



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA ZOOTECNIA

**“ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LAS HECES FECALES
CANINAS PRODUCTO DE LA DESCOMPOSICIÓN EN UN
BIODIGESTOR”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA ZOOTECNISTA

AUTORA:

CASTRO CHIMBOLEMA ADRIANA MISHHELL

Riobamba – Ecuador

2023



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA ZOOTECNIA

**“ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LAS HECES FECALES
CANINAS PRODUCTO DE LA DESCOMPOSICIÓN EN UN
BIODIGESTOR”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA ZOOTECNISTA

AUTORA: CASTRO CHIMBOLEMA ADRIANA MISHHELL

DIRECTOR: DR. ALEX ARTURO VILLAFUERTE GAVILÁNEZ

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, Adriana Mishell Castro Chimbolema

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, **Adriana Mishell Castro Chimbolema**, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 14 de noviembre de 2023

Adriana Mishell Castro Chimbolema
CI: 18053124-1

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA ZOOTECNIA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Trabajo Experimental “ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LAS HECES FECALES CANINAS PRODUCTO DE LA DESCOMPOSICIÓN EN UN BIODIGESTOR”, realizado por la señorita: **ADRIANA MISHHELL CASTRO CHIMBOLEMA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
MVZ. Edison Vicente Ponce Cepeda PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	_____	14-11-2023
Dr. Alex Arturo Villafuerte Gavilánez DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	_____	14-11-2023
Ing. Luis Rafael Fiallos, Ph. D. ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	_____	14-11-2023

DEDICATORIA

Le dedico mi tesis principalmente a Dios quien fue mi guía y fortaleza para culminar esta meta. A mis padres María y Pablo quienes con una enorme dosis de amor, paciencia y esfuerzo me permitieron cumplir este sueño, gracias por su apoyo en momentos buenos y malos, por motivarme a continuar, y sobre todo por enseñarme a ser la persona que hoy soy. Asimismo, a mis hermanos Marilyn y Matías por brindarme su cariño y apoyo incondicional, durante este proceso. Además, a mis abuelos por sus consejos y palabras de aliento motivándome a cumplir todos mis sueños y metas. Finalmente dedico esta tesis a mis amigas que han estado para apoyarme y motivarme en momentos difíciles principalmente a Génesis.

Mishell

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, le agradezco a mi familia que siempre me han brindado su apoyo incondicional para poder cumplir todos mis objetivos personales y académicos. Ellos son los que con su cariño me han impulsado siempre a perseguir mis metas y nunca abandonarlas frente a las adversidades.

Le agradezco muy profundamente a mi tutor Dr. Alex Villafuerte y asesor Dr, Luis Fiallos por su dedicación y paciencia, sin sus palabras y correcciones precisas no hubiese podido lograr llegar a esta instancia tan anhelada. Gracias por su guía y todos sus consejos.

Son muchos los docentes que han sido parte de mi camino universitario, y a todos ellos les quiero agradecer por transmitirme los conocimientos necesarios para hoy poder estar aquí.

Agradecerles a todos mis compañeros los cuales muchos de ellos se han convertido en mis amigos y cómplices. Gracias por las horas compartidas, los trabajos realizados en conjunto y las historias vividas. De manera especial a Génesis quien me ha acompañado en todo este proceso de formación profesional gracias por tú amistad.

Por último, agradecer a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo que me ha exigido tanto, pero al mismo tiempo me ha permitido obtener mi tan ansiado título.

Mishell

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	xv
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xvii
ÍNDICE DE ANEXOS	xviii
RESUMEN.....	xviii
ABSTRACT.....	1
INTRODUCCIÓN	2

CAPÍTULO I

1. Diagnóstico del Problema	3
<i>1.1. Antecedentes.....</i>	<i>3</i>
<i>1.2. Planteamiento del problema.</i>	<i>3</i>
<i>1.3. Justificación</i>	<i>4</i>
<i>1.4. Objetivos</i>	<i>5</i>
1.4.1. Objetivo general	5
1.4.2. Objetivos específicos	5

CAPITULO II

2. Fundamentación Teórica.	6
<i>2.1. Antecedentes.....</i>	<i>6</i>
<i>2.2. Aspectos Generales.....</i>	<i>7</i>
2.2.1. Abono orgánico	7
2.3. Especie canina	8
2.3.1. Razas caninas.....	8
2.3.4. Parásitos gastrointestinales	10
2.3.5. Contaminación del suelo con excretas caninas.....	12

