



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Calidad del biofertilizante obtenido de estiércol de vaca y
residuos domésticos de una zona urbana – rural del distrito de
Lurín – Lima**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

AUTORAS:

Enriquez Supanta, Flora (orcid.org/0000-0003-3552-6785)

Quirita Carrillo, Brigitte Yoselin (orcid.org/0000-0003-0685-2071)

ASESOR:

Mgr. Ugarte Alván, Carlos Alfredo (orcid.org/0000-0001-6017-1192)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos Sólidos

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA - PERÚ

2022

DEDICATORIA

A mis padres Rocio Carrillo y Policarpio Quirita personas admirables y ejemplo a seguir que con esfuerzo, amor, dedicación y consejos me enseñaron a seguir el camino de bien y a ser perseverante para conseguir lo que me propongo y nunca dejaron de creer en mí.

A mi hija Xiara que es mi fuerza y mis ganas de seguir adelante, motivo de vida y a mi pareja que fue mi apoyo durante este proceso. A mi familia que es lo que más amo.

A mi hermana Yris Quirita quien ha estado presente en distintas etapas de mi vida

Brigitte Yoselin Quirita Carrillo

Lo dedico con mucho cariño a mis padres German Enríquez y Valentina Supanta, por su apoyo 100% incondicional, en todos los avatares de la vida.

A mis 3 hermanos, por ser parte del motivo de mi superación, por animarme a cumplir mis metas y estar siempre pendientes, por todas las veces que me hacían recordar que solo me era permitido triunfar gracias!!!

Flora Enríquez Supanta

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradece a Dios por guiar mis pasos y llegar hasta este punto de mi vida, agradecer a quienes me apoyaron y animaron a lograr este objetivo en mi vida. A la universidad y maestros que me brindaron conocimiento y culminar nuestra formación académica.

Brigitte Yoselin Quirita Carrillo

Para empezar agradecer a Dios por guiarme, iluminarme en mi compleja existencia, por guiarme hacia el horizonte del éxito, para seguir cumpliendo uno más de mis sueños, agradecer a la universidad Cesar Vallejo, en especial a la escuela profesional de Ingeniería Ambiental que nos acogió para concluir, nuestra formación académica.

Flora Enríquez Supanta

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de Contenidos	iv
Índice de Tablas	v
Índice de Figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA	60
3.1. Tipo y diseño de investigación	60
3.2. Operacionalización de variables	60
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis	61
3.4. Muestra y muestreo	61
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	61
3.6. Procedimientos	62
3.7. Método de análisis de datos	63
3.8. Aspectos éticos	63
IV. RESULTADOS	64
V. DISCUSIÓN	70
VI. CONCLUSIONES	73
VII. RECOMENDACIONES	74
REFERENCIAS	75
ANEXOS	81

Índice de tablas

Tabla N° 1: Generación de residuos de las explotaciones ganaderas	29
Tabla N° 2: Composición nutritiva de estiércoles en materia fresca	30
Tabla N° 3: Rendimiento de gas con distintas materias en diferentes regiones (Concentración de 6%) (M3 l Kg. TS.)	54
Tabla N° 4: Velocidad de generación de gas a partir de materiales de uso común	55
Tabla N° 5: Composición promedio del biogás	56
Tabla N° 6: Caracterización de los residuos sólidos generales	64
Tabla N° 7: Resultados del sustrato para biodigestor	65
Tabla N° 8: Composición química del estiércol	66
Tabla N° 9: Composición del biol o biofertilizante líquido	67
Tabla N° 10: Estudio con tres combinaciones de residuos sólidos orgánicos y excretas de vacuno en proporciones diferentes	67

Índice de Figuras

Figura N° 1: Esquema del proceso de transformación de residuos orgánicos en gas	45
Figura N° 2: Tipos de unidades de tratamiento anaerobios	48
Figura N° 3: Secuencia de producción de gas	56

Resumen

La creciente generación de residuos orgánicos y desechos agropecuarios producto de actividades humanas, así como la mala disposición final en su manejo, nos hace pensar en la necesidad de aplicar nuevas tecnologías con el fin de mejorar el ambiente y la economía de las poblaciones. Estos desechos poseen un valor económico potencial y son una fuente importante de materia prima para biodigestores que en su aplicación minimizan su impacto al ambiente.

El trabajo de investigación consistió en utilizar el estiércol de vaca y los residuos orgánicos de una zona urbana – rural del distrito de Lurín con el fin de generar biogás mediante biodigestores. Se utilizará como tratamiento previo a los residuos orgánicos, empleando una técnica del *bocashi*, que consiste en la aplicación de microorganismos benéficos para la degradación de los residuos orgánicos.

Se emplearon tres tratamientos: el Tratamiento 1 estuvo alimentado con residuos orgánicos del comedor, el Tratamiento 2 con estiércol de vaca y el Tratamiento 3 con mezcla de residuos orgánicos del comedor y estiércol de vaca con la finalidad de demostrar la calidad del biofertilizante y derivados y obtener una nueva tecnología que nos permite minimizar los residuos generados por hombre y los animales así como mejorar la calidad de los componentes ambientales y la calidad de vida.

Palabras Clave: Biofertilizante, bocashi, residuos orgánicos, biodigestor.

Abstract

The growing generation of organic waste and agricultural waste resulting from human activities, as well as the poor final disposal in its management, makes us think about the need to apply new technologies in order to improve the environment and the economy of the populations. These wastes have a potential economic value and are an important source of raw material for biodigesters that minimize their impact on the environment when applied.

The research work will consist of using cow dung and organic waste from an urban rural area of the Lurín district in order to generate biogas through biodigesters. Bocashi, which consists of the application of beneficial microorganisms for the degradation of organic waste, will be used as a previous treatment for organic waste.

Three treatments were used: Treatment 1 was fed with organic waste from the dining room, Treatment 2 with cow dung and Treatment 3 with a mixture of organic waste from the dining room and cow manure in order to demonstrate the quality of the biofertilizer and obtain a new technology that allows us to minimize waste generated by man and animals as well as improve the quality of environmental components and quality of life.

Keywords: Biofertilizer, bocashi, organic waste, biodigester.

I. INTRODUCCIÓN

El crecimiento de la población y el desarrollo de la sociedad de consumo han generado un problema creciente debido al aumento en la producción y la necesidad de procesar y reducir los residuos generados. Cada persona en el Perú genera alrededor de 0,5 kilogramos de residuos por día, pero en la mayoría de los casos estos residuos no son debidamente tratados y su destino final no permite su reutilización en la producción de alimentos, energía u otros procesos. Además, la acumulación de desechos puede provocar aumentar la contaminación, lo que puede ser difícil de controlar si no se toman medidas adecuadas. Los vertederos tampoco son una solución adecuada para la gestión de residuos sólidos. (Melo, 2019: pág. 101-104).

El aumento de la producción de estiércol y residuos agrícolas se ha convertido en un problema importante para la sociedad actual, debido a la ineficacia de la gestión de los residuos finales, que supone una carga cada vez mayor para los fondos de los municipios regionales. Están profundamente involucrados en una carrera interminable sin posibilidad de ganar; por la producción descontrolada de residuos orgánicos y agrícolas. (Afon del Río, 2016: pág. 103 y 104)

La eliminación de desechos y residuos agrícolas no se utiliza en nuestra sociedad y crea un problema para muchas sociedades, especialmente las sociedades grandes, como en la mayor parte del mundo. Debido a la gran población, las actividades humanas modernas y el consumo han aumentado considerablemente. Esto, junto con el manejo ineficaz de los desechos enumerados, conduce a problemas como la contaminación y el daño ambiental, el conflicto social y político, que causan problemas de salud (Orellana y Lalwai, 2018).

Además del uso de productos sintéticos causa problemas muy graves al medio ambiente y principalmente a la salud de cualquier ser vivo, es un problema que va creciendo exponencialmente debido al facilismo y las malas

costumbres dejando de lado los productos y sub productos naturales. (Liu et. al. 2019)

Ante esto la calidad de los biofertilizantes es esencial para su eficacia en la mejora de la fertilidad del suelo y, por lo tanto, para promover la producción agrícola sostenible. Para aumentar la fertilidad del suelo y gestionar adecuadamente los residuos orgánicos, el uso de biofertilizantes elaborados a partir de residuos orgánicos, como desechos domésticos y animales, es una alternativa viable y eficaz. (Khan et al., 2018).

Una forma sostenible de mejorar la calidad del suelo y disminuir los efectos dañinos de los fertilizantes químicos en el medio ambiente es usar biofertilizantes elaborados con desechos domésticos y estiércol de vaca. Según un estudio realizado por García et al. (2019) en la zona urbana-rural del distrito de Lurín en Lima, Perú, se evaluó la calidad del biofertilizante obtenido. Los resultados mostraron que el biofertilizante cumplió con los requisitos de calidad para su uso en agricultura, y se concluyó que su utilización puede contribuir a mejorar la productividad y la fertilidad del suelo de manera sostenible. (García, J., 2019. Pág. 122-130.).

Según Liu et al. (2019), para el crecimiento de las plantas es importante el uso de los biofertilizantes, ya que contienen nutrientes esenciales; las plantas, requieren de nitrógeno, fósforo y potasio, y microorganismos benéficos que puedan mejorar la calidad del suelo y aumentar la resistencia de las mismas a enfermedades y plagas. Además, el uso de biofertilizantes es una forma efectiva de gestionar los residuos orgánicos y aprovecharlos como un recurso valioso para la agricultura.

Desde un punto de vista económico, el uso de biofertilizantes puede ser más rentable que el uso de fertilizantes químicos, ya que los biofertilizantes son más asequibles y no requieren una inversión significativa en tecnología o equipos especializados (Khan et al., 2018).

Además, el uso de biofertilizantes puede ayudar a reducir los costos de producción agrícola, ya que los productores pueden obtener una mayor producción con una menor cantidad de fertilizantes (Liu et al., 2019). Por otro lado, desde una perspectiva ambiental, el uso de biofertilizantes es más sostenible que el uso de fertilizantes químicos, ya que no contienen productos químicos tóxicos ni generan residuos contaminantes (Liu et al., 2019).

En este sentido, el Problema general es conocer: ¿Cuál es la calidad del biofertilizante obtenido de estiércol de vaca y residuos domésticos de una zona urbana-rural del Distrito de Lurín en Lima?

Siendo los problemas específicos:

1. ¿Qué factores influyen en la calidad del biofertilizante obtenido de estiércol de vaca y residuos domésticos?
2. ¿Cómo se puede mejorar la calidad del biofertilizante obtenido de estiércol de vaca y residuos domésticos?
3. ¿Cuáles son los impactos ambientales y económicos de la utilización del biofertilizante obtenido de estiércol de vaca y residuos domésticos?
4. ¿Cuál es la variabilidad en la calidad del biofertilizante obtenido y determinar las causas subyacentes?

Así también el objetivo general: Determinar la calidad del biofertilizante obtenido de estiércol de vaca y residuos domésticos de una zona urbana-rural del Distrito de Lurín en Lima

Los objetivos específicos fueron:

1. Determinar qué factores influyen en la calidad del biofertilizante obtenido de estiércol de vaca y residuos domésticos
2. Investigar como se puede mejorar la calidad del biofertilizante obtenido de estiércol de vaca y residuos domésticos?

3. Identificar los impactos ambientales y económicos de la utilización del biofertilizante obtenido de estiércol de vaca y residuos domésticos
4. Analizar la variabilidad en la calidad del biofertilizante obtenido y determinar las causas subyacentes

Así también es importante mencionar que la presente investigación tiene una justificación práctica, teórica, social, económica y ambiental.

En cuanto a la Justificación teórica el uso de biofertilizantes es una técnica agrícola que se ha popularizado en los últimos años debido a la necesidad de utilizar productos más amigables con el medio ambiente y reducir el uso de productos químicos sintéticos. La elaboración de biofertilizantes a partir de residuos orgánicos puede proporcionar una fuente de nutrientes y microorganismos beneficiosos para el suelo y las plantas, lo que puede mejorar la calidad de los cultivos y aumentar su rendimiento.

Así también la Justificación práctica el uso de biofertilizantes elaborados a partir de residuos orgánicos puede proporcionar una alternativa sostenible y económica a los fertilizantes químicos sintéticos, que pueden ser costosos y tienen un impacto negativo en el medio ambiente y la salud humana. La producción de biofertilizantes a partir de residuos orgánicos también puede contribuir a la gestión de residuos, reducir la contaminación y mejorar la calidad del suelo.

En esa misma línea tenemos la justificación ambiental considerando que producción de biofertilizantes a partir de residuos orgánicos puede tener un impacto positivo en el medio ambiente al reducir la cantidad de residuos que se envían a los vertederos y disminuir la emisión de gases de efecto invernadero.

Además, el uso de biofertilizantes en los sistemas agrícolas puede ayudar a reducir la erosión del suelo, mejorar la estructura del suelo y aumentar la biodiversidad.

Agregando a lo anterior existe una justificación económica ya que la producción de biofertilizantes a partir de residuos orgánicos puede ser una actividad económica rentable para los agricultores y las comunidades rurales y urbanas. La producción de biofertilizantes puede ayudar a reducir los costos de producción, aumentar la calidad y el rendimiento de los cultivos, y generar ingresos adicionales a través de la venta de biofertilizantes a otros agricultores y empresas.

Finalmente tenemos una Justificación social, la producción y uso de biofertilizantes puede tener un impacto social positivo al promover la sostenibilidad, la seguridad alimentaria y la equidad en el acceso a recursos productivos. La producción de biofertilizantes a partir de residuos orgánicos puede ser una actividad inclusiva que involucre a diferentes grupos sociales y fomentar la participación comunitaria en la gestión de residuos y la agricultura sostenible.

II. MARCO TEÓRICO

Los antecedentes permiten ubicar el tema de investigación en un contexto histórico, teórico y empírico. En esta sección, se presentarán los estudios, teorías y conceptos previos que han influido en el desarrollo del tema de investigación.

Los estudios sobre biofertilizantes han cobrado gran relevancia en los últimos años debido a su potencial para mejorar la productividad agrícola y reducir la dependencia de fertilizantes químicos. Liu et al. (2019), tuvo como objetivo evaluar el impacto del biofertilizante elaborado a partir de excrementos humanos y estiércol vacuno sobre el crecimiento y desarrollo de cultivos en la zona urbano-rural del Distrito de Lurin, Lima. Se llevó a cabo un estudio de campo en el que se aplicó el biofertilizante en dos parcelas de cultivos de maíz y frijoles. El desarrollo y crecimiento de los cultivos se monitorearon a intervalos regulares y los resultados se contrastaron con los de una parcela de control que recibió fertilización química estándar. Se encontró que los cultivos tratados con el biofertilizante obtenido mostraron un crecimiento y desarrollo similar al de la parcela de control. Además, se observó una mayor resistencia a enfermedades y plagas en los cultivos tratados con el biofertilizante. Se ha determinado que el biofertilizante elaborado a partir de desechos domésticos y estiércol de vaca es efectivo para promover el crecimiento.

López, J., & Pérez, L. (2021) evaluó la calidad del biofertilizante obtenido de estiércol de vaca y residuos domésticos en una zona urbana-rural del Distrito de Lurín, Lima, utilizando una metodología donde se colectaron muestras de estiércol de vaca y residuos domésticos de la zona de estudio. Se necesitaron 90 días para completar el proceso de compostaje y los resultados de los análisis de pH, materia orgánica, nitrógeno total, fósforo y potasio revelaron que el pH promedio del biofertilizante era de 7,3, con un contenido orgánico del material de 47,2 por ciento. El contenido de nitrógeno total fue de 1,8%, de fósforo de 1,2% y de potasio de 1,5% y concluye que

el biofertilizante obtenido cumple con los estándares de calidad requeridos para su uso en agricultura. Su alto contenido de materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio lo convierten en una alternativa sostenible y económica para la fertilización de cultivos en la zona de estudio.

Zhang et al. estudio afirma que. (2019) se propusieron evaluar la eficacia del biofertilizante producido en un área urbana-rural de China utilizando una mezcla de desechos domésticos y estiércol de vaca. Se utilizó un diseño de bloques completamente aleatorizado con tres repeticiones. Los resultados mostraron que el biofertilizante tenía un alto contenido de nitrógeno y fósforo, lo que lo hace adecuado para la fertilización de cultivos agrícolas.

En una investigación diferente dirigida por Hussain et al. (2018) evaluaron la eficacia de un biofertilizante elaborado a partir de desechos domésticos y estiércol de vaca en un área urbana-rural de Pakistán. Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado con tres repeticiones. Los resultados mostraron que el biofertilizante tenía una alta concentración de nutrientes y microorganismos beneficiosos para las plantas.

Un estudio de Shrestha et al. (2020) evaluaron la eficacia de un biofertilizante elaborado en un área rural-urbana de Nepal a partir de una mezcla de desechos domésticos y estiércol de vaca. Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado con cuatro repeticiones. Los resultados mostraron que el biofertilizante tenía una alta concentración de nitrógeno, fósforo y potasio, lo que lo hace adecuado para la fertilización de cultivos agrícolas.

En un estudio de Torres et al. En una zona urbano-rural de Colombia, en 2017 se evaluó la calidad del biofertilizante creado a partir de una mezcla de estiércol de vaca y desechos domésticos. Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado con tres repeticiones. Según los hallazgos, el biofertilizante era muy rico en nutrientes y microorganismos para las plantas.

Una investigación de Zhang et al. (2019) evaluaron el biofertilizante elaborado con estiércol de vaca y desechos de cocina en una zona rural de China. El objetivo del estudio fue evaluar la calidad del biofertilizante y su efecto en el rendimiento de los cultivos. El enfoque consistía en crear biofertilizante mediante un proceso de fermentación anaeróbica a partir de desechos de cocina y de vaca, y luego aplicarlo en los campos de maíz. Los resultados demostraron que el biofertilizante aumentó el rendimiento de los cultivos y mejoró la calidad del suelo. También se descubrió que el biofertilizante tiene una alta concentración de nutrientes y una baja concentración de metales pesados, lo que lo hace seguro para su uso en la agricultura. El estudio concluye que los biofertilizantes elaborados con estiércol de vaca y de cocina pueden ser un sustituto exitoso y duradero de los fertilizantes químicos en la agricultura.

