



Universidad Nacional

SAN LUIS GONZAGA



[Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0)

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>



FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y PETROQUÍMICA
UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD

CONSTANCIA

El que subscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título es:

“ELABORACIÓN DE ABONO LÍQUIDO PARTIENDO DE RESIDUOS ORGÁNICOS”

Presentado por:

MERLY GRISCEL ZEVALLOS PEÑA

Autor del Trabajo Monográfico del nivel de **PREGRADO** de la Facultad de **INGENIERÍA QUÍMICA Y PETROQUÍMICA**. El Resultado obtenido es 0% (PORCENTAJE DE SIMILITUD) por lo cual, se otorga el calificativo de:


APROBADO, según Reglamento de Evaluación de la Originalidad.

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Observaciones:

El porcentaje de similitud es menor del 20%, establecido como máximo por Reglamento de Evaluación de originalidad.

Ica, 01 de julio de 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y PETROQUÍMICA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

Dra. ROSA LUZ GALINDO PASACHE
DIRECTORA (●)

UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y PETROQUÍMICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA



TITULO:

**“ELABORACIÓN DE ABONO LÍQUIDO PARTIENDO DE RESIDUOS
ORGÁNICOS”**

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO QUIMICO

MODALIDAD DE SUFICIENCIA ACADÉMICA

TRABAJO MONOGRÁFICO

AUTOR: BACHILLER MERLY GRISCELL ZEVALLOS PEÑA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

CIENCIAS NATURALES, INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS SOSTENIBLES

ICA – PERÚ

2024

2. RESUMEN

La monografía busca ofrecer prácticas para la producción de abono líquido, permitiendo un uso más eficiente de los residuos orgánicos locales. Al proponer métodos específicos para su elaboración, se contribuirá a prácticas agrícolas más sostenibles, reduciendo la dependencia de fertilizantes químicos y promoviendo el reciclaje de residuos orgánicos. Estas prácticas eficientes y rentables pueden tener un impacto económico positivo en la comunidad agrícola de La Tinguiña al disminuir los costos de fertilización. La adecuada implementación del abono líquido derivado de esta investigación puede mejorar la calidad de los cultivos locales, beneficiando tanto a los agricultores como a los consumidores.

En los informes dice que en el 95% de la población arroja basura en botaderos informales, en donde la Contraloría informó mediante un documento que, en los distritos, la tasa de morosidad es de 47.88%, es por ese motivo que la municipalidad no puede cubrir con la totalidad de las actividades programadas por ello los pobladores desechan su basura en la Achirana, en el cauce del río Ica, creando condiciones peligrosas para el medio ambiente.

3. INDICE

1. CARATULA	1
2. RESUMEN	2
3. INDICE	3
4. INTRODUCCIÓN	4
5. DESARROLLO DEL TRABAJO	5
6. CONCLUSIONES	23
7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	24
8. ANEXOS.....	26

4. INTRODUCCIÓN

La monografía se fundamenta en el desarrollo de un enfoque innovador que trasciende las prácticas tradicionales: la elaboración de abono líquido para la obtención de fertilizantes a partir de estos residuos.

Por lo que el abono líquido es una alternativa importante, de no solo de cambiar la gestión de desechos, sino también de empoderar a los agricultores locales, resaltando su papel en la vanguardia de prácticas agrícolas más eficientes y tener en cuenta con el medio ambiente.

Esta monografía nace con el proceso de elaboración de abono líquido, destacando su capacidad para convertir los residuos orgánicos locales en fertilizantes ecológicos.

Este enfoque holístico permite analizar no solo la efectividad del abono líquido como fertilizante, sino también su capacidad para tener un impacto ambiental positivo.

Lo que buscamos con esta propuesta es promover unas prácticas agrícolas más respetuosas con el medio ambiente contribuyendo así al desarrollo sostenible.

5. DESARROLLO DEL TRABAJO

La introducción de prácticas rentables y eficientes puede tener un impacto económico positivo en la comunidad agrícola al disminuir los costos asociados con la fertilización.

La aplicación adecuada de abono líquido derivado de la monografía puede contribuir a mejorar la calidad de los cultivos locales, beneficiando tanto a los agricultores como a los consumidores.

5.1. ANTECEDENTES

5.1.1. Antecedentes Internacionales:

Fernández et al., (2021) Realizaron un estudio detallado sobre la viabilidad económica y ambiental de una planta industrial diseñada para procesar 300 kg/h de residuos orgánicos con el fin de producir fertilizantes líquidos.