2.3.6.	Impacto ambiental de las heces caninas	13
2.3.7.	Composición bioquímica de las heces caninas	13
2.3.8.	Manejo y aprovechamiento de heces caninas	13
2.4.	<i>El Biol.</i>	14
2.4.2.	Importancia del biol	14
2.4.3.	Función del biol	15
2.4.4.	Utilización del biol	16
2.4.5.	Composición bioquímica y química del biol	16
2.4.6.	Forma de aplicación del biol	16
2.5.	<i>Biodigestor</i>	17
2.5.1.	Características de los biodigestores	18
2.5.2.	Tipos de biodigestores	18
2.5.3.	Funcionamiento básico de un biodigestor	19
2.5.4.	Etapas de la biodigestión	19
2.5.5.	Condiciones para la biodigestión	21
2.5.6.	Tiempo de fermentación del biol	21
2.5.7.	Funciones de cada ingrediente	21
2.5.8.	Ventajas y desventajas del uso de biodigestores	22
2.6.	<i>Fertilización</i>	23
2.6.1.	Tipos de fertilización	23
2.6.2.	Beneficios de la fertilización orgánicos	24

CAPITULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	26
3.1.	<i>Localización y duración del experimento</i>	27
3.2.	<i>Unidades experimentales</i>	27
3.3.	<i>Materiales, equipos, e instalaciones</i>	27

3.3.1.	<i>Materiales de campo</i>	27
3.3.2.	<i>Materiales de oficina</i>	28
3.3.3.	<i>Equipos</i>	28
3.3.4.	<i>Instalaciones</i>	28
3.4.	<i>Tratamiento y diseño experimental</i>	28
3.5.	<i>Mediciones experimentales</i>	28
3.6.	<i>Análisis estadísticos y pruebas de significancia</i>	29
3.7.	<i>Procedimiento experimental</i>	29
3.7.1.	<i>De campo</i>	29
3.7.2.	<i>Recolección de los residuos de cocina</i>	29
3.7.3.	<i>Recolección de los restos de vegetales</i>	29
3.7.4.	<i>Recolección de las heces caninas</i>	30
3.7.5.	<i>Instalación de los biodigestores</i>	30
3.7.6.	<i>Medición de los materiales</i>	30
3.7.7.	<i>Adición de los materiales en el biodigestor</i>	30
3.7.8.	<i>Sellado</i>	30
3.7.9.	<i>Fermentación</i>	31
3.7.10.	<i>Cosecha del Biol</i>	31
3.7.11.	<i>Almacenamiento</i>	31
3.8.	<i>Metodología de la evaluación</i>	31
3.8.1.	<i>Análisis microbiológico inicial y final de la muestra. (UFC/ml).</i>	31
3.8.2.	<i>Análisis físico químico del biol</i>	32
3.8.3.	<i>Análisis beneficio/costo</i>	33

CAPITULO IV

4.	ANÁLISIS RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
4.1.	Análisis microbiológico y fisicoquímico, inicial y final del biol	34

4.1.1.	Análisis microbiológico.....	34
4.1.1.1.	Número de <i>E. Coli</i>	34
4.1.1.2.	Número de <i>Coliformes Totales</i>	35
4.1.1.3.	Número de <i>Aerobios mesófilos</i>	36
4.1.1.4.	Número de <i>Mohos y levaduras</i>	37
4.1.2.	Análisis Físicoquímico.....	38
4.1.2.1.	Temperatura.....	39
4.1.2.2.	Porcentaje pH.....	40
4.1.2.3.	Contenido de nitrógeno del biol.....	41
4.1.2.4.	Contenido de fósforo del biol.....	42
4.1.2.5.	Contenido de potasio del biol.....	43
4.1.2.6.	Contenido de calcio del biol.....	44
4.1.2.7.	Contenido de azufre del biol.....	45
4.1.2.8.	Contenido de magnesio del biol.....	47
4.1.2.9.	Contenido de zinc del biol.....	48
4.1.2.10.	Contenido de sodio del biol.....	48
4.1.2.11.	Contenido de boro del biol.....	49
4.1.2.12.	Contenido de cobre del biol.....	50
4.1.2.13.	Contenido de hierro del biol.....	51
4.1.2.14.	Contenido de Manganeso del biol.....	52
4.2.	Uso eficiente de los productos del biodigestor.....	53
4.3.	Análisis beneficio/costo.....	55
CONCLUSIONES.....		55
RECOMENDACIONES.....		56
BIBLIOGRAFIA		
ANEXOS		
ÍNDICE DE TABLAS		