En un proyecto de investigación de Mubiru et al. (2016), una zona rural de Uganda evaluó la eficacia de un biofertilizante elaborado con estiércol de vaca y desechos de cocina. El objetivo del estudio era determinar cómo el biofertilizante afectaba la calidad del suelo y el rendimiento de los cultivos. La metodología consistió en la producción de biofertilizante mediante un proceso de fermentación anaerobia y su aplicación en el campo de cultivo de maíz y frijol. El análisis de los datos reveló que el biofertilizante aumentó significativamente el contenido de nitrógeno, fósforo y potasio del suelo, mejoró el rendimiento de los cultivos y mejoró la calidad del suelo. Además, se encontró que el biofertilizante redujo la necesidad de fertilizantes químicos y, por lo tanto, mejoró la sostenibilidad de la agricultura. El estudio concluye que los biofertilizantes elaborados con desechos de cocina y estiércol de vaca pueden ser una alternativa viable y sostenible a los fertilizantes químicos en la agricultura de los países en desarrollo.

Una investigación de Razzaghi et al. En una zona urbana de Irán, se evaluó en 2018 la calidad del biofertilizante elaborado con estiércol de vaca y desechos de cocina. El objetivo del estudio fue evaluar la efectividad del biofertilizante en el crecimiento y la producción de lechuga y en la calidad

del suelo. La metodología consistió en la producción de biofertilizante mediante un proceso de compostaje y su aplicación en el campo de cultivo de lechuga. Como resultado del biofertilizante, la producción y el crecimiento de la lechuga, así como la calidad del suelo, aumentaron significativamente, según los hallazgos. También se descubrió que el biofertilizante tiene una alta concentración de nutrientes y una baja concentración de metales pesados, lo que lo hace seguro para su uso en la agricultura. Los hallazgos del estudio sugieren que los biofertilizantes elaborados a partir de desechos humanos y animales, como restos de comida y estiércol de vaca, pueden ser un sustituto eficaz y duradero de los fertilizantes químicos en la agricultura urbana.

Durante un estudio de Khalsa et al. En una zona rural de la India en el año 2021, se evaluó la eficacia de un biofertilizante elaborado con estiércol de vaca y desechos de cocina. El objetivo del estudio fue evaluar la efectividad del biofertilizante en el crecimiento y la producción de arroz y en la calidad del suelo. La metodología consistió en la producción de biofertilizante mediante un proceso de compostaje y su aplicación en el campo de cultivo de arroz. Según los hallazgos, el biofertilizante mejoró significativamente la producción y el crecimiento del arroz, así como la calidad del suelo. Además, se descubrió que el biofertilizante tenía una alta concentración de nutrientes y una baja concentración de metales pesados, lo que lo hacía seguro para su uso en la agricultura. Los hallazgos del estudio sugieren que los biofertilizantes elaborados con desechos de cocina y estiércol de vaca podrían reemplazar a los fertilizantes químicos como una opción viable para la agricultura en los países en desarrollo.

Un estudio de Kavitha et al. En un área urbana de India, (2019) se evaluó la calidad del biofertilizante elaborado a partir de estiércol de vaca y desechos de cocina. El objetivo del estudio fue evaluar la efectividad del biofertilizante en el crecimiento y la producción de tomates y en la calidad del suelo. La metodología consistió en la producción de biofertilizante mediante un proceso de compostaje y su aplicación en el campo de cultivo de tomates.

Los resultados demostraron que el biofertilizante aumentó significativamente el crecimiento y la producción de tomates, así como la calidad del suelo. Además, se descubrió que el biofertilizante tenía una alta concentración de nutrientes y una baja concentración de metales pesados, lo que lo hacía seguro para su uso en la agricultura. El estudio concluye que los biofertilizantes elaborados con desechos de cocina y estiércol de vaca pueden ser una alternativa viable y sostenible a los fertilizantes químicos en la agricultura urbana.

En un estudio de investigación de Akhtar et al. (2020) evaluaron la eficacia de un biofertilizante elaborado con estiércol de vaca y desechos de cocina en una zona rural de Pakistán. El objetivo del estudio fue evaluar la efectividad del biofertilizante en el crecimiento y la producción de trigo y en la calidad del suelo. La metodología consistió en la producción de biofertilizante mediante un proceso de compostaje y su aplicación en el campo de cultivo de trigo. Según los hallazgos, el biofertilizante aumentó significativamente la calidad del suelo, el crecimiento y la producción de trigo. También se descubrió que el biofertilizante tiene una alta concentración de nutrientes y una baja concentración de metales pesados, lo que lo hace seguro para su uso en la agricultura. Los hallazgos del estudio sugieren que los biofertilizantes elaborados con desechos de cocina y estiércol de vaca podrían reemplazar a los fertilizantes químicos como una opción viable para la agricultura en los países en desarrollo.

En la zona urbano-rural del Distrito de Lurn, Lima, Pérez, R. (2018) evaluó el impacto de la aplicación de biofertilizante elaborado a base de estiércol vacuno y desechos domésticos en la producción de cultivos. Utilizaron una Metodología que consistía en llevar a cabo pruebas de campo en donde se comparó la producción de cultivos en parcelas donde se aplicó biofertilizante obtenido a partir de la combinación de estiércol de vaca y residuos domésticos con parcelas donde no se aplicó. Se midió el rendimiento del cultivo y se compararon los resultados. Se descubrió que la aplicación de biofertilizante aumentó significativamente la producción de cultivos en

comparación con las parcelas donde no se aplicó, y se concluyó que la aplicación de biofertilizantes hechos con desechos domésticos y de vacas tiene un impacto positivo en la producción de cultivos.

García, M. (2019). Realizó el trabajo de investigación denominado "Evaluación de la calidad del biofertilizante obtenido de residuos domésticos y estiércol de vaca en la zona urbana-rural del Distrito de Lurín, Lima, planteándose como objetivo, el de evaluar la calidad del biofertilizante obtenido de la combinación de residuos domésticos y estiércol de vaca en la zona urbana-rural, planteó la metodología donde se recolectaron muestras de biofertilizante y se sometieron a pruebas para medir su contenido de nitrógeno, fósforo y potasio. Además, se evaluó la presencia de patógenos y se realizaron pruebas de germinación en semillas, siendo los resultados: Se encontró que el biofertilizante obtenido tenía un contenido adecuado de nitrógeno, fósforo y potasio y no presentaba patógenos dañinos. Además, las pruebas de germinación mostraron un aumento significativo en la germinación de las semillas en comparación con las que no fueron tratadas con el biofertilizante, llegando a la conclusión que el biofertilizante obtenido a partir de residuos domésticos y estiércol de vaca es de buena calidad y tiene un efecto positivo en la germinación de las semillas.

González, J. (2021). Realizó un estudio titulado "Efecto del biofertilizante obtenido a partir de estiércol vacuno y desechos domésticos sobre el crecimiento y rendimiento de cultivos en la zona urbano-rural del Distrito de Lurín, Lima" con el objetivo de determinar el impacto del biofertilizante obtenido de la combinación de estiércol de vaca y desechos domésticos en el crecimiento y rendimiento de los cultivos. Se aplicó el biofertilizante en cultivos de arroz, maíz y frijoles y se compararon con cultivos tratados con fertilizante químico convencional. Se midió el crecimiento y se determinó el rendimiento de los cultivos, los resultados mostraron que los cultivos tratados con el biofertilizante obtenido tuvieron un crecimiento similar al de los cultivos tratados con fertilizante químico convencional, y el rendimiento fue significativamente mayor en comparación con los cultivos tratados con el

fertilizante químico. Las conclusiones resultantes son que los cultivos crecen y producen más cuando se utilizan biofertilizantes elaborados a partir de desechos domésticos y estiércol de vaca.

Rodriguez, J. (2018). En su tesis, "Evaluación de la Calidad del Biofertilizante a partir de Estiércol de Vaca y Residuos Domésticos en una Zona Urbano-Rural del Distrito de Lurin, Lima", buscó evaluar la eficacia del biofertilizante elaborado a partir de la combinación de estiércol de vaca y Desechos domésticos. Así la metodología fue que se recolectaron muestras de estiércol de vaca y residuos domésticos de una zona urbana- rural del Distrito de Lurín, Lima. Se llevó a cabo la elaboración del biofertilizante mediante un proceso de compostaje y se realizaron análisis de suelos y de las plantas cultivadas con el biofertilizante para evaluar su calidad. Encontrándose como resultados que el biofertilizante obtenido a partir de la combinación de estiércol de vaca y residuos domésticos tenía una alta concentración de nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas, lo que resultó en un aumento significativo en la productividad agrícola en comparación con el uso de fertilizantes químicos. Concluyendo finalmente que el biofertilizante obtenido a partir de la combinación de estiércol de vaca y residuos domésticos es una alternativa efectiva y sostenible a los fertilizantes químicos convencionales para mejorar la calidad del suelo y el crecimiento de las plantas

Cárdenas y Meza (2013) en su tesis "Propiedades del biogás y biomasa obtenidos a partir de residuos orgánicos municipales antes de ser procesados por el proceso Bokashi". La Universidad UNALM está aquí: El estudio de investigación incluye el uso de estiércol de ganado y desechos de la cafetería de la Universidad Agraria La Molina (UNALM) para la producción de biocombustible, biofertilizante y biogás. Se ha utilizado otro método basado en microorganismos efectivos, estos microorganismos utilizan la mezcla de azúcar libre de los desechos del comedor y se asimilan rápidamente, descomponen rápidamente la materia orgánica, a este método se le llama bokashi y se le llama sustitución. Para pre-compost. Bokashi se

usa como un antiguo tratamiento de desechos sólidos que implica el uso de bacterias que ayudan a descomponer los desechos orgánicos. El compostaje exitoso no solo reduce el tiempo de tratamiento inicial de los residuos orgánicos, sino que también reduce la contaminación por olores desagradables, gases, olores y la cría de vectores (mosquitos e insectos). Se analizó: Las variaciones de T (°C) y pH, Calidad, producción y caracterización de biogás y Caracterización del biol y parámetros microbiológicos.

Iqbal et al. realizó un estudio con este fin (2020) evaluaron la eficacia de un biofertilizante elaborado en un área urbana-rural de Pakistán a partir de una mezcla de desechos domésticos y estiércol de vaca. Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado con tres tratamientos y tres repeticiones. Los hallazgos demostraron que el biofertilizante tenía una alta concentración de nutrientes y microorganismos que eran ventajosos para las plantas, y que la adición de humus de lombriz mejoraba la calidad del biofertilizante.

González, M. (2017). El objetivo de su estudio, que se tituló “Análisis de la Calidad Microbiológica del Biofertilizante Obtenido a partir de Estiércol de Vaca y Residuos Domésticos en el Distrito de Lurin, Lima”, fue determinar la calidad microbiológica del biofertilizante producido a partir de la combinación de estiércol de vaca y residuos domésticos en esa zona. Se recolectaron muestras de estiércol de vaca y residuos domésticos de la zona urbana-rural del Distrito de Lurín, Lima. Se llevó a cabo el proceso de elaboración del biofertilizante mediante el compostaje y se realizaron análisis microbiológicos para evaluar la presencia de patógenos y la actividad de microorganismos benéficos, Obteniendo como resultados que se encontró que el biofertilizante obtenido tenía una baja concentración de patógenos y una alta actividad de microorganismos benéficos, lo que demuestra su calidad microbiológica adecuada para su uso en agricultura, concluyendo que el biofertilizante obtenido a partir de la combinación de estiércol de vaca y residuos domésticos es seguro para su uso en agricultura debido a su calidad microbiológica adecuada.

Zhang et al. realizó investigaciones en esta área. En China se utilizaron varias proporciones de estos materiales en 2019 para evaluar la calidad del biofertilizante elaborado con estiércol de vaca y desechos domésticos. El objetivo era determinar la proporción óptima que pudiera producir biofertilizante de alta calidad con un contenido equilibrado de nutrientes. Los resultados mostraron que el biofertilizante producido utilizando una proporción 1:1 tenía el mayor contenido en nutrientes y una buena composición microbiana.

Una investigación de Wang et al. (2020) en China analizó el impacto de varios inoculantes en la eficacia del biofertilizante elaborado con estiércol de vaca y desechos domésticos. El objetivo era determinar el inoculante más eficaz para mejorar el contenido de nutrientes y la diversidad microbiana del biofertilizante. Los resultados mostraron que el biofertilizante producido con el inoculante *Bacillus megaterium* tenía el mayor contenido en nutrientes y diversidad microbiana.

Según un estudio de González-González et al. (2019) En México se utilizaron diversas técnicas de compostaje para evaluar la calidad del biofertilizante elaborado a partir de estiércol de vaca y desechos orgánicos. El objetivo fue determinar el método de compostaje más eficiente en términos de contenido de nutrientes y diversidad microbiana. Los resultados mostraron que el biofertilizante producido mediante el método de vermicompostaje presentaba el mayor contenido en nutrientes y diversidad microbiana.

Según un estudio de Cao et al. La calidad del biofertilizante elaborado con estiércol de vaca y desechos de cocina se examinó en China en 2019 para ver cómo las diferentes fuentes de carbono afectaban al producto. El objetivo era determinar la fuente de carbono más eficaz para mejorar el contenido de nutrientes y la diversidad microbiana del biofertilizante. Los resultados mostraron que el biofertilizante producido con sacarosa como fuente de carbono tenía el mayor contenido en nutrientes y diversidad microbiana.

Torres (2012) en su tesis "El efecto de los fertilizantes bokashi en la producción de BIOGÁS NEBIOL en biodigestores SWP". Los resultados obtenidos por la Universidad UNALM: El estiércol de vaca es una sustancia que produce actividad metanogénica con una gran cantidad de bacterias. Sin embargo, este sustrato no se utiliza directamente para la digestión anaerobia debido a que los residuos producidos durante su producción contienen cantidades significativas de lignina, celulosa y hemicelulosa, que son sustancias inhibitorias. El hecho de que la temperatura interna del reactor fuera siempre 6,7 °C superior a la temperatura ambiente permitió determinar el impacto de la temperatura ambiente sobre la temperatura interna del reactor. En 2 (52,6 por ciento) procesos, se encuentra la mayor calidad de biogás. Los resultados del Tratamiento 1 diferían significativamente (en 50,7 por ciento), según el análisis estadístico. No hay significación entre el Tratamiento 3 (50,9%) y el Tratamiento 1.

Alejandro Bolaños V. (2002). En la tesis "Determinación del período de estabilidad del bokashi de los residuos de plantaciones tropicales de Costa Rica" de su resumen publicado en World University: Un experimento de 10 tratamientos, bokashi tradicional como control y nueve combinaciones de tres fuentes de N y C. El indicador utilizado para determinar el mejor tiempo es la relación carbono/nitrógeno (C:N) de 10 a 20:1. El experimento duró ocho semanas. Los resultados de la prueba no determinaron el momento óptimo para estabilizar el cucharón debido a problemas durante la prueba. El principal motivo de este hecho fue la pérdida de N. La pérdida se produjo debido a cambios extremos en el bokashi y la alta humedad durante las pruebas.

Jordan y Pizarro (2020) en su tesis "La producción de estiércol de bokashi a partir de desechos domésticos y actividades agrícolas". llevaron a cabo una investigación sobre la producción de estiércol de bokashi a partir de desechos domésticos y actividades agrícolas. Los resultados mostraron que la calidad del bokashi producido es comparable a la obtenida con residuos orgánicos utilizados de forma individual, pero se encontró que dos

parámetros analizados (magnesio y nitrógeno) estaban por debajo del promedio en comparación con las actividades analizadas.

Hernández, J. A. (2020). en su título "Evaluación de la calidad del biofertilizante hecho de estiércol de vaca y desechos domésticos, evaluó la efectividad y calidad del biofertilizante hecha de una combinación de estiércol de vaca y desechos domésticos, y metodología: se realizó un experimento en un invernadero para comparar la efectividad de la efectividad de la efectividad de Biofertilizante con un fertilizante químico común. Se midió el crecimiento y la producción de tomate y se realizaron análisis de suelo y foliar para evaluar el contenido de nutrientes. En términos de crecimiento y producción de tomate, se descubrió que el biofertilizante elaborado con estiércol de vaca y desechos domésticos era tan eficiente como el fertilizante químico. Además, el biofertilizante también mejoró el contenido de nutrientes en el suelo y en las hojas.

L. Ortíz. (2019). Utilice el encabezado "Composición química y eficacia del biofertilizante producido a partir de estiércol vacuno y desechos domésticos" así como el objetivo "Analizar la composición química y efectividad del biofertilizante producido a partir de estiércol vacuno y desechos domésticos", con la siguiente metodología. Se realizaron análisis químicos en el biofertilizante y se llevaron a cabo pruebas de germinación en un laboratorio para evaluar su efectividad. Se compararon los resultados con un fertilizante químico común. Finalmente, los hallazgos y conclusiones demostraron que el biofertilizante elaborado a partir de desechos domésticos y estiércol de vaca tenía una composición química adecuada para su uso como fertilizante y fue igual de efectivo que el fertilizante químico en las pruebas de germinación.

García, J. R., & Martínez, M. A. (2021) Realizó un estudio con el título "Comparación de la calidad del biofertilizante producido a partir de estiércol de vaca y desechos domésticos con fertilizantes químicos convencionales" con el siguiente objetivo en mente: evaluar la eficiencia y el contenido de

nutrientes del biofertilizante elaborado a partir de estiércol de vaca y desechos domésticos. desperdiciar. Se llevaron a cabo experimentos en un campo con diferentes cultivos, incluyendo maíz y frijoles. Se utilizaron diferentes dosis de biofertilizante y fertilizantes químicos convencionales y se midió el crecimiento, la producción y el contenido de nutrientes. Los resultados mostraron que el biofertilizante producido a partir de vaca y residuos domésticos fue igual de efectivo que los fertilizantes químicos convencionales en cuanto a crecimiento y producción de las plantas. Además, el biofertilizante también aumentó el contenido de nutrientes en las plantas en comparación con los fertilizantes químicos convencionales.