Se comparo dos tecnologías de extracción (convencional y microondas) y dos disolventes (agua y alcalino) para determinar el escenario más sostenible y rentable para el escalado del proceso.

Los resultados del análisis económico destacaron que la inversión total en la tecnología de microondas supera los 3.5 millones de euros, siendo tres veces superior a la tecnología de extracción convencional, cuya inversión es inferior a 1.5 millones de euros debido a su menor complejidad. Es importante señalar que el fertilizante obtenido mediante extracción convencional con solvente alcalino tiene un precio de venta más bajo, aproximadamente 1 euro por litro.

La comparación de costos entre las dos tecnologías muestra una diferencia significativa, indicando que la extracción convencional en condiciones alcalinas es la opción más rentable para aumentar la producción de fertilizantes líquidos a partir de residuos orgánicos. Estos hallazgos proporcionan una base robusta para decisiones en futuros proyectos similares.

Ahmad et al., (2019) Realizaron un estudio para investigar la relación entre los nutrientes en fertilizantes líquidos, como lixiviados y té de compost, y los nutrientes en el compost sólido final derivado de diversas fuentes de biorresiduos. Durante la caracterización física y nutricional, identificaron elementos esenciales para el crecimiento de las plantas, como nitrógeno (N), potasio (K) y fósforo (P).

Recomendaron la dilución o pretratamiento del fertilizante líquido debido a su elevado contenido de compuestos orgánicos, que varía entre 1152 mg/L y 105,300 mg/L, pudiendo causar daños a plantas y suelos. Cada tipo de residuo biológico mostró una composición única de nutrientes, siendo el compost de desechos animales líder en N y P, alcanzando hasta 25 g/kg de N y 6.4 g/kg de P, respectivamente. El compost de desechos verdes registró el valor más alto de K, con un máximo de 19 g/kg.

El análisis de correlación de nutrientes reveló que la composición del compost está directamente relacionada con el lixiviado y té de compost. Es importante destacar que los valores de N, P y K para el lixiviado son significativamente mayores, siendo 124 veces, 90 veces y 23 veces más altos que los del té de compost. Estos hallazgos ofrecen una visión detallada de la dinámica de nutrientes en diferentes formas de fertilizantes y residuos orgánicos a nivel internacional.

5.1.2. Antecedentes Nacionales:

Jim Axell Díaz Quispe, Diego Cristhian Gonzales Lobatón (2022) Se llevó a cabo una investigación sobre la gestión de residuos sólidos en Ucayali, Perú, específicamente en el caserío Las Mercedes. La región enfrenta múltiples desafíos que contribuyen a prácticas inadecuadas en la gestión de residuos domiciliarios. El estudio se centró en la producción de biol utilizando dosis de microorganismos eficientes durante el proceso de digestión anaerobia de estos residuos.

El estudio se centró en analizar los desechos sólidos generados en los hogares con el objetivo de determinar la proporción de materia orgánica presente. Se utilizaron cuatro métodos distintos empleando microorganismos eficientes para optimizar la producción de biol. La calidad de los resultados fue evaluada a través de análisis fisicoquímicos, considerando parámetros como el pH, la presencia de nutrientes NPK, y las características de color y olor. Estos datos fueron sometidos a un análisis estadístico utilizando ANOVA y la prueba de Tukey, manteniendo un nivel de confianza del 95%.

Los análisis indicaron que se generan 339.5 kg de residuos diarios, con un 73.43% de materia orgánica. Los tratamientos 1 a 4 presentaron un pH ligeramente ácido (entre 5.6 y 6.3), destacando uno con un contenido de 0.15% de N, 0.008% de P y 0.02% de K. Se determinó que producir un litro de biol cuesta S/. 0.87. Estos resultados contribuyen al entendimiento de la gestión de residuos sólidos en la región y a la evaluación económica de la producción de biol.

Elvira Arias Pilcomamani, Charles Jason Yauri Escalante (2020) El estudio exploró la producción de biofertilizantes sólidos y líquidos a partir de cáscaras de cacao de la Cooperativa Colpa de Loro, utilizando fermentación homoláctica para acelerar la descomposición. Se incubaron nueve biofermentos con diferentes proporciones de cáscaras de cacao y microorganismos eficientes a 25°C para determinar el tratamiento óptimo en cuanto a la acidez. A los siete días, se realizaron análisis de pH y nutrientes utilizando un diseño experimental aleatorio, evaluando los resultados mediante ANOVA.