Tabla 1-2: Tipos de especies caninas	8
Tabla 2-2: Enfermedades zoonóticas transmitidas por canes	10
Tabla 3-2: Partes de Nemátodos.....	12
Tabla 4-2: Composición bioquímica del biol	16
Tabla 5-2: Composición química del biol	16
Tabla 6-2: Tipo de biodigestores	18
Tabla 7-2: Etapas de la biodigestión	20
Tabla 8-2: Funciones de cada ingrediente	22
Tabla 9-2: Ventajas y desventajas del uso de biodigestores	22
Tabla 10-2: Tipos de fertilizantes agrícolas	23
Tabla 1-3: Condiciones Meteorológicas.....	27
Tabla 2-3: Materiales para la elaboración del biol	29
Tabla 3-3: Análisis fisicoquímico del biol	32
Tabla 1-4: Número de E. Coli	34
Tabla 2-4: Número de Coliformes Totales	35
Tabla 3-4: Número de Aerobios mesófilos	37
Tabla 4-4: Número de Mohos y levaduras	38
Tabla 5-4: Temperatura	39
Tabla 6-4: Porcentaje pH.....	40
Tabla 7-4: Contenido de nitrógeno del biol.....	41
Tabla 8-4: Contenido de fósforo del biol.	42
Tabla 9-4: Contenido de potasio del biol	43
Tabla 10-4: Contenido de calcio del biol	44
Tabla 11-4: Contenido de azufre del biol	46
Tabla 12-4: Contenido de magnesio del biol.....	47
Tabla 13-4: Contenido de zinc del biol	48
Tabla 14-4: Contenido de Sodio del biol.....	49
Tabla 15-4: Contenido de boro del biol.....	49
Tabla 16-4: Contenido de cobre del biol	50
Tabla 17-4: Contenido de hierro del biol	51
Tabla 18-4: Contenido de Manganeseo del biol.....	52
Tabla 19-4: Uso eficiente del fertilizante	523
Tabla 20-4: Dosis recomendada del biol	54
Tabla 21-4: Análisis beneficio/costo	55

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-2: Las heces no son abono retomado	9
Ilustración 2-2: Helmintos.....	11
Ilustración 3-2: Prototipo de biodigestor.....	17
Ilustración 4-2: Etapas de la biodigestión	20
Ilustración 5-2: Fertilizantes orgánicos en sus cultivos.....	26
Ilustración 1-4: Número de E. Coli	34
Ilustración 2-4: Número de Coliformes Totales	35
Ilustración 3-4: Número de Aerobios mesófilos	37
Ilustración 4-4: Número de Mohos y levaduras	38
Ilustración 5-4: Temperatura	39
Ilustración 6-4: Porcentaje pH.....	40
Ilustración 7-4: Contenido de nitrógeno del biol.....	41
Ilustración 8-4: Contenido de fósforo del biol.	42
Ilustración 9-4: Contenido de potasio del biol	43
Ilustración 10-4: Contenido de calcio del biol	44
Ilustración 11-4: Contenido de azufre del biol	46
Ilustración 12-4: Contenido de magnesio del biol.....	47
Ilustración 13-4: Contenido de zinc del biol	48
Ilustración 14-4: Contenido de Sodio del biol.....	49
Ilustración 15-4: Contenido de boro del biol.....	49
Ilustración 16-4: Contenido de cobre del biol	50
Ilustración 17-4: Contenido de hierro del biol	51
Ilustración 18-4: Contenido de Manganeseo del biol.....	52