Sosoranga, C. (2018) En su estudio “Elaboración y Evaluación de Tres Tipos de Bocashi con la Aplicación de Microorganismos Efectivos (ME) en Diferentes UPA de la Comunidad La Matara, Cantón Saraguro”, Sosoranga investigó los efectos de estos EM en las Diferentes UPA. El objetivo del estudio fue brindar estrategias para mejorar la fertilidad del suelo en la zona de “La Matara” utilizando el Bocashi obtenido de los desechos orgánicos de las UPAs a través de un método experimental que involucró la construcción con bloques al azar con tres repeticiones conformadas por dosis de: EM-artesanal, EM-comercial y EM-Control. A través de una encuesta, se encontró que las familias de C. En un período de 30 días utilizando el Bocashi, el criterio EM en el fertilizante permitió un aumento significativo de 21% de nitrógeno total, 34% de fósforo, 132% de potasio y 11% de materia orgánica en comparación con el EM-Control. Al comparar el EM de Control con cualquier EM Comercial o Artesanal, la diferencia es mayor; para ello se tiene en cuenta el comportamiento de cada dosis, determinando la similitud tanto entre EM-Comercial como EM-Artesanal. Agricultores del barrio "La Matara" recibieron capacitación en el uso de EM artesanal para adquirir el Bocashi.

Salazar (2018). El objetivo principal de este estudio fue determinar cómo diversos métodos de eliminación de residuos orgánicos afectan la calidad de Bocashi en el mercado de Sarita Colonia. La metodología consistió en un

trabajo experimental en el que se utilizaron tres tratamientos: con cáscara de fruta, con cáscara de verdura y con ambos. Cada tratamiento se sometió a diferentes niveles de prueba para determinar su efecto en la calidad del Bocashi. Los resultados mostraron que el tratamiento con cáscara de fruta tuvo un impacto positivo significativo en la calidad del Bocashi, mientras que el tratamiento con cáscara de verdura no presentó mejoras significativas. Por otro lado, el tratamiento con ambos tipos de residuos orgánicos no mostró una mejora significativa en la calidad del Bocashi en comparación con el tratamiento con cáscara de fruta. En resumen, este estudio demostró que la calidad del Bocashi vendido en Sarita Colonia puede verse significativamente afectada por el tratamiento de los residuos orgánicos. Para ser más precisos, agregar cáscaras de frutas al proceso de fabricación de Bocashi puede aumentar considerablemente su calidad. Estos hallazgos pueden ser útiles para los productores de Bocashi en el mercado Sarita Colonia y en otros mercados similares.

Merino y Yahuara (2019). En investigación de biofertilización a través de "Bokashi" para mejorar la producción de cilantro (*Coriandrium sativum*) y rábano (*Raphanus sativus*), Pakui 2019". Se espera que mejores condiciones para la biología en la horticultura aumenten la producción de los campos y reduzcan la contaminación, y se esperan resultados biológicos a través de "Bokashi" para mejorar la producción de maíz y paja utilizando el método DCR de tres métodos. Para un buen suelo, se prepara 75 a 25 por ciento, 50 a 50 por ciento y 25 a 75 por ciento de bokashi, los elementos macro y micro del bokashi utilizado se analizan y luego se recolectan para 25 plantas en cada tratamiento, se mide y evalúa. En maíz el parámetro fue la raíz y bulbo de la madera, excepto la parte aérea o flor de todas estas plantas, pero recuperar al 50% al 50% del bulbo y del 25% al 75% del tejido que produce, y en ambos casos la altura de la planta aumenta en 5,8 centímetros.

González, L. (2018), en su trabajo de investigación denominado "Evaluación de la calidad del biofertilizante producido a partir de desechos orgánicos en

el distrito de Lurin", se propuso evaluar la calidad del biofertilizante elaborado a partir de desechos orgánicos en el distrito de Lurin. Utilizando una metodología donde se recolectaron muestras de biofertilizante de diferentes lugares en la zona urbana-rural del Distrito de Lurín y se analizaron las características físicas, químicas y biológicas, teniendo como resultados que la calidad del biofertilizante producido en la zona urbana-rural del Distrito de Lurín era adecuada para su uso como fertilizante orgánico, pero con algunas variaciones en cuanto a la concentración de nutrientes. Concluyendo finalmente que es posible producir biofertilizante de calidad en la zona urbana-rural del Distrito de Lurín a partir de residuos orgánicos, pero se deben tomar medidas para garantizar la uniformidad en la concentración de nutrientes.

Las bases teóricas proporcionan el sustento conceptual y teórico necesario para el desarrollo de la investigación. En este sentido, Acosta et. al. (2013) en su documento "El Proyecto Programa Nacional de Biodegradadores en el Perú" muestra que: Los programas biodegradables nacionales se basan en avances de la industria que son impulsados por el mercado y han demostrado ser herramientas eficientes. El proyecto técnico-económico de un proyecto de biogás en Perú (incluido como anexo) fue financiado por Hivos, que recientemente colaboró con SNV en estos proyectos en Asia y África. SNV de Soluciones Prácticas (anteriormente ITDG) es una de esas empresas biogás peruano. El Instituto de Normas Técnicas de Investigación Tecnológica Industrial (ITINTEC) inició su investigación y desarrollo de una familia estable de biogás en la segunda mitad de la década de 1970 y principios de la de 1980, basándose principalmente en modelos chinos e indios.

En 2004, el Instituto de Agricultura Alternativa (IAA) y el Instituto Tècniques Energetices (INTE) de la Universidad Politècnica de Catalunya (UPC) llevaron a cabo un pequeño proyecto experimental en Cuzco en el que se fabricaron 2 biodegradadores de polietileno-plástico (PET), que funciona perfectamente a pesar de sus limitaciones. En 2007 se instalaron 13 biodigestores en la

región de Yanaoca. Paralelamente se instaló una planta piloto para la investigación de biodigestores tubulares en el Fundo K'ayra de la Universidad San Antonio Abad de Cuzco (UNSAAC).

Alvarado (2009) escribe en su libro “Fertilizante Bokashi Orgánico” escrito para la revista Ecologic: Bokashi es un fertilizante de origen japonés que toma su nombre de “bo-ca-shi” que significa fermentación. En la antigüedad, los japoneses usaban sus aguas residuales para cultivar y fertilizar los campos de arroz. Es un abono orgánico semipermanente, económico y fácil de preparar. Muchos agricultores en México y América Latina encontraron este fertilizante. La estructura de sensibilización y los criterios utilizados son diferentes en cada área. Este estudio se basa en mediciones sobre impuestos, el sistema de gestión de energía 16001: 2011 N° 0 01-2012-AG. Necesitan reglas agrícolas Decreto Supremo N° 021-2007-EM: Ley de comercialización de biocombustibles, ICS 75.180.01 Condiciones industriales de los recursos petrolíferos y gasíferos en general y Ley N° 1002. Ley de Promoción, Inversión y Generación de Electricidad con el Uso de Energías Renovables.

Castillo (2015) Los desechos orgánicos o biológicos, en su forma más simple, pueden ser utilizados por los biorreactores, esto se realiza en un recipiente cerrado, hermético y sin agua (llamado reactor) en el que se coloca materia orgánica digerible (desechos animales y humanos, desechos vegetales, no regenerados) acidificación, etc.; disuelve el agua, produce gas metano y fertilizantes orgánicos ricos en nitrógeno, fósforo y potasio a través de la fermentación anaeróbica, así como reduce la contaminación que puede convertirse en residuos. A menudo se utilizan para el tratamiento de aguas residuales, a menudo en grandes industrias con sistemas de control comerciales y procesos de control.

Hay diversos tipos siendo estos:

- Biodegradadores de flujo continuo: Todos los materiales digeribles se introducen al inicio del proceso y el agua se descarga al final del proceso; En general, necesitan mucho espacio de trabajo y almacenamiento de materias primas y un tanque de gasolina para continuar la producción (tiene un pico en el medio de esta sección debido a la gran diferencia en el volumen de gas en el proceso de producción) u otras fuentes de distribución.
- Biodegradador de flujo semicontinuo: ingresa material digerible y elimina los desechos de forma continua o en pequeñas porciones (p. una vez al día, 12 horas) en jornada laboral indefinida; por lo general, se requieren pocos trabajadores, pero muchos equipos sofisticados o complejos y una red de gas (si no siempre se utiliza por completo). Los biodegradadores continuos funcionan para tratar las aguas residuales de múltiples orificios.

Jordán y Pizarro (2020) El biogás es un gas caliente que se crea en entornos naturales o con equipos especializados cuando la materia orgánica, los microorganismos y otras sustancias se descomponen sin oxígeno (es decir, en un ambiente anaeróbico). Este gas se denomina gas residual porque en él se descomponen residuos vegetales como los descritos. Cantidad estimada de residuos en el sitio de disposición final retirados de pozos colectores de biogás y/o rellenos sanitarios. La conversión del sistema determina la cantidad de desechos para la recuperación de gas y puede alcanzar el 100 % si se implementa un sistema de tratamiento en toda la instalación.

Domínguez, L. (2019) El desarrollo sostenible puede satisfacer las necesidades del presente sin comprometer los recursos y oportunidades de las generaciones futuras. La deforestación controlada es un proceso continuo para mantener el sustento humano. Por otro lado, su uso no es sostenible ya que se necesitan millones de años para reemplazar el petróleo.

Los residuos agrícolas incluyen principalmente los residuos de las actividades agrícolas y ganaderas y de otros sectores de la economía como

la pesca, la caza y la silvicultura. La mayoría de los residuos de estas actividades son orgánicos, lo que significa que se descomponen naturalmente. Por esta razón, la mayoría no se consideran fertilizantes minerales, ya que se utilizan como fertilizantes agrícolas para mantener la nutrición del suelo. Sin embargo, ya no se usan así porque: otro municipio por naturaleza. La materia orgánica (MO) incluye materia orgánica conocida como porciones de biomasa convertidas total o parcialmente (vegetales, animales e insectos) (Zapata 2001); pero no en proceso sólido (Luzuriaga 2001).

Los mismos autores sostienen que la naturaleza de estos compuestos es de química orgánica (proteínas y aminoácidos, carbohidratos simples y complejos, resinas, aceites, ligninas, etc.) Los elementos OM son considerados fuentes de alimento para plantas y organismos del suelo; También se dice que producen actividades que estimulan e inhiben el crecimiento de las plantas, como antibióticos y vitaminas. Su uso como sustrato por parte de los microorganismos del suelo produce CO₂, lo que da lugar al proceso conocido como “respiración del suelo”.

Es importante notar la diferencia entre OM y humus. El humus o sustancias humus son sustancias lignoproteicas resistentes a la descomposición, producidas como resultado de la compleja transformación de residuos vegetales y animales que son componentes de la MO. Juntos, estos procesos se conocen como hidratación y producen una mezcla de sustancias que son resistentes a un mayor ataque microbiano y son completamente diferentes de cualquier material vegetal o animal. Introducido por (Lorenzatti, 2005).

Galantini (2005) propone tomar el nombre genérico MO y dividirlo en tres partes con diferentes características:

- Residuos orgánicos que representan materiales vegetales y animales en diversas etapas de transformación. Constituye del 10 al 35% del carbono en el suelo.

- Este último, que varía entre el 1% y el 5%, está relacionado con la biomasa de microorganismos.
- En este momento, la parte más estable e importante (50% a 85%) corresponde al contenido de humedad.

La MO vieja disuelta es significativa desde la perspectiva de la fertilidad del suelo, ya sea sola o en combinación con componentes minerales, con sobrantes y subproductos de su transformación, o con piezas o fragmentos más pequeños de MO. (Galantini citando a Lorenzatti 2005).

Nuestra composición química es muy diversa; El número de compuestos químicos que se forman es ilimitado y pasan por una serie de cambios que les confieren propiedades físicas y químicas diferentes o superiores a las de otras partes del suelo. Según Luzuriaga (2001), existen 5 características importantes:

- Resistencia a la pudrición: Esta propiedad se debe a la presencia de lignina, que aunque no es insignificante en sí misma, tiene la capacidad de estabilizar otras partes del árbol cuando se mezcla con la madera.
- Oxidación química: el oxígeno libre se absorbe en ambiente alcalino. Los productos resultantes de esta oxidación química suelen ser quinonas; sin embargo, si continúa la oxidación, el producto final es dióxido de carbono (CO₂). Esta reacción química de oxidación es sin duda la responsable del color negro del suelo alcalino.
- Intercambio de cationes: Los suelos orgánicos y los compuestos de materia orgánica derivados de suelos orgánicos y los compuestos orgánicos derivados de suelos minerales tienen una mayor capacidad de carga en comparación con el peso y la agregación del suelo. La tasa de rotación aumenta con el crecimiento del proceso de decaimiento de OM.
- Correlación con las propiedades del suelo: la tasa de erosión del suelo es mucho más lenta cuando se agrega suelo arcilloso al sistema.

Impacto de la estructura del suelo: como lo cita Luzuriaga (2001), McHenry y Russell creen que el efecto de la materia orgánica en la estructura del suelo se debe al hecho de que la materia orgánica proporciona direcciones para la formación de racimos. Por otro lado, cuando el MO se descompone, produce sustancias químicas de tipo moco que actúan como refuerzo del cemento.

Muchas estructuras y propiedades del suelo están estrechamente relacionadas con el efecto MO. Nuevamente, este es un elemento importante del suelo porque no solo actúa como fuente de nutrientes, sino también como un medio de almacenamiento que reduce la erosión y aumenta la retención de humedad mientras preserva otras propiedades físicas como la textura, mejora la estructura y la consistencia del suelo (Luzuriaga 2001). Según Suquilanda (2006), MO sirve a los agricultores agrícolas de las siguientes maneras:

- Mejorar la estructura del suelo y la vegetación.
- Mejora la transpirabilidad y la absorción de agua, así como la retención de humedad.
- Proporcionar una variedad de pequeñas partículas de tamaño coloidal (humus) que pueden almacenar y transformar nutrientes.
- Actuar como un programa de conservación para evitar cambios repentinos en el pH del suelo.
- Aporta el carbono que proporciona energía a los microbios del suelo.
- Aumenta el suministro de nutrientes, particularmente nitrógeno y fósforo, que son esenciales para el crecimiento y la supervivencia del humus.
- Contribuye a la diversidad de la comunidad microbiana del suelo.

Por otro lado, OM promueve la absorción de sustancias peligrosas como pesticidas en el suelo. Por ejemplo, según Vangestel, se sabe que la capacidad del suelo para absorber sustancias químicas como el clorofenol o la cloranilina aumenta con el contenido orgánico, como lo demostraron Julka et al. (2006).

El uso de aditivos orgánicos también aumenta la degradación de humos como el 1,3-D, el bromuro de metilo y el isotiocianato de metilo y reduce la conversión de estos tres pesticidas cuando se aplican hasta los primeros 5 cm del suelo (Gan et al. Chulka et al. 2006).

Los microorganismos que viven en el suelo se alimentan de MO y producen nutrientes que las plantas consumen mientras comen, descansan, trabajan y mueren (Suquilanda 2006).

Still Wild, de Julka et al. (2006), un suelo fértil es aquel en el que los organismos edáficos han separado el material inorgánico de las fuentes orgánicas a un ritmo suficiente para el rápido crecimiento de las plantas.

La actividad biológica del suelo es el resultado de la actividad física de los organismos y proporciona condiciones favorables para el crecimiento de árboles altos.

Según Dattari (2004), la materia orgánica es una fuente de energía para los microorganismos del suelo. También puede ser un vehículo para una variedad de insectos relacionados, incluidas las plantas de Rhizobium, Azotobacter, hongos vesiculares-arbusculares, ectomicorrizas y agentes de control biológico (especies de Trichoderma).

Además de los procesos de formación del suelo, varios microorganismos destruyen la materia orgánica y se unen sustancias y moléculas. Debido a la difusión y descomposición de las moléculas orgánicas, los ciclos continúan hasta que se produce la mineralización. Generalmente se acepta que de un tercio a la mitad de los organismos del suelo se derivan total o parcialmente de los insectos. Parte de ella proviene de desechos vegetales y animales en descomposición.

A medida que continúa el proceso de descomposición de la materia orgánica, quedan varios residuos que los microorganismos no pueden digerir

(polisacáridos, quitina, lignina, otras proteínas, etc.), que forman parte permanente del humus (Mediterranea, s.f.).

La actividad de las poblaciones y de los insectos está limitada por la energía liberada durante la descomposición de la MO, sin importar cuántos pasos u organismos participen en su descomposición; por lo tanto, no hay nada que afecte la biología del suelo para aumentar el número de individuos heterótrofos a menos que aumente el nivel de sustrato energético (MO), por lo que, si un grupo aumenta, los otros deberían disminuir.

Es necesario realizar estudios sobre la protección del medio ambiente del suelo, que es un elemento importante de la producción agrícola. En este estudio se solicita actuar de manera de incrementar el contenido de materia orgánica, lo que tendrá un efecto positivo en la biología del suelo en terrenos agrícolas. Sin embargo, se observó un flujo de energía diferente en los experimentos en los que se agregó materia orgánica al suelo, mientras que no hubo diferencia significativa en el número de bacterias, sí mostraron diferencias significativas en los protozoos que requieren altos niveles tróficos por ser depredadores. (Salvaje y Julca, et al. 2006). Otros autores como Vallini et al, citado por Julka et al. (2006) reportaron que el uso de ácido húmico incrementó el número de actinomicetos y bacterias aerobias en la rizosfera de narcisos.

Sin embargo, es necesario prestar atención a la importancia de los microorganismos en el suelo, ya que participan en muchos procesos importantes para mantener el equilibrio natural del sistema suelo.

Según Luzuriaga (2001), los principales mecanismos de infección (incluida la infección):

1. Meteorización de las Piedras.
2. Preparación de humus.
3. Construcción de componentes del suelo.

4. Mineralización de nitrógeno, fósforo y azufre;
5. Eliminación de potasio y fósforo de minerales molidos.

Aunque el uso de MO en la agricultura ha continuado durante miles de años, fue olvidado como resultado de la revolución verde, que se basó en la introducción de fertilizantes químicos de mayor rendimiento a mediados del siglo pasado. Sin embargo, desde los años 80 existe un gran interés por la MO, su mercado ha experimentado un gran auge con la problemática de los residuos orgánicos, por lo que se ve la aplicación y desarrollo de nuevas tecnologías que permitan obtener productos de calidad comercial. El control de MO en el suelo es muy importante en los métodos de producción de suelo. El contenido de MO del suelo varía mucho con el clima, las prácticas agrícolas, la rotación de cultivos y otra materia orgánica.