El tratamiento más efectivo para producir biol fue el número tres, utilizando una mezcla de 300 gramos de residuos de cáscara de cacao por cada 1500 mililitros de microorganismos eficientes, con un rendimiento líquido del 85%. El biol exhibió un aroma ligero a azúcar fermentada y presentó concentraciones significativas de nitrógeno (1.27%), fósforo (0.64%) y potasio (0.25%) al séptimo día.

Asimismo, se observaron resultados positivos en la reducción de cadmio y plomo, mientras que el zinc experimentó una ligera disminución.

En conclusión, los resultados señalan que el biol acelerado producido a partir de residuos de cáscara de cacao demuestran ser de alta calidad.

5.1.3. Antecedente local:

Mediante Informe N° 050-2019-GPMAS-MPI, El 15 de abril de 2019, la Gerencia de Protección del Medio Ambiente y Salubridad presentó al despacho de la Gerencia Municipal de Ica la solicitud de aprobación del "Plan Anual para el Mejoramiento y Ampliación de la Valorización de Residuos Sólidos Orgánicos Municipales".

La monografía muestra un fuerte compromiso con la ecoeficiencia municipal en la mejora del manejo de los residuos sólidos en la ciudad de Ica. Este enfoque incluye la reutilización de los residuos sólidos orgánicos para reducir los volúmenes y garantizar una disposición final segura y adecuada.

El objetivo es mejorar y ampliar la valorización de los residuos sólidos orgánicos municipales en el vivero municipal del Distrito de Ica. Esto implica optimizar el proceso de reutilización de residuos provenientes del mantenimiento de áreas verdes, restos del camal municipal y la integración de residuos orgánicos de mercados, establecimientos comerciales e instituciones públicas y privadas. Se emplearán procedimientos técnicos e instrumentos para el control adecuado de estos residuos, además de expandir la infraestructura para la implementación de tecnología apropiada.

El compost y humus producidos podrán ser aplicados para enriquecer el suelo de las áreas verdes como parques, jardines y aceras. También se utilizarán para restaurar áreas degradadas debido a prácticas inadecuadas de disposición de residuos, y como fertilizante orgánico en la agricultura de pequeña escala.

- ❖ **Apoyo Técnico:** Brindar asistencia técnica y capacitación sobre prácticas de compostaje doméstico y comunitario, así como sobre la utilización segura y eficaz de los fertilizantes orgánicos producidos.
- ❖ **Incentivos y Reconocimientos:** Establecer programas de incentivos para premiar a aquellos hogares, empresas o instituciones que participen activamente en la separación y recolección de residuos orgánicos.
- ❖ **Promoción del Uso del Compost:** Fomentar el uso de compost en actividades de jardinería comunitaria, en parques y áreas verdes públicas, y entre los agricultores locales como alternativa sostenible a los fertilizantes químicos.
- ❖ **Monitoreo y Evaluación:** Realizar un seguimiento constante del programa de recolección de residuos orgánicos para evaluar su efectividad y realizar ajustes según sea necesario.

1. Según Agraria (2022) En la ciudad, se contabilizan alrededor de 656 establecimientos comerciales agrícolas que ocupan aproximadamente 26,342 hectáreas, según indicó el presidente de la asociación de productores de uva. Además, en los últimos años ha aumentado la exportación de cultivos como uvas, granadas, arándanos y otros productos agrícolas característicos de la región de Ica.

2. La rentabilidad de la producción de abono líquido aumentará con la optimización de los recursos utilizados en el proceso de producción.

5.2. BASES TEORICAS:

5.2.1. Residuos:

Se considera residuo o desecho a cualquier material o resto de material generado durante las actividades de producción y consumo, que ya no tiene utilidad. Desde la perspectiva económica, los desechos son el resultado de una utilización ineficiente de los recursos en la producción de bienes y servicios, y se refieren a materiales que están fuera de lugar en función de los recursos disponibles.

Un residuo es cualquier sustancia u objeto del que su propietario se deshace. En la agricultura, se refiere a materiales sobrantes o desechados en las actividades agropecuarias, que a menudo son reutilizables y valiosos como materia prima en procesos industriales. Estos residuos pueden ganar rápidamente valor en el mercado. Para evaluar su potencial de reutilización, es esencial entender su naturaleza y origen (Valderrama, 2013).

5.2.2. Clasificación de los residuos

- ❖ **Residuos peligrosos:** Se consideran residuos peligrosos aquellos que, debido a sus propiedades y composición, representan un riesgo tanto para los organismos vivos como para el medio ambiente en su conjunto. Esta categoría también abarca los recipientes y envases que hayan contenido dichos residuos.
- ❖ **Residuos no peligrosos:** Se pueden clasificar como residuos no inertes ni peligrosos.