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: TABLA DE DATOS RECOLECTADOS DENTRO DE LA INVESTIGACIÓN

ANEXO B: BIDÓN PARA LA ESTRUCTURA DEL BIODIGESTOR

ANEXO C: MATERIALES PLÁSTICOS PARA LA ESTRUCTURA DEL BIODIGESTOR

ANEXO D: MATERIAL PARA LA SALIDA DEL GAS

ANEXO E: MATERIA PRIMA PARA EL BIOL

ANEXO F: TRITURACION DE MATERIA VEGETAL

ANEXO G: PESAJE DE LOS MATERIALES

ANEXO H: MEZCLA DEL BIOL

ANEXO I: TESIS IMPLEMENTADA

RESUMEN

Existen diferentes formas de reciclar en el ámbito agrícola, una solución puede ser con el uso de residuos vegetales o animales en la elaboración de abonos sólidos o líquidos, así, por ejemplo, en la preparación de un biol que es de biofertilizante líquido rico en nutrientes y microorganismos benéficos. Dentro de los residuos sólidos y que son poco estudiados se encuentra las heces fecales caninas consideradas un contaminante ambiental, tanto en olores como en espacios, debido a la inexistencia de formas adecuadas de manejo y disposición final de estas excretas. Se realizó un análisis descriptivo basado en los resultados de laboratorio tanto a nivel microbiológico como físico y químico de las muestras obtenidas del biodigestor en las instancias iniciales y finales de la fase experimental la cual tuvo una duración de 60 días y se realizó en el Centro de Bienestar Animal “Santa Teresita” ubicado en el barrio San Roque perteneciente al Cantón Guano Provincia de Chimborazo. Los resultados del análisis microbiológico muestran valores de descenso de más del 90% de los patógenos presentes al inicio de la fase experimental, mientras que los análisis químicos indican valores inferiores en macro y micronutrientes a los recomendados como óptimos para la aplicación de un biol, finalmente se obtiene 0.39 dólares por cada dólar invertido. En conclusión, la fase de fermentación dentro del biodigestor contribuye a la eliminación de patógenos del biol, mientras que a nivel químico se debe aumentar la proporción a usar de nuestro biol para obtener el rendimiento esperado y la correcta concentración de macro y micro nutrientes.

Palabras clave: <BIODIGESTOR>, <HECES CANINAS>, <GUANO>, <ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO>, <ANÁLISIS QUÍMICO>, <BENEFICIO COSTO>.



ABSTRACT

There are different ways to recycle in the agricultural field, one solution can be the use of vegetable or animal waste in the preparation of solid or liquid fertilizers, for example in the preparation of a biol which is a liquid biofertilizer rich in nutrients and beneficial microorganisms. Among the solid waste that has been little studied is canine fecal waste, which is considered an environmental pollutant, both in terms of odors and space, due to the lack of adequate forms of handling and final disposal of this excrement. A descriptive analysis was carried out based on the microbiological, physical and chemical laboratory results of the samples obtained from the biodigester in the initial and final stages of the experimental phase, which lasted 60 days and was conducted at "Santa Teresita" Animal Welfare Center located in San Roque neighborhood of Guano Canton in Chimborazo Province. The results of the microbiological analysis show a decrease of more than 90% of the pathogens present at the beginning of the experimental phase, while the chemical analyses indicate lower values in macro and micronutrients than those recommended as optimal for the application of a biol, finally obtaining 0.39 dollars for each dollar invested. In conclusion, the fermentation phase inside the biodigester contributes to the elimination of pathogens from the biol, while at the chemical level the proportion of our biol to be used must be increased to obtain the expected yield and the correct concentration of macro and micro nutrients.

Keywords: <BIODIGESTOR>, <CANINE FECES>, <GUANO>, <MICROBIOLOGICAL ANALYSIS>, <CHEMICAL ANALYSIS>, <COST BENEFIT>.

2076-DBRA-UTP-2023

Mgs. Deysi Lucia Damian Tixi

C.I. 0602960221

INTRODUCCIÓN

En el ámbito agrícola la principal forma de reciclar en la producción orgánica lo constituye la reutilización de los residuos de origen vegetal y animal en la elaboración de bioles, compost o producción de humus de lombriz. En estas actividades, a partir de materiales de desecho se obtienen enmiendas que al ser aplicadas al suelo permiten elevar integralmente su calidad (Sueiro et al., 2011: p. 13). La recuperación y separación de los residuos de manera integral es esencial, principalmente, para valorarlos como un subproducto y utilizarlos en otras actividades como la elaboración de harinas y alimentos, compostaje e incluso en la generación de energía (Luje, 2018, p. 14).

Dentro de los residuos sólidos orgánicos poco estudiados se encuentra la generación de heces fecales caninas la cual se ha convertido en un grave problema de contaminación ambiental provocado por el aumento de perros, principalmente en las calles, y por la inexistencia de alternativas de manejo y de disposición final de las mismas (Balderas, 2014, p.8). La contaminación de los suelos con materia fecal de perros como manifiesta (Castillo et al., 2020, pág. 13) es un problema de magnitud considerable en todo el mundo, incluyendo países desarrollados.

Los bioles son un tipo de biofertilizante líquido, ricos en micronutrientes y microorganismos benéficos. Se utilizan como abono, estimuladores del crecimiento vegetal e inductores de respuestas fisiológicas (Álvarez et al., 2007, p.2). La composición de los bioles puede ser muy variable, dificulta mucho la reproductividad de los resultados favorables que se puedan obtener. No obstante, en el CIBE (Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador) se ha logrado estandarizar la metodología para su elaboración y se ha establecido parámetros de calidad. De esta manera se asegura ligeras diferencias entre la composición final de los bioles de producción local y una composición óptima de factores benéficos (Chávez et al., 2007, p. 7).