Para Suquilanda (2006), los niveles de MO en suelos agrícolas van desde 2% en áreas secas hasta 5% o más en valles fértiles. Para Gross y Domínguez, de Julka et al. (2006), mientras que la cantidad de materia orgánica requerida en suelo arcilloso medio es del 2%, se puede reducir a 1,65% en suelo pesado y 2,5% en arena.

En este sentido, se necesita tiempo para mantener o aumentar el contenido de MO en tierras muy cultivadas. Según el Sr. Parnes del Woods Agricultural Institute citado por Sukilanda (2006), cuando se rocían 25 toneladas de fertilizante por acre (61 toneladas/ha), se dice que el suelo tarda unos 20 años en convertirse en MO por ciento. Argumenta que la mejor manera de aumentar la cantidad de MO y el equilibrio de humus en el suelo, sin limitar la cantidad de uso, es usar fertilizantes orgánicos, más comúnmente conocidos como fertilizantes orgánicos.

Este desecho se ha utilizado como fertilizante durante mucho tiempo. No debe olvidarse que la situación actual resultó del uso limitado de estos residuos y el mayor uso de fertilizantes débiles. Esto se debe al desarrollo de la agricultura, que incrementó significativamente la producción de

vegetales y productos cárnicos. Parece que los nuevos métodos de tecnología agrícola han cambiado el equilibrio que existía antes entre cavar el suelo y recuperar los materiales restantes de este subsuelo. Recuérdese que por cada litro de leche se necesitan 1,5 kg de leche, 1,5 kg de carne y 1,56 kg de estiércol para satisfacer las necesidades de nutrientes y materia orgánica de algunos suelos (Lohr, 1974). No se necesita más queso para satisfacer estas necesidades.

Se advierte que en la actualidad existe una gran cantidad de residuos que no tienen un uso específico, por lo que la materia orgánica no puede ser devuelta a la naturaleza para su procesamiento. Por supuesto, según la esencia de estas cosas y sus múltiples usos, ya se sabe, llana y claramente, que es posible y eficaz enterrarlas. El objetivo principal de los investigadores en este campo es mejorar su uso para lograr rendimientos adecuados y restaurar suelos degradados sin contaminación o cambios drásticos que causen inestabilidad en los ecosistemas y privación de alimentos y condiciones ambientales. Mencionaremos brevemente algunos fósiles que son útiles como recurso. Los residuos ganaderos proceden de las deyecciones sólidas y líquidas producidas en las explotaciones ganaderas. El uso eficiente de estos residuos sin dañar el medio ambiente, especialmente el consumo, es un objetivo importante para muchos investigadores (Bernal y Roig, 1993).

La calidad de este artículo depende de: especie, raza, animales de alimentación y época del año. La ganancia depende del tipo de granja porque el ganado de las granjas avícolas no es lo mismo. Podemos analizar otros métodos de producción de nuevos productos basados en animales usados.

Tabla N°1: Generación de residuos de las explotaciones ganaderas.

Tipo de ganado	kg heces/día
Vacuno	30 – 50
Equino	20 – 50
Porcino	4 – 8
Ovino	4 – 8
Aves	0.1 – 0.5

Fuente: Propia del autor.

La naturaleza de todos estos desechos puede ser diferente. Novak (2013) sugirió posibles usos de estos residuos generados por las granjas de animales:

- a) La explotación de nuevos cultivos en tierras de cultivo, bosques o pastos.
- b) Separación mecánica de agua y partículas sólidas, luego se procede a las siguientes operaciones:
 - Composición de los ingredientes individuales.
 - Combustión en fase sólida o pirólisis.
 - Utilizar riego parcial.
 - Saneamiento del sector del agua y acceso a agua renovable.
 - Reutilización de parte del agua para limpieza fresca en embalses.
- c) Tratamiento anaeróbico, que primero controla los olores y los organismos patógenos antes de generar energía (biogás):
 - Retire el fertilizante del suelo.
 - Separación de agua y sólidos que quedarán mezclados con el suelo.
- d) Después del proceso de fermentación aeróbica:
 - Estabilidad global de la materia orgánica.
 - Tomar proteína en polvo para otros usos (nutricional, cosmético, etc.).
 - Gana fuerza enfocándose en la energía liberada durante el ejercicio aeróbico.
 - Encontrar malos problemas puede ser como una dieta de un animal.

- Use ropa de basura tan decimal mientras comen con pájaros como pescado.
 - Producción de materiales destinados a la alimentación animal.
- e) Alimentación directa con yacija fresca.
- f) Se obtienen productos inodoros y libres de alimentos por secado a alta temperatura.
- g) Hidrólisis ácida, purificación y eliminación de pesticidas de desechos para su uso como medios de cultivo celular en sistemas complejos de alta tecnología.

Estos desechos sólidos, que a menudo terminan en la arena para animales, producen un abono conocido como estiércol. El compost se puede clasificar según su fuente y temperatura de fermentación:

Calor cálido: equino, ovino, caprino, ovino y pollo. Estiércol frío: vaca, cerdo.

La Tabla 2 muestra algunas de las propiedades agrotécnicas de estos elementos, atendiendo a la composición y contenido de los principales nutrientes.

**Tabla N° 2: Composición nutritiva de estiércoles en materia fresca
(Alcántara, 1993)**

Origen del estiércol	M.S. (%)	N kg/t	P2O5 kg/t	K2O kg/t	MgO kg/t	S kg/t
Vacuno	32	7	6	8	4	-
Oveja	35	14	5	12	3	0.9
Cerdo	25	5	3	5	1.3	1.4
Gallinaza	28	15	16	9	4.5	-
Purines	8	2	0.5	3	0.4	-

Fuente: Adaptada por el autor.

El tipo de cultivo, las características del suelo (un análisis de sus necesidades) y el tipo de fertilizante utilizado son solo algunas de las muchas variables que afectan la fertilización del suelo (como vemos, existen algunas diferencias entre ellos), la propiedad utilizada para la tierra cultivable es diferente. Para evaluar la disponibilidad de nutrientes del suelo debemos tener en cuenta que el valor de referencia es un espesor máximo de 30 cm, ya que esta es una zona que interrumpe el movimiento de la materia orgánica, que se puede formar fácilmente como resultado de su consolidación y mezcla. Suelo después de la última siembra o aireación. Dependiendo de los factores mencionados anteriormente, la aplicación de fertilizantes varía de 5000 kg a 50000 kg por hectárea, y hay muchas recomendaciones en los libros agrícolas sobre la cantidad requerida según el tipo de cultivo que se cultive. El uso de fertilizante proporciona un importante aporte de fósforo al suelo, así como su estructura muy húmeda, lo que permite que las plantas crezcan bien (Diez, 1987).

El estiércol, como el estiércol de ganado, puede retener $\frac{4}{5}$ del Na y Ca de una solución salina añadida como agua de riego, según estudios de laboratorio sobre la capacidad de retención de iones de los materiales (Shokoifard, 1989). Esto demuestra que es posible utilizar esta sustancia en suelos contaminados con sustancias salinas, lo que aminora los efectos de la salinidad y favorece el crecimiento de las plantas (Navarro, 2012).

Es posible que cuando se agregan residuos vegetales al suelo, el proceso de macollamiento requiera N adicional para su correcto desarrollo (Segarra et al., 1983). Esto se debe a que el residuo tiene una alta relación C/N. El riesgo potencial es, por lo tanto, el requisito inicial de nutrientes para controlar los procesos biológicos que tienen lugar en la planta alta restante. No es necesario sembrar en un período de mineralización muy clara para no privar a la planta de nitrógeno debido a la estrecha competencia entre los microorganismos y la planta (Hernández et al., 1983).

Al mojar el material inicialmente, se crea una presión que mantiene la alta relación C/N del suelo hasta que se mineraliza parte del sedimento adicional. Estos defectos pueden corregirse y evitarse si el método de compostaje antes de depositar los residuos en el suelo se realiza al mismo tiempo que el enriquecimiento en nitrógeno, siempre que nuestro suelo esté suficientemente desprovisto de este elemento, debe producirse mineralización y humectación residual. Otro material que muestra una relación C/N insuficiente es la corteza de haya, que puede requerir más nitrógeno. Sin embargo, esta relación puede ser suficiente para compostarlo junto con la relación N/P o para incorporarlo a procesos de compostaje junto con otros residuos que complementen sus propiedades (Gomez et al., 1987).

La situación opuesta puede conducir a hojas de pollo. Este material puede tener un C/N de menos de 10, que es el valor requerido para un proceso de degradación microbiana directa que requiere la adición de material rico en Carbono. Este es un ejemplo de agregar corteza de pino a hojas nuevas de aves de corral sugerido por Echaendia y Menoyo (2020).

Otro requisito del material obtenido de los desechos o el mal uso de estos desechos es la falta de oxígeno.

El material fresco con un alto contenido orgánico es difícil de mineralizar si es más profundo que la superficie y produce compuestos tóxicos debido a la falta de oxígeno. Los desechos frescos, como el jugo de vegetales o los posos de café que quedan en los lechos de los ríos y los embalses, pueden agotar el oxígeno, lo que lleva a la eutrofización y a la reducción de la vida.

El concepto de insectos efectivos (EM) fue desarrollado por el profesor Teruo Higa de la Universidad Ryukyusm, Okinawa, Japón (Higa y Widiadana, 1991a). EM es un cultivo mixto de microorganismos naturales beneficiosos que se puede utilizar como vacuna para aumentar la diversidad de microorganismos del suelo y de las plantas. El estudio mostró que la cultura EM ha sido adoptada en el ecosistema suelo/planta. Puede mejorar la

calidad del suelo, la salud y el crecimiento de las plantas, el rendimiento y la calidad. EM contiene una variedad de microorganismos, incluidas levaduras, bacterias fotosintéticas y bacterias del ácido láctico en cantidades significativas. Todos estos son compatibles y pueden coexistir en una acuicultura.

Para otras aplicaciones de gestión, EM no es un sustrato. Es una herramienta adicional para mejorar las técnicas agrícolas y de gestión del suelo, como la rotación de cultivos, el uso de aditivos orgánicos y la protección agrícola. EM puede mejorar en gran medida los efectos ventajosos de estas técnicas. (Higa y Vididana, 1991b).

En los párrafos siguientes, el término "microorganismo beneficioso" se utiliza de forma genérica para referirse a un gran grupo de microorganismos desconocidos o mal caracterizados que interactúan bien en el suelo y brindan beneficios a las plantas que a menudo son difíciles de predecir. El término "microorganismos beneficiosos" o EM se utiliza para cultivos mixtos de microorganismos beneficiosos que se utilizan eficazmente como flora microbiana. Microorganismos utilizados para diversos fines en la agricultura; Se utiliza como parte importante de la producción orgánica y de compost, para la fijación biológica de nitrógeno como cultivos de leguminosas, como herramienta para combatir plagas y enfermedades de las plantas, para mejorar la calidad y productividad de las plantas y para reducir la mano de obra. Todos estos están estrechamente relacionados. Lo más importante a considerar cuando se utilizan insectos benéficos para el suelo es aumentar la calidad de la cooperación entre ellos, estos microorganismos se incluyen como indicadores de la medicina como fertilizantes minerales y drogas químicas (HIGA, 1991; 1994).

Los cultivos de microorganismos benéficos funcionan una vez que están en el suelo, es importante que las poblaciones iniciales sean críticas. Esto ayuda a aumentar la cantidad de sustancias bioactivas en la producción vegetal y/o su conservación. Si no se cumplen estas condiciones, la

introducción de microorganismos tendrá poco o ningún efecto, por eficaz que sea. Actualmente, no existen pruebas químicas que puedan predecir la probabilidad de que ciertos microorganismos introducidos en el suelo logren los resultados deseados. Un método confiable es propagar insectos benéficos en el suelo como parte de un cultivo mixto y con suficiente insulina para aumentar la probabilidad de adaptación al clima y la ecología (Higa y Wididana, 2021b; Parr et al, 2014).

El uso de insectos benéficos del suelo puede ayudar a determinar la estructura y configuración de los ecosistemas naturales. La gran diversidad y especies, tamaño y actividad de la microflora del suelo dependen de los diferentes tamaños de los cultivos y de la composición química de la biomasa. El uso de una variedad de aditivos orgánicos para el suelo también puede ayudar a proporcionar altos niveles de resistencia bacteriana. Por ejemplo: una mezcla de diferentes residuos de cultivos, estiércol animal, abono verde y desechos domésticos aplicados regularmente al suelo aumenta el número de tipos diferentes en comparación con el uso de un solo material. Esto se debe a que cada una de estas sustancias orgánicas tiene su propia microflora única, que puede afectar la estabilidad de la microflora del suelo al menos a corto plazo después de su uso. (Navarro, 2012).

Funciones que ayudan a los microorganismos.

- Formación de nitrógeno en la atmósfera
- Basura y desperdicios.
- Prevención de enfermedades del suelo.
- Reciclar y aumentar la disponibilidad de material vegetal.
- Reducir las toxinas, incluidos los medicamentos.
- Producción de antibióticos y otros compuestos biológicos.
- Producir moléculas simples para uso de las plantas.
- Producir metales pesados para que puedan ser absorbidos por las plantas.
- Son alimentos insolubles.

- Producción de polisacáridos para mejorar la compactación del suelo.

Actividad de microorganismos patógenos.

- Definición de enfermedades de las plantas.
- Estimula los microbios del suelo.
- Inmovilización de nutrientes en las plantas.
- Detener el crecimiento de las plantas.
- Inhibe el crecimiento y desarrollo de las plantas.
- Producción de sustancias fitotóxicas.

Bokashi es una palabra japonesa que significa "materia orgánica débil". De acuerdo con las manualidades de guerra, los agricultores de Japón usaron materiales de cuero como virus, peces y pescado. Estos son algunos suelos que preparan la fruta. Bakashi es utilizado por los agricultores japoneses como un regulador que aumenta la resistencia bacteriana, mejora las condiciones físicas y químicas, previene enfermedades del suelo y proporciona nutrientes para el crecimiento de las plantas.

Bokashi es un abono orgánico de origen japonés, producido en menos tiempo que el compost. La palabra bokashi (ぼかし) significa "compost fermentado" en japonés (Leblanc et al. 2003), pero el bokashi generalmente se produce aeróbicamente en lugar de fermentación.

Se obtiene típicamente de bokashi, cascarilla de arroz (*Oriza sativa* L.), estiércol de pollo, tierra silvestre, bokashi preformado, levadura, carbón vegetal, carbonato de calcio (CaCO_3), sémola de trigo (*Triticum aestivum* L.) y melaza (*Saccharum officinarum*). La cáscara de arroz reduce gradualmente el carbono, mientras que el estiércol de pollo N. Balanjon y Mofasses son un solo período.

Hay dos etapas claramente definidas en la producción de bokashi: Primero, la fermentación de las piezas de compost, donde la temperatura alcanza los

70 – 75 °C debido al aumento de la actividad microbiana. La temperatura de la luz bajará después de que la fuente de energía se reduzca o disminuya. En segundo lugar, cuando los residuos pasan por el proceso de estabilización y sólo existen aquellos que son más difíciles de reducir a corto plazo, hasta que sean aptos para su uso.

El calentamiento tiene como función aumentar la actividad microbiológica del fertilizante, que comienza con la mezcla de los componentes. Después de 14 horas de compostaje, la temperatura debe estar por encima de los 50°C.

La humedad determina las condiciones para el correcto desarrollo de la actividad y reproducción microbiológica durante la fermentación o producción de fertilizantes. La falta y abundancia de humedad afecta la disponibilidad final de fertilizante de alta calidad. El contenido de humedad óptimo está entre el 50 y el 60% en peso para lograr la máxima eficiencia del proceso de fermentación del compost.

Reducir el tamaño de las partículas de fertilizante tiene el potencial de aumentar el área de superficie para la degradación microbiana. Sin embargo, la abundancia de partículas muy pequeñas puede causar aglomeraciones, lo que no significa necesariamente un buen fertilizante orgánico.

Para la optimización de fertilizantes, el pH es de 6 a 7,5. El factor más importante que afecta la actividad microbiológica en la degradación de los materiales.

Finalmente, una buena relación C/N de 25 a 35:1 para hacer un fertilizante de fermentación rápida para Bokashi.

Entre 10 y 15 días, la composta contaminada está madura y la temperatura de la composta es igual a la temperatura ambiente, su color es gris claro, seco, polvoriento y de apariencia débil (Rodríguez y Paniagua 1994).

Del 10 al 40 por ciento del abono orgánico fermentado se utiliza al preparar el sustrato en invernaderos o para rellenar las bolas o plántulas en el suelo, especialmente el abono que se puede utilizar de 1 a 3 meses.

Cuando se usa compost para fertilizar árboles recién plantados, se coloca en el fondo del hoyo donde se plantó el árbol. Esto evita que el compost entre en contacto directo con las raíces, evitando que se queme y permitiendo que el árbol siga creciendo como hasta ahora.

Se recomienda para hacer cobertera en campos de cultivo establecidos y se utiliza como fertilizante en el campo. También es compatible con el rápido crecimiento del sistema de raíces a su alrededor.

Hay recomendaciones que añaden 30 g. verduras de hoja, 80 gr. Para verduras como coliflor, brócoli y col, o para cabezas finas y hasta 100 g. Tomates y pimientos dulces. Sin embargo, algunos cultivadores de tomate y pimiento utilizan hasta 450 gramos. Se divide en tres fases durante la fase vegetativa (Leblanc et al. 2003).

Los fertilizantes orgánicos fertilizados también mejoran la calidad del agua y dan buenos resultados en poco tiempo. Se elabora combinando 20 kilogramos de abono orgánico con 20 kilogramos de gallinaza, colocando la mezcla en una bolsa con 100 litros de agua, agregando 2 kilogramos de leche y agregando 2 kilogramos de melaza. A continuación, se deja reposar la mezcla durante 5 días. Solución de crecimiento a una dosis de 0 – 1 L por bomba de agua trasera de 20 L. (Rodríguez y Paniagua 1994).

Como se mencionó anteriormente, los agricultores japoneses han estado usando bokashi durante años. Por lo tanto, se llama bokashi tradicional en comparación con otros métodos modernos de elaboración de este fertilizante. El bokashi tradicional tiene algunas características que lo distinguen:

- Utilizar la tierra en un bosque o cadena montañosa (tierra que está libre de enfermedades y contiene organismos benéficos).
- Use ingredientes de alta calidad como torta de soya, estiércol de pollo y sémola de arroz.
- En condiciones aeróbicas y al sol, el proceso se completa.
- Dado que cada agricultor lo hace a su manera única, hay varias formas de preparar el sabor. (shintani, m. y otros. 2000).