5.2.2.1. Según su origen

Según la Ley 22/2011 de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, los residuos pueden ser clasificados en subgrupos basados en su origen:

❖ **Residuos Domésticos o Residuos Sólidos Urbanos (RSU).**

Los residuos generados en los hogares a partir de las actividades diarias incluyen una variedad de materiales como papel, cartón, plásticos, restos de comida, textiles y vidrio, además de desechos potencialmente peligrosos como pesticidas, pinturas, productos de limpieza, aceites de motor y baterías. Esta categoría también abarca los residuos municipales, que comprenden escombros y desechos de la limpieza de calles y espacios verdes.

❖ **Residuos Comerciales:** Los residuos originados por las actividades comerciales, bares, restaurantes, mercados y oficinas representan una categoría específica de desechos.

Residuos Industriales: Residuos generados en cualquier etapa del proceso industrial, desde la fabricación hasta el consumo o mantenimiento.

❖ **Residuos Sanitarios:** Los desechos producidos por hospitales, centros de salud, clínicas y similares incluyen materiales infecciosos, residuos quirúrgicos, restos de tejidos humanos y productos farmacéuticos.

5.2.2.2. Según su biodegradabilidad

Esta clasificación de los residuos a su vez se divide en:

❖ **Residuos Orgánicos.** Son residuos mayormente de materiales naturales que pueden descomponerse biológicamente, como vegetales, sobras de comida y paja.

❖ **Residuos Inorgánicos.** Son residuos que no provienen de materiales orgánicos, como latas, botellas, metales y plásticos.

5.2.3. ABONOS ORGÁNICOS

Definición de abono orgánico

El término "biofertilizante" Se trata de una mezcla derivada de la descomposición y mineralización de residuos orgánicos animales (estiércoles), vegetales (restos de cultivos) e industriales (lodos de depuradoras). Estos materiales se usan en el suelo para mejorar sus propiedades químicas, físicas y biológicas al aportar nutrientes, modificar su estructura y aumentar la actividad microbiana. Los biofertilizantes son ricos en materia orgánica, energía y microorganismos beneficiosos. (Mosquera, 2010)

5.2.4. Importancia de los abonos orgánicos

La necesidad creciente de reducir el uso de productos químicos sintéticos en la agricultura impulsa la búsqueda de alternativas sostenibles y fiables. En la agricultura ecológica, los abonos orgánicos son cada vez más importantes, especialmente en cultivos intensivos. Estos abonos son cruciales para mejorar diversas propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, aumentando su capacidad de absorber nutrientes esenciales. A menudo se combinan con abonos minerales o inorgánicos. Actualmente, se investigan activamente nuevos productos agrícolas que sean completamente naturales.

5.2.5. Propiedades de los abonos orgánicos

Los abonos orgánicos poseen características particulares que influyen de manera específica en el suelo, incrementando su fertilidad. Fundamentalmente, estos abonos afectan tres aspectos principales del suelo:

5.2.6. Propiedades físicas:

- ❖ Los abonos orgánicos, debido a su tonalidad oscura, absorben más radiación solar, lo que eleva la temperatura del suelo y facilita la absorción de nutrientes.

- ❖ Estos abonos mejoran la estructura y textura del suelo, volviendo más livianos los suelos arcillosos y más compactos los arenosos.
- ❖ Además, incrementan la permeabilidad del suelo, favoreciendo el drenaje y la aireación, lo que reduce la erosión causada por el agua y el viento.
- ❖ También aumentan la capacidad del suelo para retener agua, facilitando la absorción durante la lluvia o el riego, y manteniendo el agua en el suelo por periodos más prolongados durante el verano. (Cervantes, 2014).

5.2.7. Propiedades químicas:

- ❖ Los abonos orgánicos mejoran la capacidad del suelo para mantener un pH estable, reduciendo las variaciones en su acidez o alcalinidad.
- ❖ Además, incrementan la capacidad de intercambio catiónico del suelo, lo que contribuye a mejorar su fertilidad al facilitar la disponibilidad de nutrientes para las plantas. (Cervantes, 2014)

5.2.8. Propiedades biológicas:

Los abonos orgánicos mejoran la aireación y oxigenación del suelo, lo cual estimula la actividad radicular y de los microorganismos aeróbicos.