Según Schantz, Habluetzel, Itoh y Chorazy citados por (Martínez et al. 2008, p. 174), existen tasas de infestación del suelo con huevos de *T. canis*, siendo 6.3% en Londres (Inglaterra), 26.2% en Marche (Italia), 87.5% en Tokushima (Japón), 14.4% en Connecticut, (Estados Unidos), 32% en Dublín (Irlanda), 18.7% en Bratislava (Eslovaquia). La contaminación ambiental con heces caninas facilita la transmisión de zoonosis parasitarias, especialmente las causadas por nematodos intestinales del perro como *T. canis*, que en el humano produce los síndromes de larva migratoria visceral y ocular; o *Ancylostoma caninum*, que produce el síndrome de larva migratoria cutánea (Castillo et al., 2020, p. 13).

Actualmente, con el creciente número de caninos en ciudades y pueblos, se realizan investigaciones para beneficiar a albergues de estas mascotas e impulsar el cuidado medio ambiente aprovechando los excrementos de estos animales y evitando la contaminación ambiental. De esta forma, la investigación busca proponer alternativas de manejo de excrementos caninos obtenidos de los refugios con la implementación de un biodigestor anaeróbico para la producción de biol que servirá para la mejora de suelos agrícolas.

Por lo expuesto anteriormente, el presente trabajo de investigación estableció la elaboración de un biol, implementando un biodigestor como una alternativa de aprovechamiento más adecuada para las excretas caninas. Con la implementación de esta tecnología es posible obtener fertilizantes orgánicos ricos en nutrientes que pueden fertilizar suelos degradados, restableciendo así sus propiedades y funciones en el ecosistema, reduciendo los riesgos derivados de la disposición inadecuada de estos residuos que tiene consecuencias negativas en el suelo, en la salud y en el medio ambiente, además de promover la concientización y proporcionar la información necesaria para la conservación de los recursos naturales y la cría responsable de perros.

Los costos crecientes, la disponibilidad limitada de las fuentes minerales y los altos costos de los fertilizantes químicos hacen necesario desarrollar métodos más eficientes y de bajo costo para el reciclaje de las excretas y la producción de fertilizante en los sistemas agropecuarios (Pereda, 2022, p. 55).

CAPÍTULO I

1. Diagnóstico del Problema

1.1. Antecedentes

Las excretas caninas en el Ecuador como en otros países del mundo son una amenaza para la salud pública y además resultan un gran problema medioambiental en la actualidad, debido a la variedad de agentes patógenos que contienen, ya que su exposición al aire libre origina que estas se sequen, luego se pulverizan y se dispersan en el ambiente convirtiéndose en un foco de contaminación (Díaz, 2020, p. 14).

Factores sociales, culturales y económicos determinan distintas formas de convivencia con las mascotas. Tomando en cuenta estos factores, hay perros que viven en un ámbito familiar y su hábitat se limita al interior de la vivienda o al predio de una casa; otros, también viven en un ámbito familiar, pero sin límite territorial, movilizándose de la casa a la calle con libertad, dado que los predios no están cercados (Piorno, 2012, p. 5). Por último, los perros vagabundos, que son los que deambulan libremente en la calle, sin dueño y sin ningún control; estos canes son los que propician una contaminación ambiental facilitando la transmisión de zoonosis parasitarias, especialmente las causadas por nematodos intestinales (Martínez, 2008, p. 2).

La incorrecta disposición de heces caninas genera grandes impactos socio ambientales, afectando gravemente la calidad del aire, suelo y agua, además aumenta el crecimiento de microorganismos patógenos que pueden ser un riesgo para la salud y calidad de vida de las diferentes personas y animales que habitan alrededor de dichos lugares (Martínez, 2008, p. 4). Por eso mediante la puesta en marcha de un biodigestor anaerobio se aprovecha este material y se crean subproductos que se reincorporan a la cadena productiva uno de ellos es el biol que es utilizado como fertilizante y acondicionador para suelos productivos (León, 2018, p. 15).

1.2. Planteamiento del problema.

En los últimos años el tema de contaminación por las excretas caninas se deriva una problemática ambiental ya que no se tiene una disposición y aprovechamiento de las heces caninas que se producen a diario, provocando una acumulación de olores ofensivos, contaminación visual y de

espacios, entre otros; esto debido al alto porcentaje de agentes patógenos que tienen las heces caninas responsables de la transmisión de enfermedades (Martínez, 2008, p. 5).

