.00

Figura 24

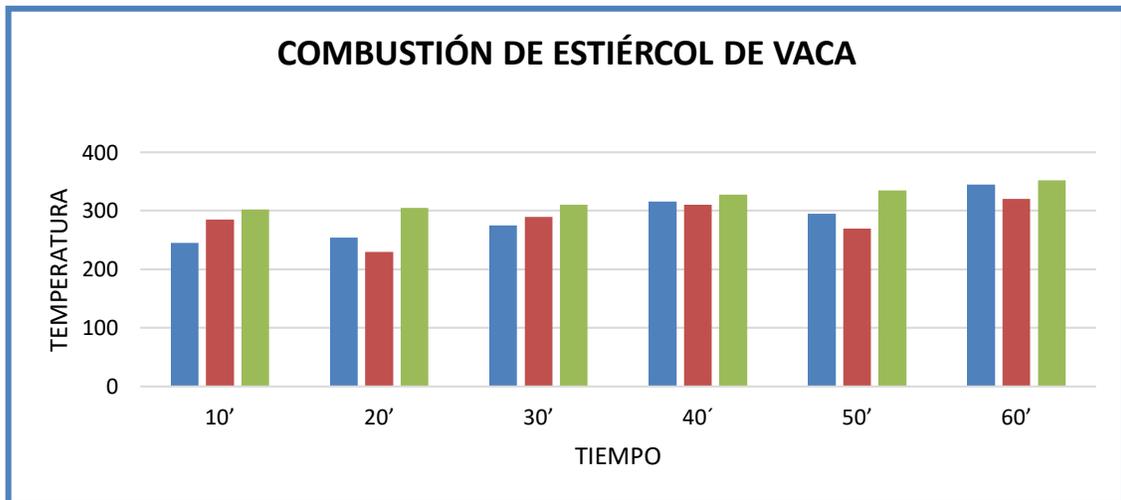
Combustión de estiércol de vaca



Nota: En la combustión de estiércol de la vaca se observa marcadas variaciones de temperatura en los intervalos de 10 a 40 minutos para la experiencia 1 y 2, mientras que para la experiencia 3, la temperatura tiende a incrementarse entre los intervalos de 30 a 60 minutos, lo que significa que la temperatura de combustión podría alcanzar altas temperaturas generando mayor energía térmica.

Figura 25

Combustión de estiércol de vaca



Nota: Se observa entre los rangos de tiempo de 10 a 60 minutos marcadas variaciones de temperatura para las experiencias 1, 2 y 3, para la generación de calor.

5.2 Resultados Inferenciales

Los resultados se presentan en las siguientes tablas:

Tabla 12

Correlación entre valorización energética y la composición química de los estiércoles

		Correlaciones					
		valorización energética	porcentaje de potasio	porcentaje de fósforo	RCN	porcentaje de carbohidratos	materia orgánica
valorización energética	Correlación de Pearson	1	.232	.665	.655	.189	.782
	Sig. (bilateral)		.851	.537	.546	.879	.429
	N	3	3	3	3	3	3
porcentaje de potasio	Correlación de Pearson	.232	1	.881	.887	.999*	.788
	Sig. (bilateral)	.851		.314	.305	.028	.422
	N	3	3	3	3	3	3
porcentaje de fósforo	Correlación de Pearson	.665	.881	1	1.000**	.859	.986
	Sig. (bilateral)	.537	.314		.009	.342	.108
	N	3	3	3	3	3	3
RCN	Correlación de Pearson	.655	.887	1.000**	1	.866	.983
	Sig. (bilateral)	.546	.305	.009		.333	.117
	N	3	3	3	3	3	3
porcentaje de carbohidratos	Correlación de Pearson	.189	.999*	.859	.866	1	.760
	Sig. (bilateral)	.879	.028	.342	.333		.450
	N	3	3	3	3	3	3
materia orgánica	Correlación de Pearson	.782	.788	.986	.983	.760	1
	Sig. (bilateral)	.429	.422	.108	.117	.450	
	N	3	3	3	3	3	3

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

**.. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

La correlación entre la valorización energética y la composición química de los estiércoles se aprecia valores positivos de 0.665, 0.655, 0.782; lo que sería una correlación directa o positiva considerable.