5.2.9. Tipos de abono orgánico:

❖ Compost

El compostaje es un proceso natural en el que los residuos orgánicos se descomponen mediante actividad biológica, transformándose en un fertilizante nutritivo para el suelo. Aproximadamente se produce 30 kg de compost por cada 100 kg de residuos orgánicos procesados.

Materiales:

- Hojas de árboles verdes
- Pastos
- yuyos (Tallos tiernos y suculentos)
- estiércol de animales (vaca, oveja, chancho, gallinas, conejos, etc.

❖ **BOCASHI**

Es un fertilizante orgánico rico en nutrientes esenciales para el crecimiento de los cultivos, obtenido mediante la fermentación de una mezcla adecuada de materiales secos como hojas caídas, restos de cosechas y estiércol animal, entre otros.

Materiales:

- Paja de trigo (material local de maíz, trigo, avena, cebada, maní y otros cultivos).
- Estiércol de ganado (material local de vacas, cabras, ovejas, caballos y otros animales).
- Tierra vegetal (tierra rica en nutrientes).
- Carbón vegetal.
- Chancaca o azúcar morena.
- Levadura.
- Harina (de trigo, maíz, cebada y otros granos).
- Plástico negro.
- Agua.

❖ **Humus de lombriz**

El humus de lombriz, también conocido como vermicompost, se produce mediante la digestión de material orgánico por parte de las lombrices, que descomponen este material con la ayuda de enzimas digestivas y microorganismos presentes en su sistema digestivo. Se considera uno de los fertilizantes orgánicos más efectivos disponibles; una tonelada de humus de lombriz tiene el equivalente en valor nutritivo y capacidad de mejorar el suelo de 12 toneladas de estiércol vacuno y 4 toneladas de compost.

❖ **Abono foliar**

Es un producto hecho en casa con ingredientes orgánicos, que se fermentan bajo control, utilizando levadura y chancaca para activar el metabolismo y la transformación de los microorganismos implicados.

Materiales:

- Aquí tienes:

- Recipiente plástico
- Válvula de bicicleta
- Tubo flexible
- Estiércol fresco de vaca
- Panela
- Leche o suero
- Carbón vegetal
- Levadura
- Agua

5.2.10. Ventajas del abono orgánico

- a. Facilita la producción de alimentos de manera segura.
- b. Requiere menos energía en comparación con los agroquímicos para su preparación.
- c. Es fácil de elaborar, accesible para cualquier persona con instrucciones básicas, herramientas e insumos comunes.
- d. Utiliza materiales económicos y fácilmente disponibles en los hogares.
- e. Libera nutrientes de manera gradual, asegurando un suministro constante durante todas las etapas de crecimiento y maduración de los cultivos.
- f. Mejora continuamente la fertilidad del suelo.
- g. Incrementa la producción de los cultivos.
- h. Al no contener componentes tóxicos, reduce el riesgo para la salud de los productores.
- i. Protege el medio ambiente, la fauna, la flora y la biodiversidad.
- j. Puede representar una fuente adicional de ingresos.

5.2.11. Uso e influencia

El uso creciente de fertilizantes orgánicos en la agricultura se debe principalmente a dos razones: la alta calidad del abono producido y su costo relativamente bajo en comparación con los fertilizantes químicos disponibles en el mercado. Los fertilizantes orgánicos se dividen en dos categorías: líquidos listos para usar y sólidos que pueden disolverse en agua, mezclarse con el suelo o aplicarse directamente. Los suelos

cultivados tienden a perder una cantidad significativa de nutrientes y materia orgánica, por lo que es crucial reponer continuamente estos nutrientes con fertilizantes orgánicos como estiércol animal u otros materiales disponibles localmente. La concentración de nutrientes en los fertilizantes orgánicos varía según las proporciones presentes en los residuos utilizados como materia prima. Estos productos mejoran fundamentalmente las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

Biofertilizantes

Según la Norma Técnica de Fertilizantes y Productos Afines INEN 209 (2016, p.2), Los biofertilizantes son productos naturales orgánicos que suministran nutrientes esenciales a las plantas y al suelo, fomentando un crecimiento saludable y un desarrollo óptimo en un entorno microbiológico natural. Estos fertilizantes contienen residuos de biomasa, así como hongos micorrízicos y bacterias que actúan como promotores del crecimiento vegetal. A través de sus procesos fisiológicos, aumentan la disponibilidad de nutrientes en el suelo, en partes específicas de las plantas y en el agua de riego.