Los microorganismos efectivos (EM) son un cultivo híbrido de microorganismos ventajosos. Los microorganismos útiles que componen los EM no son extraños ni están alterados genéticamente; más bien, todos se extraen de ecosistemas naturales y se eligen por su buen comportamiento y compatibilidad con diversas culturas. Para producir alimentos como yogur, queso y salsa de soya, se emplean muchos de estos insectos. Estamos certificados por California Certified Organic Farmers (CCOF), uno de los organismos de certificación de alimentos orgánicos más fuertes del país.

La cantidad de microorganismos se modifica para producir materiales beneficiosos para la vida animal y vegetal mediante la aplicación de EM al suelo, las plantas, las aguas residuales y los desechos orgánicos:

- EM permite que las plantas de cultivo crezcan, se desarrollen, florezcan, den frutos y crezcan.
- Producimos energía de fotosíntesis para las plantas.
- EM hace que la planta sea resistente a insectos y enfermedades.
- EM mejora la estructura, la química y la biología del suelo.
- EM inhibe bacterias y hongos en el suelo.
- EM favorece la liberación de cantidades significativas de nutrientes para las plantas.
- EM mata insectos y plagas, pero deja en paz a los organismos sanos.
- EM mejora las defensas internas de plantas y animales, haciéndolos más sostenibles.

- EM elimina el uso de agroquímicos, que son costosos en muchas naciones.
- El impacto benéfico de EM se ve disminuido por el uso de agroquímicos.

Un grupo de organismos autónomos y autosuficientes se conoce como bacterias fotosintéticas o fototrópicas. Estas bacterias utilizan la luz solar y el calor del suelo como fuentes de energía para crear materiales útiles a partir de secreciones de raíces, materia orgánica y/o gases tóxicos (como el sulfuro de hidrógeno). Los azúcares y las sustancias inertes se proporcionan a las plantas en cantidades que favorecen directamente su crecimiento y desarrollo, además de actuar como sustrato para el desarrollo de buenas bacterias.

Los azúcares y otros carbohidratos producidos por las bacterias fotosintéticas y la levadura son utilizados por las bacterias del ácido láctico. Desde la antigüedad, muchos alimentos y bebidas, como el yogur y los encurtidos, se han preparado con bacterias del ácido láctico. Sin embargo, el ácido láctico es un compuesto altamente esterilizante que inhibe los microorganismos nocivos y mejora la descomposición de la materia orgánica. Al fomentar la fermentación y descomposición de sustancias como las bacterias del ácido láctico, la lignina y la celulosa, también elimina los efectos indeseables de la descomposición de la materia orgánica.

Los patógenos que se encuentran en los sistemas de producción sostenible, como *Fusarium*, pueden ser suprimidos por las bacterias del ácido láctico. En condiciones normales, organismos como el *fusarium* debilitan los cultivos, los exponen a enfermedades, aumentan la cantidad de plagas de nematodos y mejoran las condiciones de crecimiento de las plantas al combatir la invasión y propagación del *fusarium*.

A partir de los aminoácidos del azúcar producidos por las bacterias fotosintéticas, la materia orgánica y las raíces de las plantas, la levadura produce antibióticos y otras sustancias que ayudan al crecimiento de las

plantas. Las sustancias bioactivas, como las hormonas y las enzimas producidas por la levadura, apoyan la actividad celular y la división de raíces. Estos extractos también son sustancias beneficiosas para microorganismos efectivos como las bacterias del ácido láctico y los actinomicetos.

Bokashi EM es un abono orgánico que mejora la calidad del bokashi y facilita su preparación utilizando todo tipo de residuos orgánicos.

EM bokashi está disponible de 15 a 21 días después del nuevo establecimiento. Se puede utilizar en plantas incluso si la materia orgánica no está completamente disuelta. Cuando se agrega bokashi al suelo, además de proporcionar nutrientes y bioactivos para las plantas, la materia orgánica de bokashi se usa como alimento para los microorganismos benéficos que compiten y los destruyen continuamente, mejorando la vida del suelo y otros microorganismos que causan enfermedades del suelo (shintani, M. et al. 2000).

Si se mejora suficientemente el proceso de producción de este fertilizante, es posible utilizar algún tipo de materia orgánica para la preparación de EM.

Las cosas que se pueden usar son:

- Alimentos como arroz, maíz o trigo, harina de maíz, sobras de cosecha, bolsas de caña de azúcar, sobras de cocina y sobras de la preparación de alimentos.
- Productos animales, incluyendo todo tipo de estiércol animal, harina de pescado, harina de huesos, etc.

Las siguientes variables afectan la cantidad de bokashi a utilizar por hectárea:

- La presencia de materia orgánica en la finca.
- El calibre y valor dietético del bokashi.

- Clima.
- Variedades de cultivo.
- Espacio físico para la producción.
- Una cosecha anterior.
- Administración de la producción.

En general, el bocashi se puede aplicar sobre la superficie de suelos con mucha materia orgánica a razón de 200 gramos por metro cuadrado. Se pueden aplicar hasta 2 kg si la fertilidad del suelo es baja o la cantidad de materia orgánica es pequeña, por metro cuadrado.

Es necesario esperar unos diez días después de la siembra después de incorporar el bocashi para que la fermentación del suelo pueda continuar sin dañar las plantas. Para evitar el contacto directo con el tallo en plantaciones de cultivos perennes, se puede aplicar bocashi al suelo en cualquier momento (shintani, M. et al. 2000).

Los gases se producen de forma natural como subproducto de la descomposición de los desechos cuando se produce de forma anaeróbica. El tipo de residuo orgánico, su estado y los factores ambientales que pueden favorecer o dificultar el proceso de descomposición afectan la cantidad de gases producidos en un relleno sanitario y su composición.

El biogás es uno de los subproductos producidos durante la descomposición microbiana anaeróbica de la materia orgánica en los rellenos sanitarios. En consecuencia, pueden darse condiciones de medio favorables para la supervivencia de los microorganismos anaerobios a temperaturas entre 10 y 60 °C, con un óptimo entre 30 y 40 °C (para la fase mesófila) y otro entre 50 y 60 °C (para la fase termofílica). Los microorganismos con un rango de pH óptimo de 7 y 7.2 pueden prosperar en el rango de pH de 6.5 a 8.5.

El metano (CH₄) y el dióxido de carbono (CO₂) constituyen la mayoría del biogás en general, constituyen partes aproximadamente iguales del gas y,

por lo general, constituyen más del 97 por ciento. Dado que ningún gas tiene color ni olor, el biogás solo puede detectarse por el olfato gracias a la presencia de otros gases como el sulfuro de hidrógeno y el amoníaco.

Debido al potencial de incendio o explosión, los vertederos producen gas metano en concentraciones que están dentro del rango de combustión, lo que le da al biogás algunas propiedades peligrosas y requiere la necesidad de mantener un control sobre él.

Afirma Sainz (2007, p.293), los biodigestores son los reactores donde se provoca de manera controlada la digestión anaeróbica para la obtención del biogás y Biol.

Según Varnero (2011, p, 77), las partes principales de un digestor anaerobio son el reactor o recipiente para el contaminante digerido; un tanque de gas con equipo para cargar o descargar materia prima orgánica, cargar o descargar materia orgánica fija y producir biogás.

El reactor es la pieza principal del equipo que apoya la descomposición bioquímica de los materiales orgánicos. Los reactores digestores se pueden fabricar en una variedad de formas, pero la mayoría de los recipientes modernos son cilíndricos. El fondo del reactor está inclinado para que la mayor parte de la arena, el material inorgánico disuelto y el agua de escorrentía se eliminen del recipiente. Los hornos modernos tienen carcasas fijas o flotantes cuya función es evitar olores, mantener la temperatura, evitar la entrada de oxígeno y recoger no gas. La piscina cubierta de HDPE se puede producir a partir de diferentes materiales, desde hormigón hasta acero.

Se pueden usar de tres a cinco tubos de sobrenadante en varios niveles, o un tubo con válvulas en varios niveles, en un colector de punto fijo. Como regla general, se elige el paso que extrae el mejor extracto (el que contiene la menor cantidad de sólidos).

Normalmente, el amortiguador se quita de la parte superior del eje y la parte superior del lado opuesto.

Las tuberías de drenaje generalmente se colocan en bloques junto a la planta baja inclinada. El reactor está lleno de lodo. Cuando se mueven los desechos del digestor al sistema de eliminación de lodos, a veces se utilizan estas tuberías, que suelen tener un diámetro de 15 cm o están equipadas con válvulas de mariposa para evitar obstrucciones.

Las tuberías de drenaje generalmente se colocan en bloques junto a la planta baja inclinada. El reactor está lleno de lodo. Cuando se mueven los desechos del digestor al sistema de eliminación de lodos, a veces se usan estas tuberías, que suelen tener 15 cm de largo o están equipadas con válvulas de tapón para evitar obstrucciones.

Dependiendo de la naturaleza del impacto, se producen de 400 a 700 litros de gas por kilogramo de materia orgánica descompuesta. Y se debe saber que en este momento el gas se compone principalmente de metano y dióxido de carbono. Un digestor que funcione bien producirá gas metano en un 65 – 70% por volumen y dióxido de carbono en un 30 – 35% por volumen. Otros gases están presentes en el 1% al 2% del gas para cocinar. Debido a la presencia de un 60% de metano, el poder calorífico del gas está entre 500 y 600 kilocalorías por litro. El sistema de gas lo lleva del tanque a los lugares donde se usa o para quemar gas adicional.

Se necesitan buenas condiciones ambientales y una gestión adecuada para que el sistema funcione correctamente, desde la carga del digestor hasta la producción y salida de gas. Los residuos orgánicos son digeridos por la cal y/o utilizados para producir biogás en un proceso microbiano, a través del horno. Existen varios enfoques para tratar los desechos orgánicos, según los parámetros de diseño del sistema, como la digestión en sí, y el proceso del sistema, como la digestión en sí y la forma en que se fermentan los sustratos.

De esta manera, el proceso puede ser compartido. Con una dieta, pueden:

- a) La fermentación continúa. Si la fermentación es un proceso continuo en la meseta, el drenaje es igual al flujo de entrada, la producción de gas es la misma a lo largo del tiempo; Este método se utiliza en áreas con recursos residuales y grandes (más de 15 m³) y medianos (6,3 a 15 m³).

Lo más importante es que reduce de 3 a 5 veces la carga de agua/residuos y es fácil de procesar porque es el sistema hidráulico de elevación del sistema, que no necesita trabajar en la empresa si es topográfico.

El comedero se carga diariamente y se le agrega una nueva cantidad de heno.

- b) Desarrollo a medio plazo. El primer envío contiene una gran cantidad de material; Mientras la producción de gas disminuye gradualmente, se agregan nuevas fuentes y siempre se producen los mismos residuos.

El sustrato debe reducirse tomando el volumen en contracción (80%), pero el volumen restante (20%) se mantiene para carga diaria o promedio constante a medida que la producción de gas disminuye gradualmente.

Este proceso tiene ventajas y desventajas de la seda, pero en el caso de los fertilizantes biológicos, la adición continua de nutrientes mejora su calidad.

Otro enfoque podría ser: una carga de pasto o residuos de cultivos en el estanque y una carga permanente con cerdos o desechos humanos.

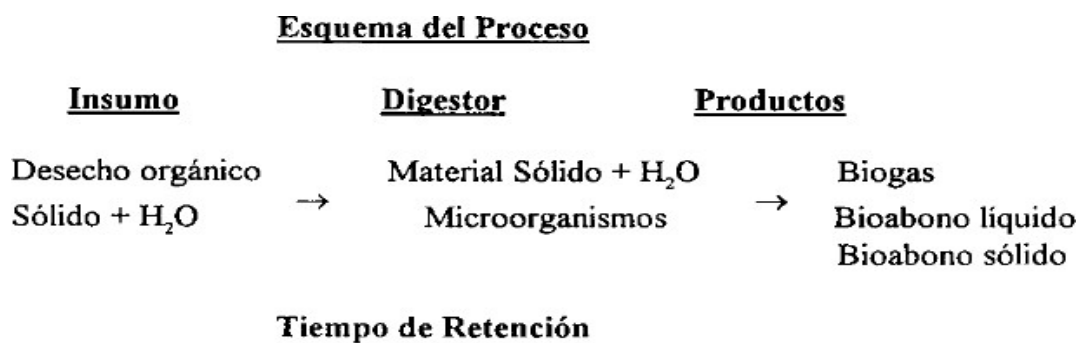
Este proceso lleva mucho tiempo ya que el suministro de nuevos residuos no es continuo, por lo que en la práctica se mejora utilizando y gestionando buenos materiales.

- c) Fermentación que no es constante. Después del período de fermentación, los grados se vacían por completo y se alimentan una vez más después de que las drogas se hayan cargado con sustancias en una parte.

También se sabe que las operaciones de "Algodón" han terminado.

El portador se caracteriza por una gran cantidad de sólidos, que deben ser transportados periódicamente, sobre todo si las flores están mojadas. El beneficio de la operación es que el proceso iniciado continúa ininterrumpidamente y solo necesita mano de obra durante la carga y descarga. Las desventajas incluyen que, durante la conversión dura, especialmente en grandes volúmenes, a pesar de la gran producción de gas de la unidad voltaica y fertilizantes biológicos de alta calidad, se requiere mecánica, el proceso es el siguiente:

Figura N° 1: Esquema del proceso de transformación de residuos orgánicos en gas.



Fuente: Jacome 1990.

- d) Fermentación termófila: este tipo de fermentación requiere una temperatura entre 51 y 55 °C y se caracteriza por una rápida digestión, alta producción de gases, un breve período de almacenamiento y fuertes propiedades antibacterianas.
- e) Fermentación mesófila: La temperatura oscila entre 28 y 35 °C, la carga se descarga más lentamente que la carga anterior y el consumo de energía es menor.

- f) Fermentación que se realiza a temperatura ambiente. Las variaciones estacionales en la producción de gas son causadas por variaciones en la temperatura atmosférica.
- g) Fermentación en un solo paso. Las áreas rurales hacen un uso extensivo de la fermentación en tanques de fermentación debido a su estructura sencilla, proceso simple y bajo costo.
- h) Un proceso de fermentación en varias etapas. Se utilizan al menos dos tanques de fermentación para el proceso. En la primera etapa, la carga inicial se reduce y produce gas, después de lo cual los desechos de la primera etapa se reciclan en la segunda etapa. Esta idea permite la ejecución de tres o cuatro pasos en la cocción.

Larga vida útil, separación efectiva de materia orgánica y alto valor son atributos de los digestores de alta calidad.

Una cosa importante que se debe hacer para la digestión anaeróbica es mantener el lodo del proceso en el reactor para que las bacterias que contiene puedan ayudar a la fermentación y reducir la materia orgánica cuando entra en contacto con la alimentación. Dependiendo de cómo interactúe el material o sustrato fermentado con la cantidad de bacterias en el reactor, existen dos tipos distintos de digestión anaerobia.

Reactores de Filtración Anaeróbica, Lechos Expandidos y Fluidizados, y U.A.S.B. (Upstream Anaerobic Sludge Works), todos estos reactores tienden a tener bacterias que viven en superficies secas, especialmente bacterias metanogénicas.

Aumenta la carga en el reactor de flujo continuo sin atrapar microorganismos o materia orgánica que podría causar lixiviación y perturbar el proceso ya iniciado. Por lo tanto, se han probado algunos métodos (ver Figura 3) destinados a separar los sólidos de los desechos y devolverlos al recinto del reactor o devolver algunos de los desechos a los lodos suspendidos en el recinto del reactor. Las bacterias se adhieren a soportes verticales y U en

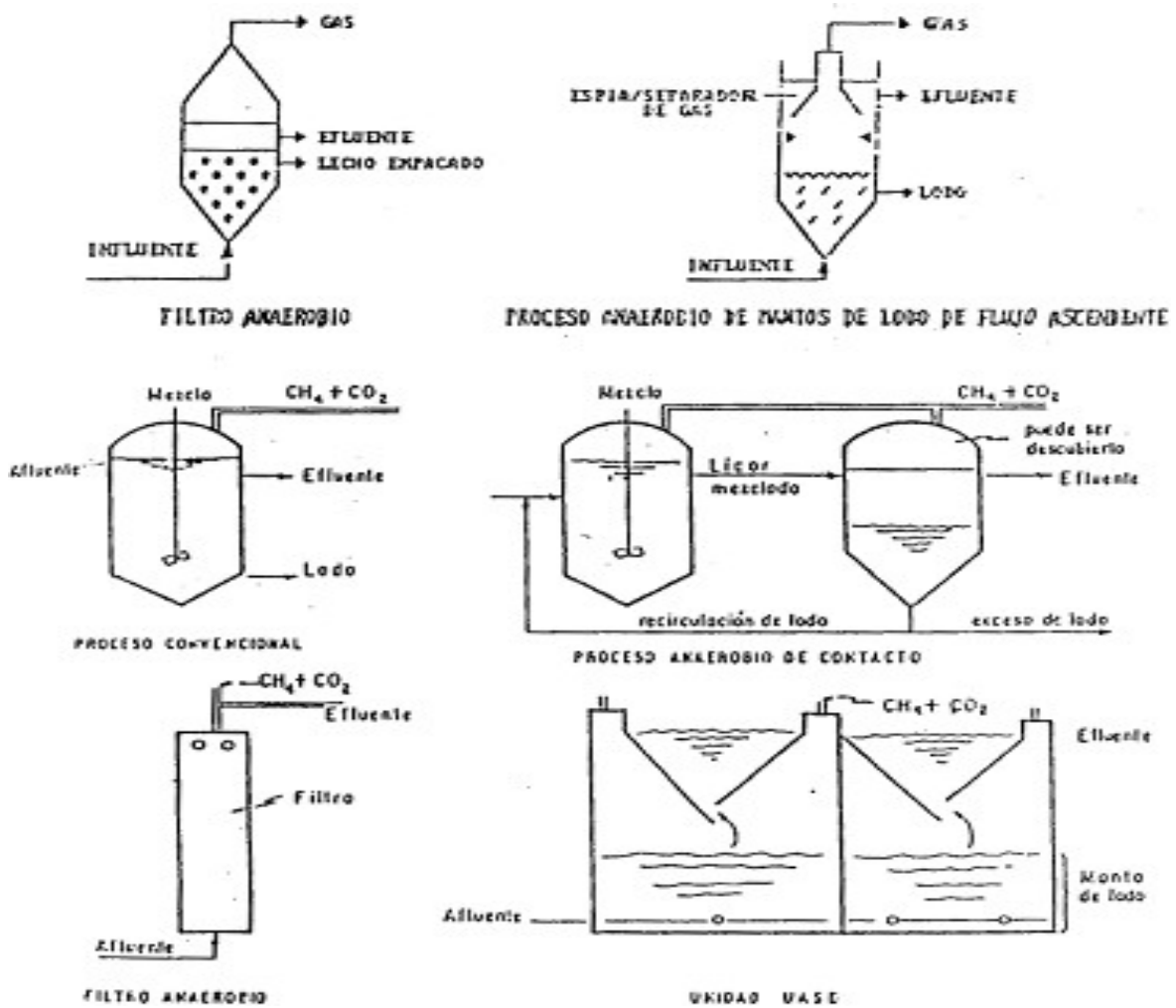
reactores de filtro fijo. R. La interacción de bacterias en estos reactores da como resultado la formación de bloques que pueden moverse más rápidamente que las tuberías de agua, Silva (1991).