Fuente: Software estadístico SPSS 28

Tabla 13

Correlación entre valorización energética y la humedad de los estiércoles

porcentaje de humedad	Correlación de Pearson	1	-.990
	Sig. (bilateral)		.091
	N	3	3
valorización energética	Correlación de Pearson	-.990	1
	Sig. (bilateral)	.091	
	N	3	3

La correlación entre la valorización energética y la humedad de los estiércoles es -0.990; lo que sería una correlación indirecta o negativa considerable., lo que se significa que a mayor humedad es menor la valorización energética.

Fuente: Software estadístico SPSS 28.



VI.DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 Contratación y demostración de la hipótesis con los resultados

6.1.1 Comprobación de la hipótesis general

Hipótesis General:

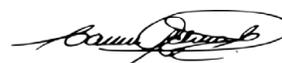
Los resultados demuestran como se valorizan los residuos orgánicos de origen animal para la generación térmica considerando la composición química del estiércol, el porcentaje de humedad y las condiciones de operación.

Dentro de la composición química del estiércol tanto de la oveja, caballo y de la vaca, los valores en promedio son: 33,44% de materia orgánica, 27% de carbono orgánico total, la relación de carbono nitrógeno con un valor de 15, potasio 5.4%, 2,16% Fosforo(P_2O_5), 5,4% Potasio (K_2O) y el 2% de carbohidratos que influyen de manera directa en su valorización, mientras que la humedad es un factor de operación en la valorización y por otro lado, las condiciones adecuadas para la generación térmica a partir de los residuos orgánicos de animales son: tiempo de residencia, temperatura y la cantidad de estiércoles.

6.1.2 Comprobación de las hipótesis específicas

En cuanto a las hipótesis específicas se demuestran haciendo el uso de la estadística inferencial, para la composición química que influye de manera directa en la valorización de los residuos orgánicos de origen animal como se muestra en la tabla 7, lo que significa a mayor presencia de los elementos químicos en los estiércoles es mayor la valorización energética de los residuos orgánicos de origen animal.

La humedad influye como un factor operacional en la valorización de los residuos orgánicos de origen animal como se muestra en la tabla 8, lo que significa que la valorización energética se ve disminuida con mayor porcentaje de humedad.



6.2 Contrastación de los resultados con otros estudios similares

De acuerdo a los resultados de la valorización de los residuos animales los estiércoles de oveja, caballo y vaca para la generación térmica, se observa que influye la composición química en dicha valorización, para los autores Rubio (2021) y Mantilla (2017) la valorización la biomasa residual de los estiércoles del ganado vacuno, porcino y avícola se da como un gran potencial energético, como una fuente de energía mediante la biodigestión anaeróbica. Por otro lado, Ramírez (2017) desarrolló un trabajo referente al aprovechamiento energético de los residuos sobre el manejo de excretas de ovejas mediante el compostaje como una forma de valorización, lo que considera un tratamiento amigable con el ambiente a los residuos orgánicos generados en los sistemas de producción animal principalmente del ovino. También el presente estudio coincide con los autores Alva y Leiva (2020) en cuanto a la valorización energética de los estiércoles, en este caso los autores consideran a partir de ganado vacuno para un sistema de producción de biogás para uso doméstico para la Población ganadera del caserío, en Cajamarca.

Otros estudios como de Joyo (2019) y Arrieta (2016) en sus investigaciones muestran una forma de valorización energética en la determinación del poder energético del estiércol de vacuno y ovino para la generación de biogás, para ello el autor Arrieta realizó un diseño de un biodigestor a escala doméstica aprovechando las excretas de ganado vacuno y porcino, para uso de iluminación y cocción diaria de alimentos donde el estiércol producido en el sector ganadero se valorizó como energía térmica y eléctrica.

6.3 Responsabilidad ética

El trabajo de investigación fue desarrollado con una fundamentación teórica en donde la autora realizó dentro de los parámetros de investigación éticos que se

requiere, se responsabiliza por la información emitida en presente informe final de investigación, de acuerdo con el Reglamento del Código de Ética de la Investigación de la UNAC, Resolución de Consejo Universitario N° 216-2019-CU.

A handwritten signature in black ink, appearing to be "Carmen J. ...", written in a cursive style.