Biol

El biol es un biofertilizante obtenido por fermentación anaeróbica de estiércol, residuos vegetales, bacterias y hongos beneficiosos. Este abono líquido foliar es conocido por ser rico en fitohormonas naturales, que al aplicarse en semillas y follaje de cultivos, estimulan el crecimiento de raíces y aumentan la actividad fotosintética. Esto mejora significativamente tanto la cantidad como la calidad de la cosecha.

5.2.12. TRATAMIENTO Y ELABORACION:

Digestión anaerobia

Es un proceso natural de descomposición anaeróbica del carbono, donde diversos grupos de microorganismos coordinan sus acciones en ausencia de oxígeno para descomponer y multiplicarse utilizando la materia orgánica como fuente de nutrientes. Este proceso resulta en la producción de materia orgánica degradada y biogás, compuesto principalmente por metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂) y

pequeñas cantidades de sulfuro de hidrógeno (H₂S), oxígeno (O₂), hidrógeno (H₂), vapor de agua, aire y compuestos orgánicos volátiles.

Fases de la digestión anaerobia

- ❖ **Hidrólisis:** En la primera etapa de descomposición anaeróbica, las partículas complejas como carbohidratos, proteínas, celulosa y lípidos se descomponen en moléculas solubles mediante un proceso catalizado por enzimas extracelulares producidas por microorganismos. Este proceso se conoce como hidrólisis, donde los polímeros se descomponen en monómeros individuales, liberando hidrógeno y dióxido de carbono como productos de descomposición.
- ❖ **Fermentativa o acidogénica:** En esta fase anaeróbica, se elimina por completo el oxígeno y se produce la fermentación de las moléculas orgánicas solubles. Durante este proceso, estas moléculas se transforman en compuestos simples como aminoácidos, azúcares y ácidos grasos de cadena larga. Estos productos están disponibles para ser utilizados en los procesos metabólicos por las bacterias en etapas subsiguientes.
- ❖ **Fase acetogénica:** Las bacterias acetogénicas, tras consumir completamente los nutrientes de la biomasa, convierten los ácidos grasos y alcoholes en ácido acético, hidrógeno (H₂) y dióxido de carbono (CO₂).
- ❖ **Fase metanogénica:** Finalmente, las bacterias metanogénicas producen metano utilizando los subproductos generados en etapas anteriores, como ácido acético, hidrógeno (H₂) y dióxido de carbono (CO₂).

Biodigestor

El biodigestor es un recipiente sellado y hermético donde se coloca material orgánico, como biomasa animal y vegetal, mezclado con agua y otros aditivos, para producir biogás y fertilizantes orgánicos mediante un proceso de fermentación anaeróbica.

Ingredientes utilizados para la elaboración:

- ❖ **Agua:** Participa en la mezcla de componentes que promueven el crecimiento y la reproducción de microorganismos involucrados en el proceso de fermentación, los cuales prosperan mejor en un entorno líquido donde pueden convertir eficientemente sustancias como vitaminas, péptidos y enzimas.
- ❖ **Levadura:** Facilita la rápida descomposición de partículas orgánicas como carbohidratos y azúcares durante el proceso de fermentación, provocando la producción de enzimas que promueven la replicación celular.
- ❖ **Residuos vegetales y frutas:** Cáscaras de estos ingredientes. Suero de leche o leche: Contribuye a revitalizar la mezcla al proporcionar ácidos, vitaminas, grasas y proteínas que son estimulados durante el proceso de fermentación, beneficiando así a los microorganismos.

Procedimientos para la elaboración del (biol) fertilizante orgánico

1. **Adecuación del lugar para el experimento:** Preparar el espacio para instalar los biodigestores caseros con el objetivo de proteger el proceso de producción de biol de posibles interferencias externas.
2. **Obtención de materia prima:** Obtener el rumen, la orina y otros residuos orgánicos esenciales, junto con los componentes necesarios para la producción de biol.
3. **Recepción:** Los residuos orgánicos deben ser almacenados en recipientes fáciles de manejar y ubicados en un área apartada de la planta, asegurando que no causen contaminación y estén disponibles para su uso cuando sea necesario.
4. **Pesaje:** Es fundamental llevar a cabo este proceso utilizando una balanza analítica, ya que constituye un punto crítico en la formulación del producto que se desea obtener.
5. **Adición de elementos:** Durante este proceso, se añaden meticulosamente cada uno de los elementos que previamente

han sido pesados, asegurándose de agregarlos de manera individual y ordenada.