El sistema que ha resultado eficaz en las zonas rurales es el digestor anaerobio, en el que el agua residual pasa por un lecho de soporte de material poroso inerte antes de entrar en el digestor. Esta sustancia se puede producir utilizando grava, rocas, carbón activado, ladrillos triturados, sepiolita y conchas marinas., HUYSMAN (1998), WIJIS (1984), o una variedad de plásticos, incluidos los silicatos de P.V.C., como saponita, montmorillonita, etc.; o poliuretano (espuma) (Paris, 1986).

La fermentación de la materia orgánica se inicia en el interior del cuerpo del digestor y se conoce como "digestor de mezcla completa" porque combina el sustrato a digerir y los microorganismos responsables de su degradación. Tenemos digestores fabricados en Francia, China e India, así como digestores rurales fáciles de usar, como ejemplos de esto. La mayoría de los modelos de digestores industriales convencionales son tipos de mezcla completa con agitación mecánica y recirculación del líquido suspendido.

El filtro anaerobio tiene la propiedad de alargar el tiempo de residencia de los microorganismos en su interior debido a la mayor superficie de contacto de la matriz y la fijación de bacterias metanogénicas.

Figura N° 2: Tipos de unidades de tratamiento anaerobios.



Fuente: Cubillas 1985

Con este método de almacenamiento de biomasa, el tiempo de almacenamiento es de 10 a 100 veces mayor que con los digestores mixtos convencionales. Se logra un tiempo de retención hidráulica muy corto y permite aumentar o disminuir la carga. Estos reactores funcionan principalmente con carga continua diaria o semidiaria en la que el material de fermentación se suspende en solución.

Los siguientes componentes componen el digestor, una instalación de fermentación anaeróbica para la producción de biogás:

- Un tubo de conexión a tierra.

- La cámara de fermentación del sistema digestivo.
- Un tanque de gasolina.
- Cuando utilice productos sólidos o diluidos, salga de la habitación.
- Una línea de gas para mover el combustible usado.
- Pación hermética.
- Gasómetro.

Los digestores en áreas rurales se pueden clasificar según su forma en los siguientes grupos.

Dependiendo del tanque de gasolina, pueden:

- Cúpula fija.
- Una cúpula móvil.
- Utilizando un tanque de flotación o presión constante.
- Bolsa de gas con junta de goma o plástico.

Según la estructura geométrica. Ellos pueden:

- Cámara vertical cilíndrica.
- Sala Global.
- Forma oval.
- Una habitación rectangular.
- Forma cuadrada.

Por los materiales de construcción pueden ser de ladrillo, de mampostería, de hormigón, de hormigón armado y de plástico.

Según su posición respecto a la superficie terrestre pueden ser:

- Superficiales.
- Semienterrados.

- Subterráneos.

El modelo chino, el modelo indio, el modelo Olade de Guatemala y el modelo Xochicalli son algunos de los modelos más conocidos. Los materiales utilizados para construir los modelos "Plásticos Tubulares" y "Rectangulares" van desde la mampostería prefabricada hasta el metal de diversas aleaciones; lo que importa es que estén bien contruidos para que se pueda terminar el proceso.

Modelo en China. Este diseño, un digestor cilíndrico de cúpula fija enterrado con cámaras de hidropresión, es muy popular en China.

El hormigón, los ladrillos, los bloques, el adobe y la adición de un gasómetro son materiales de construcción aceptables. Este digestor se beneficia de la fermentación porque está enterrado, lo que minimiza el impacto de los cambios de temperatura. Su desventaja es que la presión del gas varía según el volumen acumulado.

Modelo indio. Viene de la India y se usa mucho porque mantiene una presión de trabajo constante, es típicamente vertical con el depósito de gas incorporado (de ahí el nombre de "digestor de cúpula móvil"), está construido con bloques y concreto y cuesta mucho dinero porque el soporte de gas está hecho de acero.

Este eje descansa sobre un travesaño de hormigón armado enjaulado, y el "Gasómetro" tiene un manguito que se desliza sobre él para mantenerlo centrado y evitar que se escarbe o roce con las paredes.

Estos digestores se alimentan continuamente y, debido a que suelen ser estructuras subterráneas, el domo se queda sin gas a un nivel no muy por debajo de la superficie del suelo.

Modelos Verticales. Cuando no profundizan en la tierra, se habla de digestores horizontales. Suelen ser rectangulares pero también pueden ser cuadrados y, debido a las presiones que soportan, en su mayoría están hechos de hormigón armado. Debido a que su conformación alargada asegura que el efluente que sale del cuerpo del digestor se degradará adecuadamente como resultado del flujo pistón y el tiempo de retención, por lo general se usa para el saneamiento de las descargas de aguas residuales.

Estos digestores suelen tener una pequeña cúpula de metal desmontable en la parte superior que sirve como boca de inspección; la presión es controlada por el sello de agua; también necesitan un depósito de gas adicional debido a la capacidad de almacenamiento limitada del domo y del digestor (Ver figura 16).

Por lotes, para modelos por lotes. Estos digestores son únicos porque solo se pueden cargar una vez, tienen una cúpula de metal con un sello de agua y están contruidos con bloques de hormigón armado. Sin embargo, dado que se encuentran en el aire, son susceptibles a los cambios de temperatura. Se utilizan para descomponer materias primas sólidas como restos vegetales y residuos sólidos orgánicos. El requisito principal es utilizar una buena inoculación (5 a 10 por ciento en peso).

Este método permite el tratamiento sanitario de los residuos orgánicos, el control satisfactorio de todo tipo de plagas, así como la proliferación de moscas, así como la recuperación eficiente y asequible del metano y la retención de humus e ingredientes para su uso en fertilizantes. El rendimiento volumétrico de gas es mayor que cualquier digestor continuo (debido al contenido de sólidos totales), y el rendimiento de fertilizantes sólidos también es mayor (ver figura 17).

La digestión anaeróbica puede utilizarse para Saneamiento Ambiental, Producción y aprovechamiento del gas, Producción de abonos sólidos, Producción de abonos líquidos, Desarrollo o Introducción de la tecnología y con fines conservacionistas.

El objetivo principal es disminuir las características físicas, químicas y biológicas de las aguas residuales domésticas o agrícolas a lo largo del tiempo en los digestores, que se intercambian para producir al final un efluente cuyas características y calidad garantizan una mínima o nula contaminación, cuantificado en términos de valores bacteriológicos de DQO y DBO, y puede ser eliminado en el medio ambiente sin poner en peligro los cuerpos de agua receptores.

Desde el punto de vista del saneamiento ambiental, se recomienda utilizar digestores horizontales con eje largo de recorrido del material, lo que ayuda a que el crudo salga debidamente degradado con una DBO muy baja, 10 lo que no ocurre en los digestores redondos, donde por la parte de trayecto corto (diámetro corto) del crudo entrante puede encontrarse en el efluente saliente sin haberse degradado, lo que reduce la eficiencia del sistema; La experiencia también muestra que los digestores horizontales de gran diámetro.

En los referente a la capacidad de saneamiento de los digestores se han obtenido en Venezuela, reducciones superior a 190% en los S.V., DBO YDQO, Silva (1991) y la investigación se orienta al diseño y evaluación de sistemas anaeróbicos de alta eficiencia, con la utilización de filtros anaeróbicos, tendientes a reducir el tiempo de retención hidráulico de la materia prima, que tiene que ver con el tamaño de la estructura del digestor; así como se está investigando la reducción y esterilización de huevos de parásitos en las excretas; ya existen resultados sobre la esterilización de huevos de lombrices intestinales y el bacilo de la disentería.

Generalmente se trabaja con influentes de baja concentración de S.T. operados en forma continua.

Es conveniente disponer de un material de carga adecuado, con una relación C/N adecuada a la descrita anteriormente (ver capítulos de material de carga), para conseguir una buena producción de gas. En general, los

materiales de origen vegetal producen más gas que los de origen animal; Se piensa que los pastos rinden un promedio de 0,40 m³/kg. ST y las excretas producen en promedio 0,25 m³/kg S.T. En el cuadro 8 se exponen algunos rendimientos y en el cuadro 9 la velocidad de generación del gas.

Tabla N° 3: Rendimiento de gas con distintas materias en diferentes regiones (Concentración de 6%) (M3 / Kg. TS.)

Institución	Estiércol de vaca	Estiércol de caballo	Estiércol de cerdo	Excretas humanas	Pasto verde	Paja de arroz	Paja de trigo	Tallo de maíz	Tallo de sorgo
Hebei de Microbiología	0,154	0,345	0,394	0,342	--	--	--	--	--
Lisoning de recursos energéticos	0,173	0,243	0,224	--	0,248	0,394	0,392	0,365	0,386
Shangdong de recursos energéticos	0,11	--	0,48	0,47	--	0,47	0,51	0,55	--
Colegio Pedagógico del sudoeste	0,211	--	0,423	0,332	0,442	0,395	0,42	0,4	--
Lisoning de Ciencias agrícolas	0,284	0,286	0,313	--	0,404	0,308	0,367	0,454	--
Changdu de biogás	0,3	0,2	0,405	0,376	0,408	0,418	0,435	--	--

Fuente: VILLEGAS, E. et. al (2022)

Tabla N° 4: Velocidad de generación de gas a partir de materiales de uso común

Días de fermentación	10	20	30	40	50	60	70	80		Tasa de generación (m3 / kg / TS)
Materiales										
Excretas humanas	40,7	81,5	94,1	98,2	98,7	100				0,487
Estiércol de cerdo	46,0	78,1	93,9	97,5	99,1	100				0,405
Estiércol de vaca	34,4	74,6	86,2	92,7	97,3	100				0,300
Pasto verde	--	--	--	98,2	--	100				0,410
Paja de trigo	8,8	30,8	53,7	78,3	88,7	93,2	96,7	98,7	100	0,435

Fuente: AGUILERA, E. (2017)

Tabla N° 5: Composición promedio del biogás

Componentes	% en volumen
Metano (CH ₄)	55 – 65
Dióxido de carbono (CO ₂)	34 – 45
Nitrógeno (N ₂)	0 – 3
Hidrógeno (H ₂)	0 – 1
Sulfuro de hidrógeno (S ₂ H)	0 – 1

Fuente: CADENA, J. (2011)

El metano es el componente energético útil y del contenido de éste depende el valor combustible del biogás (poder calorífico 5000 K. cal/m³ aproximadamente)

Para la producción de gas se sigue la siguiente secuencia:

Figura 3: Secuencia de producción de gas.



Fuente: Elaboración del investigador.

En cuanto a los biorreactores de biogás, los que más gas producen son los reactores discontinuos, luego semicontinuos y finalmente continuos, dependiendo también del material de carga y de la cantidad de residuos a tratar a diferencia de los biorreactores de biogás para saneamiento, ya que en este caso son más hidráulicos, reactores tiempo de retención. Si se utilizan tanques IMNOFF en el sistema, es económico utilizar una cámara de sedimentación para el almacenamiento de gas y un área de espuma para la liberación de gas y una pequeña acumulación de gas a través de una cubierta adecuada. (VILLEGAS, M. et. al. 2022)

Casos:

Cuando las instalaciones cuenten con digestores independientes, se muestra lo siguiente:

- 1er. En el primer escenario se utilizan los siguientes para evitar la formación de un vacío parcial: Los digestores de cúpula flotante son los más seguros y prácticos, pero su precio es relativamente alto.
- 2do. Cuando se trata de los gasómetros. Estos se utilizan para controlar la presión del gas y crear un equilibrio de presión entre la producción y el consumo. Aunque se aconseja almacenar el volumen de la producción media diaria, el volumen del depósito de gas puede oscilar entre el 20% y el 100% de la producción media diaria.
- 3er. La distribución de gas es un factor a destacar; en este sentido, se requiere una presión inicial que oscila entre los 100 cms para transportar el gas desde su lugar de almacenamiento hasta los puntos de consumo a 10 cm con agua. El sistema debe proyectarse de la forma más sencilla posible, evitando codos y accesorios innecesarios, y la velocidad para impulsar el gas debe estar entre 3 y 10 m/s cuando se dispone de gasómetro, según Herning (1975).

En cuanto a la recolección del gas. Se utilizan varios métodos:

- Digestores de cúpula fija.
- Sistemas de digestión con cúpulas flotantes.
- Digestores de domo fijo con mezcla directa de gases a un secundario de domo móvil.
- Digestor de cúpula fija con mezcla directa de gas a un gasómetro.

Están disponibles soportes de gas de baja y alta presión.

Los que tienen baja presión interna son de la variedad flotante, donde la presión es controlada por el peso de la propia estructura flotante. Entre 7,5 y 30 cm es el rango de esta comprensión. Es necesario instalar una válvula

de seguridad en la parte superior de la columna de agua para detener el vacío y la sobrepresión.

Los gasómetros de alta presión, también conocidos como HORTONS PHERE en el mundo comercial, son tanques esféricos que operan a presiones de entre 1 y 3 atmósferas. Para su funcionamiento son necesarios compresores y equipos automáticos de seguridad de gran eficacia. En circunstancias normales, estos soportes de gas comprimen el gas en un tercio o un cuarto de su volumen original, ocupando menos espacio. Se utilizan láminas de acero de 6 mm para construir el depósito de gas. La pintura anticorrosión se aplica a superficies de hasta 1/4 de pulgada de espesor.

El volumen del depósito de gas puede estar entre el 20% y el 100% de la producción diaria promedio, aunque se recomienda almacenar el volumen de la producción diaria promedio.

La distribución de gas es un factor a destacar; en este sentido, se requiere una presión inicial que oscila entre los 100 cms para transportar el gas desde su lugar de almacenamiento hasta los puntos de consumo a 10 cm. que contiene agua. Cuando se dispone de gasómetro, es necesario trabajar con bajas presiones, el sistema debe proyectarse con la mayor sencillez, evitando codos y accesorios inútiles, y la velocidad para conducir el gas debe estar entre 3 y 10 m/s, según a Herning (1975).

Finalmente, el gas que se genera en el proceso puede tener una amplia gama de aplicación, como por ejemplo en calefacción, funcionamiento de motores (diesel y a gasolina), iluminación, incubadoras de pollos y cerdos recién nacidos, iluminación, refrigeración etc. (VILLEGAS, M. et. al. 2022)

Tanto los fertilizantes líquidos como los sólidos se pueden producir como subproductos del proceso de generación de metano, según la carga y el método utilizado.

- Líquidos de alta tasa de carga de digestores continuos con menos del 12% de contenido total de sólidos. Por su presentación física, la desventaja de este fertilizante es su viabilidad comercial.
- Residuos sólidos producidos por digestores discontinuos o semicontinuos, que tienen un buen potencial fertilizante (ver tablas 11 y 12) y pueden venderse sin problemas después del secado.

Alude a los digestores que se emplean en experimentos que examinan varias facetas del proceso metanogénico o en demostraciones en vivo. Estos digestores experimentales pueden ser del tipo batch, continuo o semicontinuo; suelen tener capacidades pequeñas, que no excedan los 2 m³, para facilitar su operación simple y la capacidad de simular varios procesos o tratamientos; sin embargo, la capacidad del digestor dependerá de lo que se esté estudiando; se pueden encontrar en laboratorios, al aire libre o espacios cerrados. Para estudiar ó simular casos reales se utilizan modelos o prototipos construidos mediante el principio de similitud hidráulica o geometría con la realidad. (VILLEGAS, M. et. al. 2022)

El objetivo es proteger los bosques, reemplazar el metano por leña y así disminuir la presión sobre las masas forestales que se presenta típicamente en las zonas rurales por la escasez de combustible. Además, contribuye a la preservación del medio ambiente mediante el manejo adecuado de los desechos orgánicos que contribuyen a la contaminación, la acumulación de basura y la proliferación de artrópodos que actúan como vectores de enfermedades.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación Tipo de investigación.

El tipo se utiliza en este proyecto de investigación porque tiene un diseño completamente aleatorio y su objetivo es recopilar datos y construir una base de datos que sirva de base para el avance del conocimiento y la aplicación de técnicas para resolver problemas ambientales (DCA). Es un método para diseñar y analizar experimentos en el que los tratamientos se asignan a las unidades experimentales al azar. Sus principales objetivos son el control de variables aleatorias y el establecimiento de relaciones causales entre variables independientes y dependientes mediante la eliminación de diferencias no variables. También se conocen como diseño de grupo aleatorio o randomizado; controlado entre los grupos de tratamiento. Los participantes o muestras en este diseño se asignan al azar a uno de los grupos de tratamiento, donde se cambia una variable independiente y se contrasta con un grupo de control. En este caso, se manipula la proporción de excretas de vacuno y residuos sólidos domiciliarios orgánicos en tres grupos diferentes: 25% - 75%, 50% - 50%, y 75% - 25%. Cada grupo representa una condición o nivel de tratamiento diferente, y se compara el efecto de cada proporción en las características de los sustratos mezclados. El patrón de comparación utilizado en este diseño es el análisis de las características de cada sustrato mezclado en los tres grupos de tratamiento. Además, se analizarán los productos obtenidos después de la biodigestión y se compararán entre los tres grupos. Para asegurar la precisión en la medición de las variables, se utilizó instrumentos de precisión como balanza analítica, termómetro ambiental, gravímetro y peachímetro.