CONCLUSIONES

- De la caracterización fisicoquímica realizada se concluye que los estiércoles de la oveja, caballo y vaca contienen: fósforo como P_2O_5 , potasio como K_2O y la relación carbono C/N, se considera los estiércoles con alto contenido de elementos químicos por lo que existe una influencia directa en la viabilidad de la valorización energética.
- De los resultados se concluye que las mediciones de la humedad en los residuos orgánicos de origen animal son importantes porque influye como un factor operacional en la valorización energética de los residuos de origen animal, por ello antes del uso de los estiércoles son previamente secado.
- Se determinó las condiciones adecuadas para la generación térmica como la temperatura de la combustión de los estiércoles de oveja, caballo y vaca se aprecia diferencia de temperaturas de $358^{\circ}C$, $338^{\circ}C$, $352^{\circ}C$ respectivamente, generando residuos de cenizas de 74.20g de estiércol de oveja, 105 g de estiércol de caballo y 98 g de estiércol de la vaca, que son aprovechados como mejoradores de suelos.
- De las experiencias realizadas se concluye que hay un desprendimiento de calor en la combustión de estiércoles ya que se consume de forma lenta, lo que permite su medición de temperatura en un primer momento se necesita la presencia del aire luego, cuando alcanza valores altos de temperatura ya no la necesita y es capaz de provocar llama por sí misma.

RECOMENDACIONES

Se recomienda el aprovechamiento de los estiércoles de los animales: vaca caballo y ovejas no solamente para la generación del calor sino también para la producción de biogás.

La investigación puede continuar con los estiércoles de la llama, alpaca ya que generan estiércoles con gran composición química y así obtener una valorización energética térmica y eléctrica.

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Carmen' followed by a stylized flourish.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alva, A. A., & Leiva, S. B. (2020). Implementación de un sistema de producción de biogás para uso doméstico, como propuesta al manejo adecuado del estiércol de ganado vacuno de la Población ganadera del caserío Carrerapampa; San Pablo, Cajamarca.

Arrieta, P. W. (2016). Diseño de un biodigestor doméstico para el aprovechamiento energético del estiércol de ganado Universidad de Piura.

Arteaga, P, Yannay C, Ledónb J, Cabrera H, Rodríguez M 2014. Unidad de Desarrollo Tecnológico. Universidad de Concepción. Chile. Gasificación de biomasa para la producción sostenible de energía. Revisión de las tecnologías y barreras para su aplicación.

Arrigoni, J. P. (2016). Optimización del proceso de compostaje de pequeña escala. Doctoral dissertation, Tesis de doctorado. Argentina, Universidad Nacional de Córdoba-Facultad de Ciencias Agropecuarias.

Balra, M. I., & Retamal M. J. (2010). Bioenergy from Organic Wastes. (Vol. v, pp. 317–348).

Castells, X. E. (2005). Tratamiento y valorización energética de residuos. Ediciones Díaz de Santos.

Castillón P. (2003). Valoración agronómica de las deyecciones de los animales. En: Residuos Ganaderos-Jornadas Técnicas. Fundación La Caixa. Pp: 131-140.

De Lucas, H. Del Peso, T. (2018). Biomasa biocombustible y sostenibilidad Universidad de Valladolid INIA ISBN 9788493189150.

Dirección General de Industria Energía y Minas. (2010). Guía de valorización energética de residuos. Comunidad de Madrid.

Durazno, A. (2018). Valoración de estiércol bovino y porcino en la producción de biogás en un biodigestor de producción por etapas, Universidad Politécnica de Sales., pp. 26–29, 2018, [Online]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15445/1/UPS-T007585.pdf>

Escobar, J. (2014). Generación de energía a partir de los residuos sólidos urbanos, de Bioenergía: fuentes, conversión y sustentabilidad., Bogotá, CYTED, 275-296.

García, A. R., Fleite, S. N., & Bereterbide, J. (2017). Marco legal ambiental para el manejo de residuos en producciones animales intensivas.

García, B.H. (2013) Matriz energética en el Perú y energías renovables VIII. Barreras para el desarrollo de la bioenergía. La Fundación Friedrich Ebert (FES) y Derecho, Ambiente y Recursos Naturales (DAR).

Jaramillo, G., & Zapata, L. M. (2008). Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia. <https://hive.blog/hive-196387/@emiliomoron/que-es-la-pirolisis-de-biomasa>.

Joyo, K. S. (2019). Determinación del poder energético del estiércol de vacuno y ovino de granjas para la generación de biogás.

Mantilla, S.N. (2017). Biogás. Aprovechamiento energético de una granja ganadero avícola en zona agrícola norte de Bucaramanga. Santander. Colombia <http://repositorio.udes.edu.co/handle/001/660>

Manual de muestreo de estiércol y/o compostaje para análisis de laboratorio Rock River Laboratory- México 2021.

Ministerio de Energía y Minas. MINEM (2020). Matriz energética de energías.