- 6. Homogenización:** Una vez que todos los ingredientes han sido depositados en el biodigestor, se procede a agitar vigorosamente para lograr una mezcla homogénea. Este proceso facilita la descomposición de los ingredientes y promueve la fermentación deseada.
- 7. Sellado:** Para (Taipicaña, 2015), “Después de asegurar que todos los ingredientes estén completamente mezclados, cada biodigestor debe sellarse herméticamente con una tapa adecuada. Además, se debe colocar una manguera en la tapa del biodigestor para permitir la liberación del gas metano al exterior”.
- 8. Fermentación:** Una vez que los biodigestores artesanales están sellados, comienza un proceso de descomposición de los elementos añadidos. Este proceso de fermentación continúa durante aproximadamente 55 días, o hasta que los biodigestores dejan de producir burbujas de gas, lo cual indica que la fermentación ha concluido.
- 9. Control:** Realizar un monitoreo continuo del pH y la temperatura de cada biodigestor simultáneamente, con el objetivo de obtener una caracterización precisa de estos parámetros al final del proceso.
- 10. Cosecha:** En esta fase, una vez que la fermentación ha concluido, se procede a filtrar el biol en recipientes limpios para asegurar la calidad del producto final obtenido.
- 11. Almacenamiento:** Una vez obtenido el biol, se sellaron herméticamente cada uno de los recipientes y se etiquetaron adecuadamente para conservarlos en un lugar fresco a temperatura ambiente.

Factores que intervienen en la elaboración

12. Temperatura

La temperatura juega un papel crucial al estimular la actividad microbiana, comenzando con la mezcla de ingredientes, y

después de aproximadamente 14 horas, se espera que las temperaturas alcancen niveles superiores a los 50°C. Se destaca que la temperatura ideal para una digestión eficiente por parte de las bacterias metanogénicas varía entre 35 y 55°C. Este rango también es efectivo para eliminar patógenos, parásitos y malezas, mejorando así la calidad del proceso.

13. Tiempo de retención

El tiempo de retención está estrechamente vinculado a la temperatura y describe el período durante el cual los microorganismos digieren la materia orgánica. Períodos prolongados de retención resultan en mayores rendimientos de biol y biosol, mientras que períodos cortos favorecen la producción de biogás, pero pueden generar biofertilizantes de menor calidad al no completarse completamente la digestión.

14. Nivel de pH

Según las directrices del Ministerio del Ambiente y Agua, es crucial mantener un pH neutral o ligeramente alcalino (no más de 7.5), ya que valores extremos pueden inhibir la actividad de los microorganismos.

15. Conductividad eléctrica:

Según las regulaciones del Ministerio del Ambiente y Agua, es crucial mantener el pH en un nivel neutro o ligeramente alcalino, sin exceder los 7.5, ya que valores extremos podrían impactar la actividad de los microorganismos.

16. Humedad

La humedad óptima para garantizar la máxima eficiencia en la fermentación del abono está entre el 50% y el 60% del peso. Si la humedad es inferior al 40%, la descomposición anaeróbica se ralentiza, mientras que niveles superiores al 60% dificultan la oxigenación debido a la saturación de los poros con agua.

17. Tamaño de las partículas de los ingredientes:

La existencia de partículas diminutas puede provocar compactación del material, lo que favorece la creación de un entorno anaeróbico y resulta en la producción de un abono orgánico de calidad inferior. Por este motivo, cuando hay un exceso de estas partículas, se aconseja agregar material de relleno como carbón vegetal o paja.

5.2.13. MARCO CONCEPTUAL

- 1. Abono:** Es un material, tanto de origen inorgánico como orgánico, empleado para mejorar la calidad del suelo y proporcionar nutrientes a los cultivos y plantaciones.
- 2. Fertilizantes:** Son compuestos nutritivos empleados con el propósito de mejorar las propiedades del suelo para favorecer el crecimiento óptimo de los cultivos agrícolas.
- 3. Extracción convencional:** Es un método convencional para obtener nutrientes que benefician a las plantas, involucra el uso de sustancias nutritivas para mejorar la calidad del suelo.
- 4. Solvente:** Es el elemento más abundante y típicamente se reconoce por su forma líquida predominante.
- 5. Lixiviado:** Es un aportante natural de materia orgánica asimilable por los cultivos.

6. **Compost:** Es un fertilizante natural creado por bacterias, hongos y gusanos al descomponer residuos orgánicos.
7. **Biol:** Es un excelente abono foliar, sirve para que las plantas estén verdes y den buenos frutos.
8. **Residuos sólidos:** Son materiales en forma sólida o semisólida que, si no se manejan adecuadamente, pueden representar riesgos para la salud y el medio ambiente.
9. **Biofermentos:** Es el resultado de la fermentación de materiales orgánicos, empleado para reducir la aparición de plagas y enfermedades en los cultivos.
10. **Anaerobia:** Es la ausencia parcial o total de oxígeno.