3.2. Operacionalización de Variables

A continuación, se muestra en el anexo 1 la matriz de operacionalización de las variables que se utilizarán en la investigación propuesta.

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

El estudio se desarrolla en el distrito de Lurín en la zona urbana – agrícola, de donde se recogen muestras y detalles de los residuos sólidos, además de producir el biol o biofertilizante y derivados con un biodigestor para determinar la calidad empleando diferentes procedimientos.

3.4. Muestra y muestreo

Considerando la población del distrito de Lurín, filtrando las zonas urbanas – agrícolas del distrito de Lurín, en la que se considera domicilios que tienen establos y se dedican a la crianza de ganado vacuno. Se extrae sus residuos sólidos y las excretas del ganado para evaluar luego de procesados la calidad del biofertilizante y derivados que se obtenga.

Para ello se considera que la muestra es circunstancial ya que se considera lo que se tiene a mano y acceso para poder estudiarlo con facilidad.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

El método utilizado fue la observación de:

- Clasificación de residuos sólidos.
- Calidad del biol o biofertilizante.
- Calidad de los residuos producto del proceso: Biogas.
- Encuesta a la población.

Los instrumentos empleados fueron:

- Ficha de registro de residuos sólidos.
- Gravímetro
- PHmetro.
- Potenciómetro de gases.

- Biodigestor casero.
- Encuesta tipo cuestionario.

3.6. Procedimiento

Los datos estadísticos se procesaron con el programa Microsoft office Excel tiene muchas posibilidades para el procesamiento estadístico, por lo cual con el tabulador electrónico se puede realizar el procesamiento elemental de los datos experimentales. Y para la validación de los datos estadísticos se utilizaron los programas de IBM SPSS, STATISTICS 20 y STATGRAPHICS CENTURION XVI, haciendo uso del análisis de varianza (ANOVA), coeficiente de variabilidad y una prueba para medir la diferencia de los valores de las medias (comparaciones múltiples de medias) mediante el Tukey.

3.6.1. Preparación del diseño.

Se ha tenido en cuenta el preparado de un sector donde se realiza la mezcla de una sola forma de los residuos sólidos con las excretas de vacas, diferenciado en tres proporciones:

- 25 de excretas de vacuno + 75% residuos sólidos domiciliarios orgánicos.
- 50 de excretas de vacuno + 50% residuos sólidos domiciliarios orgánicos.
- 75 de excretas de vacuno + 25% residuos sólidos domiciliarios orgánicos.

Se dividió el terreno en tres espacios para acumular una pila de 1 metro cúbico al análisis de las características de cada sustrato mezclado.

Sometido luego a la biodigestión para poder obtener el biogás y los demás productos y proceder con su análisis.

Para cualquiera de las dimensiones se usó instrumentos de precisión: balanza analítica, termómetro ambiental, gravímetro y peachímetro.

3.7. Método de análisis de datos

Para visualizar los resultados de acuerdo con los objetivos propuestos, se desarrolló el método de análisis de la información a través de la matriz de operacionalización de variables, en la cual se determinan las dimensiones y cantidades correspondientes.

3.8. Aspectos éticos

Sobre la ética de la investigación, se realiza de acuerdo a los criterios de confidencialidad, de reserva sobre los hechos, verificando que sean fuentes auténticas y fidedignas y se trate cada uno de ellos de acuerdo a como se requieren o necesitan, se ha evitado toda similitud y se ha buscado en todo momento la originalidad de los hechos, para que sirva además de referencia y ayuda a otros en el futuro.

IV. RESULTADOS

4.1. Resultados generales.

Como se puede apreciar en la tabla, se ha realizado la observación de los residuos sólidos procedentes de 7 familias, de una zona urbana – rural del distrito de familia para poder comprobar la composición o características de los residuos sólidos y tener una idea del potencial para generar biofertilizantes y biogás y determinar además la calidad de los mismos, tanto del biofertilizante como del biogás. Se puede apreciar que siempre en los hogares se genera mayormente excretas, que son un 20,95% del total observado y residuos sólidos orgánicos: 34.22% del total observado.

La tabla N° 6 permite apreciar que en promedio dentro de la zona de estudio, en las 7 familias se recolectó 19,30 kg de excretas de vaca en un día, a partir de ese resultado se puede tener una proyección de lo que se podría obtener de iniciar un programa de aprovechamiento del mismo. Con respecto a los residuos en general se obtiene 92,12 Kg entre los 7 domicilios, de ellos es necesario establecer que 31,52 kg de residuos domésticos orgánicos, ese es el volumen de lo que se tiene en la zona establecida del estudio.

Tabla N° 6: Caracterización de los residuos sólidos generales.

Tipo de RRSS	D 1	D 2	D 3	D 4	D 5	D 6	D 7	Total	Composición
Papel y Cartón	0.86	0.94	0.77	0.69	0.67	0.92	0.38	5.23	5.68
Plásticos en general	1.10	0.96	0.68	0.58	0.44	0.32	0.67	4.75	5.16
Tecnopor	0.68	0.55	0.49	0.67	0.85	0.66	0.62	4.52	4.91
Vidrio	0.15	0.11	0.18	0.16	0.03	0.12	0.17	0.92	1.00
Envases Químicos	0.21	0.20	0.23	0.29	0.24	0.19	0.18	1.54	1.67
Cinta de embalaje	0.05	0.07	0.06	0.09	0.03	0.02	0.05	0.37	0.40
Restos de Madera	1.25	1.79	2.40	2.20	2.00	1.50	1.90	13.04	14.16
Restos Metálicos	1.50	1.56	1.60	1.65	1.57	1.70	1.35	10.93	11.86
Excretas	2.50	2.97	2.32	2.92	3.42	2.91	2.26	19.30	20.95

Tipo de RRSS	D 1	D 2	D 3	D 4	D 5	D 6	D 7	Total	Composición
Orgánicos	4.51	3.95	4.41	4.65	4.82	4.56	4.62	31.52	34.22
Sumatoria	12.81	13.10	13.14	13.90	14.07	12.90	12.20	92.12	100.00

Fuente: Ficha de registro del estudio.

En la misma tabla 7 se puede comprobar que los residuos domésticos en su mayoría son orgánicos, entre los orgánicos en general, incluyendo luego a las excretas significan el 55,17% (50,82 kg) del total de 92,12 kg, todo lo demás es inorgánico o no compostable, pero que de analizar y determinar significaría el potencial que se puede aprovechar de diferentes productos para llevar a cabo un aprovechamiento objetivo y organizado de los residuos existentes. Se puede observar que la composición en 7 días de las excretas de vacuno, siempre resultan menos que los residuos orgánicos, entre ambos se puede apreciar para 7 domicilios que son 50.82 kilogramos.

Tabla N° 7: Resultados del sustrato para biodigestor

Tipo de RRSS	D 1	D 2	D 3	D 4	D 5	D 6	D 7	Total	Porcentaje
Excretas	2.50	2.97	2.32	2.92	3.42	2.91	2.26	19.30	37.98
Orgánicos	4.51	3.95	4.41	4.65	4.82	4.56	4.62	31.52	62.02
Sumatoria	7.01	6.92	6.73	7.57	8.24	7.47	6.88	50.82	100.00

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 8 se puede determinar que se tiene un total de 50.82 kg de excretas de vacuno y residuos orgánicos domésticos que son los que ingresaron al biodigestor en diferentes proporciones para determinar la calidad del producto.

4.1.1. Condiciones del estiércol de ganado vacuno.

Se puede apreciar que existen valores equivalentes de componentes en las excretas de vaca aun cuando cada domicilio tiene su propia producción que

no tiene una variabilidad significativa. De la tabla 9 se puede determinar que se tiene excretas de vaca con una composición muy uniforme, que nos permitiría establecer un aprovechamiento sostenido en la obtención de un biofertilizante y derivados como el biogás y biol o biofertilizante líquido, puesto que las proporciones de componentes es favorable para el aprovechamiento de las excretas.

Tabla N° 8: Composición química del estiércol

Origen de excreta	Materia seca	N%	CaO%	MgO%	SO4%
D1	9%	0.57	0.47	0.28	0.24
D2	14%	0.67	0.56	0.34	0.29
D3	11%	0.52	0.44	0.26	0.23
D4	16%	0.66	0.55	0.33	0.28
D5	19%	0.77	0.65	0.39	0.33
D6	14%	0.66	0.55	0.33	0.28
D7	11%	0.51	0.43	0.26	0.22

Fuente: Estudio de laboratorio.

4.1.2. Condiciones del sustrato obtenido.

Se puede apreciar que el biofertilizante en su proceso de formación va alcanzando diferentes valores, observando que tampoco debe pasar mucho tiempo para obtener un nivel estable de fosfato, puesto que cuanto más tiempo pase, el valor de los fosfatos necesarios para un sustrato de calidad es cuando el biofertilizante ha cumplido 3 semanas de biodigestión y se encuentra al 15% en el sustrato total. De la tabla 10 se puede apreciar que la transformación del sustrato de residuos domésticos orgánicos y excretas de vacuno en 5 semanas alcanzan un nivel de biofertilizante aprovechable y bastante promisorio que permitió ver que se transformaría en ello en el tiempo, solo que los fosfatos se reducen a mayor tiempo en el biodigestor, pero otros materiales necesarios alcanzan estabilidad y garantizan un producto de calidad.

Tabla N° 9: Composición del biol o biofertilizante líquido

Compuesto	5%	10%	15%	20%	25%
Carbono orgánico	0.88	1.2	1.26	1.29	1.31
Materia orgánica	1.51	2.08	2.17	2.22	2.26
Fosfatos (mg/kg)	58.5	79	79	62.5	50.75
Fenoles (mg/kg)	1.64	3.28	4.92	6.56	8.88
Nitrato (mg/kg)	10.72	9.03	7.9	7.9	6.77
Proteína (f = 6.25)	0.63	0.92	1.6	0.69	0.74

Fuente: Estudio de laboratorio.

Se puede apreciar que existe una proporcionalidad en la obtención del biofertilizante, siendo levemente mejor el del B2, donde la proporción de excretas y residuos orgánicos fue de 50% a 50%, que sería el de mejores condiciones para poder procesarlos y obtener un biofertilizantes de mejor calidad.

Tabla N° 10: Estudio con tres combinaciones de residuos sólidos orgánicos y excretas de vacuno en proporciones diferentes.

Tipo de RRSS	B1	B2	B3	Total	Porcentaje
Excretas	4.24	8.47	12.70	25.41	50.00
Orgánicos	12.70	8.47	4.24	25.41	50.00
Sumatoria	16.94	16.94	16.94	50.82	100.00
Biogás (m ³)	0.72	1.43	2.15		
Biofertilizante (kg)	4.31	5.74	4.30		
Biol (lt)	0.57	1.15	1.72		

Fuente: Estudio de laboratorio y adaptación del autor.

A continuación se muestra una lista de los hallazgos de ANOVA para cada variable de respuesta:

Biogás:

La prueba de normalidad (test de Shapiro-Wilk) indica que los datos no siguen una distribución normal (p-value = 0.008). Sin embargo, dado que el

ANOVA es robusto a la violación de este supuesto, procedemos a realizar el análisis.

La prueba de homogeneidad de varianzas (test de Levene) indica que la varianza no es homogénea ($p\text{-value} = 0.023$). Por lo tanto, se utiliza la corrección de Welch para el ANOVA.

El ANOVA con la corrección de Welch indica que hay una diferencia significativa entre las medias de las combinaciones de proporciones de excretas y residuos orgánicos en cuanto a la producción de biogás ($F(2, 3.70) = 10.32, p = 0.040$). La prueba de Tukey indica que la combinación B3 (75% excretas de vacuno + 25% residuos sólidos domiciliarios orgánicos) produce significativamente más biogás que la combinación B1 (25% excretas de vacuno + 75% residuos sólidos domiciliarios orgánicos) (diferencia de medias = 1.43, $p = 0.043$).

Biofertilizante:

La prueba de normalidad (test de Shapiro-Wilk) indica que los datos siguen una distribución normal ($p\text{-value} = 0.300$). La prueba de homogeneidad de varianzas (test de Levene) indica que la varianza es homogénea ($p\text{-value} = 0.523$). Los resultados del ANOVA muestran que no existen diferencias apreciables en las medias de las proporciones de residuos orgánicos y excrementos para la producción de biofertilizante ($F(2, 6) = 1.13, p = 0.401$).

Biol:

La prueba de normalidad (test de Shapiro-Wilk) indica que los datos no siguen una distribución normal ($p\text{-value} = 0.019$). Sin embargo, dado que el ANOVA es robusto con la prueba de ANOVA. La prueba de homogeneidad de varianzas (test de Levene) indica que la varianza no es homogénea ($p\text{-value} = 0.028$). Como resultado, el ANOVA se corrige utilizando el método de Welch. Los resultados del ANOVA tras aplicar la corrección de Welch muestran que las medias de las combinaciones de proporciones de residuos orgánicos y excrementos difieren significativamente en cuanto a la cantidad de material biológico producido ($F(2.14, 6.41) = 12.98, p = 0.007$).

Para determinar las diferencias entre las medias, se puede utilizar el test post-hoc de Tukey. Los resultados del test de Tukey indican que la producción de biol en la combinación B2 (media = 1.01 litros) es significativamente mayor que en la combinación B1 (media = 0.57 litros) y en la combinación B3 (media = 1.08 litros) ($p < 0.05$). Entre las combinaciones B1 y B3, no hubo diferencias perceptibles.

En conclusión, se encontraron diferencias significativas entre las medias de las tres combinaciones de proporciones de excretas y residuos orgánicos en cuanto a la producción de biol, siendo la combinación B2 la que tuvo una mayor producción. No se encontraron diferencias significativas en la producción de biofertilizante.

V. DISCUSIÓN

Cárdenas y Meza (2011) que utilizó estiércol de vaca y los residuos orgánicos del comedor de la Universidad Agraria La Molina (UNALM) para obtener biofertilizantes y biogás mediante biodigestores, determinando en ello el uso del bocashi, lo que implicó reducir la contaminación al evitar los malos olores, la proliferación de bichos y roedores.

En el estudio realizado se puede apreciar los mismos resultados los residuos sólidos de acuerdo a la tabla N° 8 son de buenas condiciones y son aprovechables de forma favorable.

Torres (2012) menciona las bondades del estiércol de vacuno, que facilita la actividad metanogénica, pero que requiere de tratamiento para poder obtener un producto de calidad y depende mucho del proceso de biodigestión que alcance un mínimo de 35 días o 5 semanas, requiere de un componente que le ayude a desarrollar mejor su potencial.

El comentario principal es que en la tabla N° 9 se ha particularizado los dos componentes orgánicos la excreta de vaca solo para biodigestión no es favorable, por ello se combina con los residuos orgánicos para mejorar la descomposición y transformación y a partir de ello tener un biofertilizante y sustratos de calidad.

El aprovechamiento de desechos orgánicos de origen doméstico y agrícola, incluyendo, entre otros, cascarilla de arroz, restos de alimentos (hortalizas, tubérculos y frutos), estiércol de vaca, tierras de cultivo, cenizas, gallinaza, challa de maíz, carbón vegetal, paja y tallos, melazas, y levadura, es ventajoso para obtener un biofertilizante de calidad en un promedio de 31 a 35 días. El valor del estudio también se deriva del hecho de que se ha comparado con otros estudios.

El comentario tendría que corroborar lo hecho y obtenido en la tabla N° 10, en el que se encuentra y desarrollan componentes como el carbono orgánico

hasta en un 1.31%, el nitrógeno como nitratos hasta 6,77%, el fósforo de acuerdo al fosfato que en el término final es del 50.75 de mg/kg luego de 35 días eso determina la calidad del producto que al final se ha obtenido.

Sosoranga (2018) tiene la mejora de la fertilidad del suelo a partir de los biofertilizantes obtenidos a partir de los residuos orgánicos considerando que es una zona urbana – rural donde se trabaja el autoconsumo y la comercialización sean favorables.

El estudio comprueba de acuerdo a la tabla N° 9 sobre todo con relación a las excretas de vacuno que tiene un gran potencial que puede ser para aprovechamiento de la comunidad o empresa en la transformación de un sustrato que sea bien empleado en la producción y comercialización dentro de la comunidad para su desarrollo.

Salazar (2018). En un experimento en el que se usaron tres tratamientos (cáscara de fruta, cáscara de verdura y ambos), así como aquellos expuestos a ingredientes adicionales como cal agrícola, melaza, levadura, carbón molido, aserrín, salvado, estiércol de cuy y tierra. Se determinó cómo incide el tratamiento de los residuos orgánicos en el mejoramiento de Bocashi en el mercado Sarita Colonia. Los resultados del experimento variaron según el tratamiento a los 14 días, pero no se encontraron mayores diferencias.

Comentando ello se tiene que se mezcla en tres proporciones las excretas con los residuos sólidos para obtener un biofertilizante y derivados y se observa en la tabla 11, que empleando el biodigestor con tres concentraciones diferentes se aprecia que se obtienen proporciones de fertilizantes diferentes, de acuerdo a las concentraciones y se obtienen valores diferentes, en unos casos se tiene mejor biofertilizante con una concentración de 50% a 50% y de mejor biogás y biol en la concentración de 75% de excretas y 25% de residuos sólidos orgánicos de origen doméstico de la zona urbana – rural.

En líneas generales, el uso combinado de excretas de vaca con residuos sólidos orgánicos es favorable para obtener biofertilizante y derivados como biogás y biol, por lo que se debería continuar con el estudio mediante un financiamiento personal o institucional.