Tomando en cuenta la acumulación de heces caninas que se generan en los lugares concurridos para paseos matutinos, generando un problema para el libre uso de dichas áreas, se hace necesario plantear una alternativa que genere procesos de mejoramiento en las condiciones de salubridad y mitigación de olores ofensivos. Además, el aprovechamiento de estos residuos permite el uso de los subproductos derivados del proceso anaerobio como estrategia para el mejoramiento de las áreas verdes (Díaz, 2020, p. 15).

La contaminación ambiental con heces caninas facilita la transmisión de zoonosis parasitarias, especialmente las causadas por nematodos intestinales del perro, como *T. canis* que en el humano produce los síndromes de larva migratoria visceral y ocular; además de *Ancylostoma caninum*, que produce el síndrome de larva migratoria cutánea (LMC) (Oyuela 2010, p. 8).

1.3. Justificación

Las heces fecales caninas forman parte de los residuos sólidos orgánicos que no se consideran aprovechables en el país y su presencia en las calles de la ciudad han aumentado considerablemente convirtiéndose en un foco infeccioso para la población ya que contiene diversos patógenos que pueden causar enfermedades (Godoy, 2019, p. 18).

Actualmente al existir un aumento de la población de caninos, tanto urbana como rural, la investigación pretende darles uso a las excretas de estos animales, lo cual beneficiaría a nivel del ambiente evitando se genere contaminación con estos residuos. Para su ejecución se utilizó un biodigestor que consiste en un recipiente con condiciones controladas donde se fomentan el crecimiento de microorganismos que se va a cultivar. Debe mantener condiciones como: pH, presión, agitación, oxigenación, temperatura y concentración de gases. Donde se aprovecha los residuos orgánicos promoviendo el desarrollo sostenible, evitando las emisiones de gases de efecto invernadero, ayudando a mejorar el saneamiento, evitando malos olores, insectos y controlando los microorganismos que pueden causar enfermedades.

La realización del trabajo de investigación es un aporte muy importante y valioso para mejorar la calidad ambiental en la población ecuatoriana. Del mismo modo, se determinará las características fisicoquímicas del biol mediante un análisis de laboratorio con la finalidad de plantear una

adecuada disposición final para las excretas caninas que sea ambientalmente sostenible y disminuya los posibles daños causados a los ecosistemas y recursos naturales.

Es así como este proyecto busca utilizar las heces caninas que se generan en los refugios y lugares de acogida para animales en situación de calle con la implementación un biodigestor anaerobio con el fin de generar un biol, para dar una solución al problema de salud ambiental que se presenta y exponer una alternativa para el aprovechamiento de las excretas caninas por medio de la obtención del biol y su uso en suelos agrícolas.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Realizar un análisis microbiológico de las heces fecales caninas producto de la descomposición en un biodigestor

1.4.2. Objetivos específicos

- Ejecutar una evaluación inicial y final del análisis microbiológico y fisicoquímico de los resultados obtenidos del proceso de biodigestor.
- Determinar el uso eficiente de los productos obtenidos del biodigestor.
- Establecer un análisis de beneficio costo del biodigestor.

CAPITULO II

2. Fundamentación Teórica.

2.1. Antecedentes

Según Diaz (2020, p. 6) en el trabajo titulado “Implementación de un biodigestor para la generación de biol en Bogotá a partir de heces caninas usando un eco catalizador como acelerante biológico”, se realizó el seguimiento de cinco montajes experimentales a los cuales se varió la concentración del Eco catalizador, con el fin de determinar la concentración óptima que genere la mayor concentración; garantizando una temperatura de treinta grados (30) °C para generar una digestión anaerobia mediante bacterias termófilas, obteniendo mejores resultados en el montaje cinco (5) que contenía la mayor concentración del Eco catalizador.

Pozo (2019, p. 8) indica en el trabajo titulado “Caracterización del biol producido en biodigestores de tipo tradicional y de cúpula fija”, cuyo objetivo fue producir biol con estiércol ovino, caracterizar sus propiedades fisicoquímicas para aportar nuevos conocimientos en la agricultura y en posteriores investigaciones. Se utilizó un biodigestor tradicional de 200 litros y un moderno de 1100 litros estacionarios. El muestreo se realizó en un período de 49 días. Y se determinó que el biodigestor tradicional contiene bajos niveles de macro y micronutrientes, sin embargo, presenta valores altos en calcio 0.06, boro 0.8 y manganeso 1.9, lo que puede usarse como complemento a la fertilización química.