Muruais, M. & Maíllo, A (2010). Asociación Española de Valorización Energética de AEVERSU. La Incineración de los RSU aporte energético y ambiental.

Ndegwa, P. M., & Thompson, S. A. (2001). Integrating composting and vermicomposting in the treatment and bioconversion of biosolids. Bioresource technology, 76(2), 107-112.

Paniego, D. P. (2016). Combustión de excrementos: Una aproximación experimental. Revista Historia Autónoma: Revista multidisciplinar de la Asociación Historia Autónoma.

Quesada, J. 2018. Aprovechamiento energético de los residuos. Trabajo fin de Master. Universidad de alicante España.

Ramírez, S. A. (2017). Manejo de excretas de ovejas mediante compostaje, inoculado con microorganismos de montaña (MM) nativos de la finca experimental Santa Lucía, Heredia. Universidad de Costa Rica.

Rincón, M. Silva, L.I. (2014). Bioenergía: Fuentes, conversión y sustentabilidad Red Iberoamericana de Aprovechamiento de Residuos Orgánicos en Producción de Energía.

Rivas et al 2012 Perspectivas de obtención de energía renovable de la biomasa del estiércol del ganado lechero en la Región Centro-Sur de Chihuahua. Revista Mexicana de Agronegocios. Quinta Época. Año XVI. Volumen 30. Enero-junio del 2012. Revista Mexicana de Agronegocios

Rubio, M. P. M. (2021). Potencial energético de la digestión anaerobia del estiércol del ganado vacuno, porcino y avícola en Sonora (México). *Latín American Developments in Energy Engineering*, 2(2), 25-31.

Tortosa, G., Albuquerque, J., Ait-Baddi, G., Cegarra, J. (2012). The production of commercial organic amendments and fertilisers by composting of two-phase olive mill waste (“alperujo”) *Journal of Cleaner Production*, 26, 48-55 DOI:10.1016/j.jclepro.2011.12.008.

Vargas, C., Pérez, P. (2018), Aprovechamiento de residuos agroindustriales para el manejo de la calidad del ambiente Facultad de ciencias básicas revista ISSN 1900-4699 (vol14(1), 59-72.

Zambrana, V. (2010). Estudio de Valorización Energética de la Fracción Resto del Ecovertedero de Zaragoza. CIRCE centro de investigación de recursos de consumo energético.

ANEXOS:

Matriz de consistencia

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Carmen' followed by a stylized flourish.

MATRIZ DE CONSISTENCIA
“VALORIZACIÓN DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DE ORIGEN ANIMAL MEDIANTE LA GENERACIÓN TÉRMICA”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	MÉTODO
<p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿Cómo se valorizan los residuos orgánicos de origen animal mediante la generación térmica?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo influye la composición química en la valorización de los residuos orgánicos de origen animal? • ¿Cómo influye la humedad en la valorización de los residuos orgánicos de origen animal? • ¿Cuáles son las condiciones adecuadas para la generación térmica a partir de los residuos orgánicos de animales? 	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Valorizar los residuos orgánicos de origen animal mediante la generación térmica</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar la influencia de la composición química en la valorización de los residuos orgánicos de origen animal • Determinar la influencia de la humedad en la valorización de los residuos orgánicos de origen animal • Determinar las condiciones adecuadas para la generación térmica a partir de los residuos orgánicos de origen animal 	<p>HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>La composición química del estiércol, el porcentaje de humedad y las condiciones de operación permitirá la valorización de los residuos orgánicos de origen animal para la generación térmica.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ La composición química influye de manera directa en la valorización de los residuos orgánicos de origen animal como el: % de materia orgánica, % carbono orgánico total, la relación de carbono nitrógeno y % carbohidratos. ▪ La humedad influye como un factor operacional en la valorización de los residuos orgánicos de origen animal ▪ Las condiciones adecuadas para la generación térmica a partir de los residuos orgánicos de animales son: tiempo de residencia, temperatura, cantidad de 	<p>Variable dependiente:</p> <p>La valorización de los residuos orgánicos</p> <p>Variable independiente:</p> <p>Generación térmica</p>	<ul style="list-style-type: none"> • % materia orgánica • %carbono orgánico total • carbono/nitrógeno • %carbohidratos • % de humedad <ul style="list-style-type: none"> • temperatura • tiempo de residencia • cantidad de estiércol 	<p>Análisis fisicoquímico</p> <p>Análisis físico</p>



		estiércol ovino y bovino.			
--	--	---------------------------	--	--	--