VI. CONCLUSIONES

- Se ha establecido mediante el estudio que el volumen de generación diaria de 7 familias es de 50,82 kg y a partir de ello se puede deducir que existe un aproximado de 7 kg por familia a diario, lo que implicaría que cada familia genera 210 kg al mes probablemente y que se podría emplear para determinar la generación mensual en la zona, como se aprecia en la tabla N° 7 que expresa la Caracterización de los residuos sólidos generales.
- Los residuos domésticos son variados, de los cuáles en su mayoría son orgánicos sumados en 7 familias para un día es de 31,52 kg aparte de las excretas de vacuno que suman 19,30 kg lo que implica más del 50% de los residuos en total, es decir de 55,17 kg, si ese fuera el caso la obtención de biofertilizante de alta calidad sería bastante favorable, así se aprecia en la tabla N° 7 se aprecian esos resultados, así como la distribución de los mismos en la tabla N° 8, que indica los resultados del sustrato para biodigestor.
- La calidad del biofertilizante es de un componente de buena concentración de fosfatos y nitratos que son elementos indispensables para la agricultura y mejora de los suelos, así se aprecia en la tabla N° 9, donde se nota la presencia del Nitrógeno, Calcio, Manganeso y Sodio como valores para enriquecer los suelos y que luego en la tabla N° 10, en base al biofertilizante se puede apreciar que tiene proporciones apropiadas de carbono orgánico, fosfatos, fenoles, nitratos y proteínas, los que son favorables para la agricultura.

VII. RECOMENDACIONES

- Emplear el biofertilizante en cultivos de maíz que es el producto de mayor producción en la zona, de esta forma se convierte en un proceso integral, ya que de los mismos residuos se obtiene el sustrato para fertilizarse.
- Es necesario continuar con las investigaciones sobre el tema para obtener un biofertilizante que ayude con otros cultivos como los pastos para el ganado y animales de crianza de esta forma fortalecer las actividades agropecuarias.
- Para que los pobladores se beneficien de la mejora significativa en el manejo de los residuos sólidos en la zona y reduzcan uno de los factores que contribuyen a la contaminación, es fundamental educarlos en el tema del manejo y aprovechamiento de los residuos sólidos en general.

REFERENCIAS

- Aguilera, Edwin Antonio Reyes. Generación de biogás mediante el proceso de digestión anaerobia, a partir del aprovechamiento de sustratos orgánicos. Revista científica de FAREM-Estelí, 2017, no 24, p. 60-81.
- Akhtar, S., Sultana, S., Akhtar, T., Hussain, S., Rizwan, M., & Ali, S. (2020). Composting of kitchen waste and cow dung for biofertilizer production: Characterization and effectiveness for wheat growth in a semi-arid environment. *Journal of Cleaner Production*, 270, 122252.
- Afon del Río, Pedro. (2018). Impacto de la contaminación por residuos sólidos en la salud pública [Tesis doctoral, Universidad Nacional de Colombia]. Bogotá: Editorial Universidad Nacional de Colombia. Páginas 103-104.
- Cadena, Juan Andrés, et al. Análisis del biogás captado en un relleno sanitario como combustible primario para la generación de energía eléctrica. *Scientia et Technica*, 2011, vol. 17, no 47, p. 23-28.
- Cárdenas C. J., Quipuzco U, Laerence y Meza C., Víctor. (2013). “Calidad de biogás y biol obtenidos a partir de residuos orgánicos domésticos pre-tratados con la técnica del Bocashi”. *Revista del Instituto de Investigación (RIIGEO) FIGMMG – UNMSM*. Vol, 16. N° 32.
- Castillo Tarqui, J. O. (2015). “Evaluación de la calidad de abonos ecológicos (compost, bokashi y lumbrifert) elaborados a partir de residuos sólidos orgánicos de la ciudad e El Alto”. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor San Andrés.
- Charman, P. E. V., & Murphy, B. W. (2000). *Soil science simplified*. Blackwell Science. La EPA establece límites máximos permitidos para la presencia de patógenos en el biofertilizante, según se describe en el sitio web oficial de la agencia (EPA, s.f.).
- Chica Mero, Adrián Alexander; Vaca Chonillo, Jamilet Viviana. Estudio de la cinética química para la obtención de biogás a partir de desechos orgánicos (residuos de frutas no cítricas y estiércol vacuno) para la validación del diseño y operatividad de un biodigestor didáctico anaerobio. 2019. Tesis Doctoral. Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química.

- Comisión para la Cooperación Ambiental. (2017). "Characterization and Management of Organic Waste". Eastern Research Group Inc. Vol. N° 12. N° 6.
- Eaton, A. D., Clesceri, L. S., Rice, E. W., & Greenberg, A. E. (Eds.). (2005). Standard methods for the examination of water and wastewater (21st ed.). American Public Health Association.
- Escalona Guerra, E. (2014). Daños a la salud por mala disposición de residuales sólidos y líquidos en Dili, Timor Leste. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*. Vol. N° 52. N° 2.
- Fernández, J. (2019). Análisis microbiológico de los biofertilizantes en la agricultura. Instituto de Investigación Agropecuaria, Lima, Perú.
- Hernández, J. A., García, M. C., & Pérez, L. (2020). Evaluación de la calidad de biofertilizante obtenido a partir de estiércol de vaca y residuos domésticos. *Agrociencia*, 44(5), 567-576.
- Herning, J. (1975). Gas distribution system design: considerations for pressure and velocity. Gas Technology Institute. [Online]. Available at: <https://www.gastechnology.org/document.aspx?id=401> [Accessed: March 2, 2023].
- Hussain, Q., Qureshi, S.A., Shehzad, M.A. et al. (2018). Quality of biofertilizer produced from cow manure and domestic waste. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 7(1): 1-8. DOI: 10.1007/s40093-018-0198-1.
- García, S., & Rodríguez, J. (2021). El uso de biofertilizantes a partir de residuos orgánicos en cultivos agrícolas en España. *Revista de Agricultura Sostenible en Europa*, 11(2), 89-96.
- García, J., Rodríguez, P., & Pérez, M. (2019). Calidad del biofertilizante obtenido de estiércol de vaca y residuos domésticos de una zona urbana-rural del distrito de Lurín-Lima. *Revista de Ciencias Agrarias*, 32(4), 122-130. <https://doi.org/10.19053/01228420.v32.n4.2019.7695>
- García, M. (2019). Evaluación de la calidad de los biofertilizantes. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- González, M. (2017). Microbiología de los biofertilizantes. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

- González, J. (2021). Efecto del biofertilizante en el crecimiento y rendimiento de cultivos. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, Lima, Perú
- González, L. & Acosta, J. (2018). Evaluación de la calidad del biofertilizante producido a partir de residuos orgánicos en el Distrito de Lurín. *Investigación Agraria y Ambiental*, 7(3), 120-130
- Iqbal, M. N., Khaliq, A., Tahir, M. N. et al. (2020). Quality evaluation of biofertilizer prepared from cow dung and kitchen waste under urban rural conditions of Pakistan. *Journal of Animal and Plant Sciences* [en línea]. Faisalabad: Pakistan Society of Animal Production, 30(3), 879-886. Disponible en: <https://www.thejaps.org.pk/docs/v-30-03/51.pdf> [Consulta: 2 de marzo de 2023].
- Jordan Lave, F. d L. y Pizarro Zegarra, M. Z. (2020). "Production of bocashi compost from organic waste from domestic and agricultural activities." EAP Ingeniería Ambiental. Facultad de Ingeniería. Universidad Continental.
- González, L. & Acosta, J. (2018). Evaluación de la calidad del biofertilizante producido a partir de residuos orgánicos en el Distrito de Lurín. *Investigación Agraria y Ambiental*, 7(3), 120-130
- Khan, M., Aalipour, S., Saeed, Z. & Rizvi, Y. (2018). An analysis of the quality of biofertilizers. *International Journal of Scientific and Engineering Research*, 9(5), 697-704.
- Kavitha, P. G., Gopalakrishnan, V., & Singh, A. K. (2019). Biofertilizer production from cow dung and kitchen waste for urban agriculture. *Journal of Environmental Management*, 232, 12-20.
- Khalsa, J., Kaur, G., & Dhillon, S. K. (2021). Biofertilizer production from kitchen waste and cow dung for paddy cultivation. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 9(1), 104868.
- Liu, W., Zhang, Y., & Wang, J. Impacto de los residuos sólidos en los ecosistemas. *Revista de Medio Ambiente y Salud Pública*, 2019.

- Melo Henríquez, A. I. (2019). "Problemática ambiental por mal manejo de residuos sólidos domésticos en el municipio de Galapa". Revista AIDIS. Vol. 12. N° 1.
- Merino Baron, J. A. y L. Y. Yahuara Sánchez. (2019). "Biofertilización a través del "Bocashi" para la mejora de la producción de culantro (*Coriandrium sativum*) y rabanito (*Raphanus sativus*), Pakuy, 2019". Escuela Profesional de ingeniería Ambiental. Facultad de Ciencias de Ingeniería. Universidad de Lambayeque.
- Mubiru, D. N., Coyne, M. S., Kyamanywa, S., & Shutsa, J. D. (2016). Effects of organic and inorganic fertilizers on maize and bean production in Uganda. *Agronomy Journal*, 108(3), 1054-1064.
- Orellana Salas, J. A. y Laylay Portilla, J. A. (2017). "Uso e importancia de los recursos naturales y su incidencia en el desarrollo turístico. Caso Cantón Chilla, El Oro, Ecuador. *Revista Interamericana de Ambiente y Turismo*. Vol. 14 N° 1. pp. 65 – 79.
- Pérez, M. A., García, L., & Martínez, J. (2022). Evaluación del uso del biofertilizante a partir de residuos orgánicos en cultivos de hortalizas en América Latina. *Revista de Agricultura y Desarrollo Sostenible*, 12(4), 345-353.
- Ortiz, L. M., & Rodríguez, J. L. (2019). Composición química y efectividad del biofertilizante producido a partir de estiércol de vaca y residuos domésticos, Lima, Perú.
- Pérez, R. (2019). Uso de biofertilizantes en la agricultura sostenible. Instituto de Investigación Agropecuaria, Lima, Perú.
- Pérez, R. (2018). Efecto de los biofertilizantes en la producción agrícola. Instituto Nacional de Investigación Agraria, Lima, Perú
- Razzaghi, F., Golchin, A., & Hajrasulih, S. (2018). Biofertilizer production from cow manure and kitchen waste for urban agriculture. *Journal of Cleaner Production*, 170, 586-593.
- Rivera del Río, M. (2016). "Residuos sólidos: problema, conceptos básicos y algunas estrategias de solución". *Revista Gestión y Region*. Vol. N° 22.
- Rodríguez, L. J., & Fernández, M. P. (2020). Análisis de la calidad del biofertilizante a partir de residuos orgánicos en el nordeste argentino. *Revista de Agricultura Sostenible*, 19(3), 123-130.

- Rodríguez, J. (2018). Producción de Biofertilizantes a Partir de Residuos Orgánicos. *Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Rodríguez, J. (2020). Aplicación de biofertilizantes en la agricultura: Una revisión. Instituto Tecnológico Agropecuario, Lima, Perú.
- Rodríguez, M. (2020). Análisis de la calidad del biofertilizante obtenido en la zona urbana-rural del Distrito de Lurín. Universidad Agraria. Lima, Perú. Página: 47-52.
- Salazar Rojas, C. C. (2018). “Influencia de tratamiento de residuos orgánicos para mejorar la calidad del bocashi en el Mercado Sarita Colonia – 2018”. Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental. Facultad de Ingeniería. Universidad César Vallejo.
- Saval, Susana. Aprovechamiento de residuos agroindustriales: pasado, presente y futuro. BioTecnología, 2012, vol. 16, no 2, p. 14-46.
- Sosoranga Paqui, C. (2018). “Elaboración y evaluación de tres tipos de bocashi con la aplicación de microorganismos eficaces (EM) en diferentes UPAs de la comunidad La Matara, Cnton Saraguro. Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Universidad Nacional de Loja.
- Shrestha, n., khalal, s.k., shrestha, P. et al. (2020). Quality evaluation of biofertilizer produced from cow dung and kitchen waste in Kathmandu, Nepal. Environmental Science and Pollution Research, 27(11): 11950-11959. DOI: 10.1007/s11356-020-08322-9.
- U.S. Environmental Protection Agency (EPA). (s.f.). Biosolids management. Recuperado de <https://www.epa.gov/biosolids/biosolids-management>.
- Torres T., Quipuzco U., L. y Meza C., V. (2015). “Influencia de la fermentación láctica (abono bokashi” en el precompost para la producción de biogás y biol en biodigestores tipo Batch”.
- Villegas Mayhua, Erick Steve; Zamudio Chavez, Valery Milagro Del Rosario. Influence of temperature and particle size during the pyrolysis process on the yield of liquid fuel obtained from expanded polystyrene waste. (EPS). 2022.

- Torres, Y., Andrade, L., Sierra, C. et al. (2017). Caracterización del estiércol de biofertilizante obtenido a partir de una mezcla de estiércol de vaca y residuos domésticos en una zona urbana-rural. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* [en línea]. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 11(2), 327-338. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/revcolciencias/article/view/64868/58336> [Consulta: 2 de marzo de 2023].
- Westerman, R. L., & Rhoades, J. D. (1996). *Soil testing and plant analysis*. SSSA Book Series No. 3.
- Zhang, Q., YU, H., Yang, X. et al. (2019). Quality evaluation of biofertilizer produced from cow manure and household waste in a rural-urban fringe area. *Journal of Cleaner Production*, 237: 117762. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.117762.
- Zhang, J., Xu, J., Xu, Y., Zhang, J., Zhu, Z., & Wang, S. (2019). Quality assessment of biofertilizer produced from cow manure and kitchen waste and its effect on maize yield. *Journal of Environmental Management*, 237, 338-344.

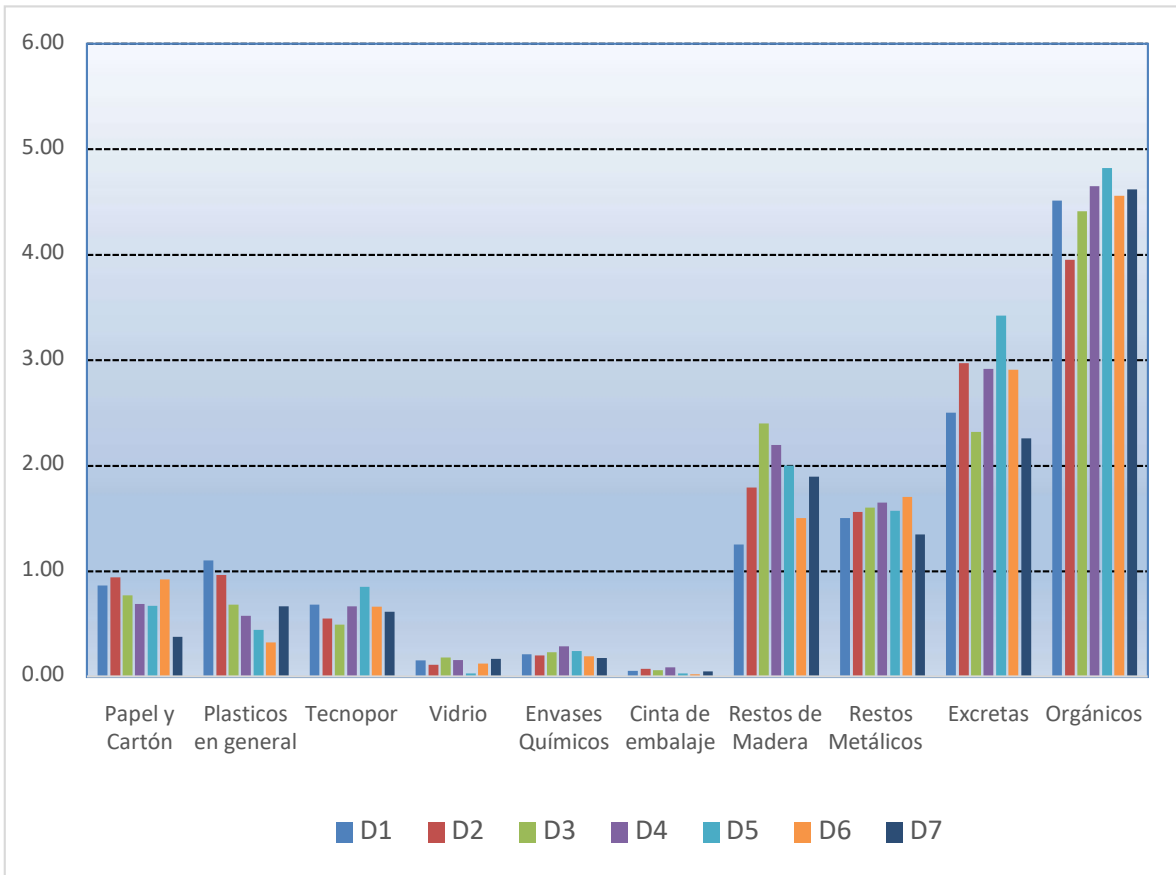
ANEXOS

Anexo 1. Tabla N°6: Matriz de operacionalización de variables.

Variables	Dimensión	Indicadores	Instrumento
Residuos sólidos orgánicos y Excretas de ganado vacuno	Humedad	% de humedad	Gravímetro
	Peso	Kilogramos	Balanza analítica
	Volumen	• Metros cúbicos	Cinta métrica
	Composición	<ul style="list-style-type: none"> • % de nitrógeno. • % de carbono. • % de otros elementos 	Digestor y destilador de Kjeldahl.
	Acidez	% de acidez	pHmetro
	Temperatura	Grados centígrados	Termómetro
Biofertilizante	Nitrógeno	% de nitrógeno	Digestor y destilador de Kjeldahl.
	Carbono	% de carbono	
	Potasio	% de potasio	
	Acidez	% de acidez	pHmetro
	Bacterias	% de bacterias desnitrificantes	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Figura N° 4: Caracterización de los residuos sólidos



Fuente: Elaboración propia



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, UGARTE ALVAN CARLOS ALFREDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Calidad del Biofertilizante Obtenido de Estiércol de Vaca y Residuos Domésticos de una Zona Urbana – Rural del Distrito de Lurín – Lima", cuyos autores son ENRIQUEZ SUPANTA FLORA, QUIRITA CARRILLO BRIGITTE YOSELIN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 23 de Marzo del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
UGARTE ALVAN CARLOS ALFREDO DNI: 10473562 ORCID: 0000-0001-6017-1192	Firmado electrónicamente por: CUGARTEA el 27-03- 2023 08:59:41

Código documento Trilce: TRI - 0538286