En el trabajo investigativo de Tuasa (2015, p. 16) titulado “Prevalencia de helmintos gastrointestinales zoonóticos de caninos en tres parques turísticos de la ciudad de Ambato”, las muestras se recolectaron parcialmente en cada parque estudiado (49 muestras Parque Luis A. Martínez; 43 muestras Parque La Laguna y 47 muestras Parque Infantil de Atocha) y tuvo como objetivo determinar la prevalencia de helmintos; mediante la Técnica de Sedimentación Espontánea en Tubo y la Técnica de Flotación de Parodi Alcaraz. Se determinó que la prevalencia es de 84,17% equivalente a 234 muestras positivas de un total de 278 analizadas.

Oyuela (2010, p. 5), indica que en el trabajo titulado “Evaluación de la producción de biol a partir de la torta de *Jatropha curcas* L”. Por medio de siete biodigestores, seis modelos Batch de los cuales cuatro recibieron mezcla de estiércol y torta de *Jatropha* más agua, dos de ellos se coloca tortas de *Jatropha* más agua y uno continuo con estiércol de ganado y posteriormente se añadió torta de *Jatropha* con alimentaciones diarias cada dos días, los siete biodigestores fueron evaluados

durante 70 días. Resultado que el contenido de N-P-K en el biol de torta de *Jatropha* demostró ser más alto que el biol de estiércol de ganado, debido a que la torta de *Jatropha* es más rica en carbohidratos, proteínas y aceites. A pesar de esto, este tipo de biol presenta un alto contenido de contaminantes, sólidos y producción de malos olores limitando su uso como fertilizante.

2.2. Aspectos Generales

2.2.1. *Abono orgánico*

El abono orgánico se refiere a una sustancia hecha con residuos o desechos vegetales o animales que hace que la tierra tenga mejores características para los cultivos. Sin embargo, no es tan sencillo como mezclar cualquiera de estos residuos con la tierra o arrojarlos sobre ella; los abonos orgánicos deben prepararse adecuadamente o pueden resultar perjudiciales para nuestras plantas (Acosta, 2023, p. 1).

Los abonos orgánicos se han utilizado desde hace mucho tiempo con la intención de aumentar la fertilidad de los suelos, además de mejorar sus características en beneficio del adecuado desarrollo de los cultivos mencionado por Infoagro citado por (García, 2019, p.7). Hoy en día su uso es de gran importancia, pues han demostrado ser efectivos en el incremento de rendimientos y mejora de la calidad de los productos. En general, los abonos orgánicos pueden proporcionar los siguientes beneficios a la producción de cultivos, según lo mencionado por (Intagri, 2022, p. 2).

- a. Aporte de la mayoría de los elementos esenciales para las plantas, dependiendo del abono orgánico utilizado.
- b. Son de mayor residualidad que los fertilizantes inorgánicos.
- c. Tienen la particularidad de liberar nutrientes en forma gradual, lo cual garantiza un cierto suministro de nutrientes para el cultivo durante su desarrollo.
- d. Mejoran la estructura del suelo, porosidad, aireación y capacidad de retención de agua.
- e. Tienen la habilidad de formar complejos orgánicos con los nutrientes brindándoles a éstos mayor disponibilidad para las plantas.
- f. La materia orgánica posee mayor capacidad de intercambio catiónico (CIC) que las arcillas, por lo que la incorporación de abonos orgánicos tiene la capacidad de incrementar la CIC.
- g. Son fuente de carbono orgánico para la actividad de organismos heterótrofos presentes en el suelo.
- h. Aumentan la infiltración del agua, reduciendo el escurrimiento superficial.

- i. Los abonos orgánicos confieren al suelo una mayor capacidad productiva, conservación de su fertilidad en el tiempo y ser sostenibles con el paso de los ciclos productivos.

2.3. Especie canina

Desde el inicio del proceso de domesticación del perro, hace unos 11.000-16.000 años a partir de poblaciones de lobo, el ancestro salvaje del perro, el patrón actual de diferenciación es consecuencia de un proceso evolutivo reticulado, implicando múltiples eventos de migración, introgresión y aislamiento reproductivo que ha dado lugar a un gran número de razas, con una elevada variabilidad interracial planteado por (Dunner y Cañón, 2014, p. 19).

Por otro lado, este elevado grado de diferenciación genética entre razas y la abundante información molecular disponible en esta especie desde la secuenciación de su genoma, permiten determinar con gran precisión el origen racial de un determinado ejemplar, incluso la proporción de genoma que proviene de cada una de las razas que puede haber estado en el origen de un determinado ejemplar (Labastida, 2014, p. 20).