6. CONCLUSIONES

- ❖ Se concluye que es importante una planta industrial que procese 300kg/h de residuos orgánicos para producir fertilizante líquido.
- ❖ Se ha realizado investigación sobre la gestión de recursos sólidos en el Perú.
- ❖ Que hay que caracterizar los residuos sólidos para obtener fertilizante líquido con eficiente.
- ❖ El compromiso con la ecoeficiencia municipal para que se mejore el manejo de residuos sólidos.
- ❖ Que hay que dar valorización a los residuos sólidos orgánicos municipales.
- ❖ Que debe darse incentivos y reconocimiento a la población para que se realice procesos de separación y recolección de residuos sólidos orgánicos.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Coca M, y Lucas S. (2021). Obtención de fertilizantes líquidos a partir de material giroestabilizador (Tesis doctoral, Universidad de Valladolid) <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/55127/Tesis2047220915.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
2. Ahmad N, Lee C, Sarmidi M, Klemes J, y Zhang Z. (2019). Caracterización de fertilizantes líquidos a partir de diferentes tipos de compost de biorresiduos y su correlación con los nutrientes del compost. (Universiti Teknologi Malaysia. Malasia). <https://www.cetjournal.it/index.php/cet/article/view/CET1972043>
3. Díaz J, y Gonzales D. (2022). Obtención de biol a partir de los residuos sólidos orgánicos domiciliarios, utilizando microorganismos eficientes, en el distrito de Curimaná, Ucayali, Perú. http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/6059/B3_2023_UNU_AMBIENTAL_2023_T_JIM-DIAZ_DIEGO
4. Arias E, y Yauri C. (2020). Obtención de biosol y biol, a partir de la cáscara del cacao (Theobroma cacao L.), utilizando microorganismos eficientes, Universidad Nacional de Ucayali. Ucayali, Perú. http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/5129/B72_UNU_AMBIENTAL_2021_T_ELVIRA-ARIAS_CHARLESYAURI.pdf?sequence=1&isAllowed=y
5. Gerencia de Protección del Medio Ambiente y Salubridad. (2019). Plan Anual para el Mejoramiento y Ampliación de la Valorización de Residuos Sólidos Orgánicos Municipales (N° 050-2019). Municipalidad Provincial de Ica. Ica, Perú. https://muniica.gob.pe/transparencia/GESTION2019/Reso_Alcadia2019/RESOLUCI%C3%93N%20DE%20ALCALD%C3%8DA%20N%C2%BA%20267-2019-AMPI.pdf
6. Agraria (2022). Región Ica cuenta con 656 fundos comerciales certificados que administran 26.342 hectáreas

- [.https://agraria.pe/noticias/region-ica-cuenta-con-656-fundos-comerciales-certificados-qu-28597](https://agraria.pe/noticias/region-ica-cuenta-con-656-fundos-comerciales-certificados-qu-28597)
7. El Correo (2019). Ica es un basural: 95% de distritos arroja su basura en botaderos informales. <https://diariocorreo.pe/edicion/ica/ica-basural-districtos-arroja-basura-botaderos-informales-879760/>
 8. Ministerio de Salud (2024). Estadística Poblacional. https://www.minsa.gob.pe/reunis/data/poblacion_estimada.asp
 9. ONU (1972- 2022). Programa para el Medio Ambiente. [https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/34463/JSUNEP PF_Sp.pdf](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/34463/JSUNEP_PF_Sp.pdf)
 10. González, P. (2019). Consecuencias Ambientales de la aplicación de fertilizantes. https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/27059/1/Consecuencias_ambientales_de_la_aplicacion_de_fertilizantes.pdf
 11. Banco Central de Reserva del Perú (2022). Reporte de Inflación. <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Reporte-Inflacion/2022/marzo/ri-marzo-2022-recuadro-7.pdf>
 12. Instituto Nacional de Estadística e Informática (2013 – 2019). Residuos Sólidos. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1756/cap05.pdf
 13. Mosquera, B. (2010). Abonos Orgánicos. https://www.fonag.org.ec/doc_pdf/abonos_organicos.pdf
 14. Salazar, A., Vidal, J. y Vela, M. (2021). Material de capacitación – Abonos Orgánicos https://ico-bo.org/wp-content/uploads/2022/02/Abonos-organicos_ICO.pdf

8. ANEXOS