2.3.1. Razas caninas

Las razas caninas están representadas por grupos de canes que comparten características genéticas comunes, las cuales identifican a las diferentes variedades de perros, La clasificación se extiende a sus características morfológicas o conformación física, su comportamiento y aptitudes fisiológicas y psicológicas (Galán, 2023, p. 14).

Desde un Chihuahua hasta un Gran Danés, no existe en la tierra una especie de mamífero que presente una variedad morfológica más extensa y variada que la de los canes (Bainet, 2020, p. 2). De acuerdo con su configuración física, las razas de perros se dividen en cuatro grandes grupos que se detalla en la tabla 1-2.

Tabla 1-2: Tipos de especies caninas

ESPECIES CANINAS	DESCRIPCIÓN
Razas de perros pequeños	Reúne a los canes que pesan entre 3 y 10 kilos.
Razas de perros medianos	Peso desde 10 a 25 kilos.
Razas de perros grandes	25 a 50 kilos.
Perros gigantes	Más de 50 kilos.

Fuente: (Bainet, 2020, p. 2).

Realizado por: Castro, Adriana, 2023.

2.3.2. Generación de residuos.

Labastida (2014, p. 15) manifiesta que la generación de residuos por parte de la población canina ha sido un factor determinante en el desarrollo de los núcleos sociales y territoriales por lo cual, cualquier aportación a la innovación y el desarrollo de nuevas y mejores prácticas de tratamiento, confinación, uso, rehúso y reciclaje de los residuos son bienvenidos para el beneficio de todo ser vivo que habita en su medio.

Al comprobarse diariamente en calles, jardines y parques una inadecuada disposición final de estos residuos se considera un desperdicio de materia orgánica, energía y biota degradadora que puede ser aprovechada para mejoramiento agrícola, crecimiento benéfico de plantas e incluso remediación selectiva de pastizales (Manzanillas, 2012, p. 20).



Ilustración 1-2: Las heces no son abono retomado
Realizado por: Castro, A driana, 2023.

2.3.3. Enfermedades y estudios derivados de la zoonosis.

Para Ávila y López (2017, p. 14) los ciudadanos tienen idea de que los problemas en el ambiente son generados por las malas prácticas de consumo, explotación excesiva de recursos y el nulo cuidado a los espacios públicos en diferentes maneras. Sin embargo, también hay un amplio ámbito ignorado referente a la generación indirecta de residuos provenientes de la convivencia y mantenimiento de mascotas (Labastida, 2014, p. 15).

Poco se ha enfatizado en la presencia de residuos sólidos fecales provenientes de miles de perros que hacen sus necesidades fisiológicas en las calles, generando una pésima vista de espacios públicos, imposibilitando la cómoda convivencia en espacios abiertos y propiciando la proliferación de enfermedades zoonóticas (Arenas, 2014, p. 6).

La Organización Mundial de la Salud (2020, p. 1) define las zoonosis como a una enfermedad que se transmite de forma natural de los animales vertebrados al hombre, y viceversa; además, nos dice que no existe propiamente con exactitud condiciones epidemiológicas de enfermedades zoonóticas transmitidas por perros. Sin embargo, es conveniente determinar las enfermedades de común ocurrencia que pueden ser adquiridas por las personas cuando la tenencia de mascotas se hace en condiciones sanitarias deficientes (Gavin, 2022, p. 20). En la tabla 2-2 se muestra algunas de estas enfermedades de tipo zoonótico.

Tabla 2-2: Enfermedades zoonóticas transmitidas por canes

ENFERMEDAD	AGENTE PATÓGENO	FUENTE DE INFECCIÓN	SÍNTOMAS	MEDIDAS PREVENTIVAS
Leptospirosis	<i>Leptospira Canicola</i>	Puede ser transmitida a través de aguas, suelo y alimentos contaminados por orina de animales infectados.	El animal presentará varios síntomas como fiebre, vómito, ectriria (piel amarilla) y otros.	La leptospirosis se puede prevenir vacunando al perro cuando está sano.
Rabia	<i>Lyssavirus</i>	Se contagia con la saliva del animal infectado mediante la mordedura.	El perro cambia su conducta, se pondrá intranquilo, se esconderá en lugares oscuros, no tendrá apetito y no querrá tomar agua.	Vacunar todos los años al perro contra la rabia.
Toxocariasis	<i>Toxocara canis</i>	Enfermedad causada por parásitos que crecen y se multiplican en el intestino del animal los huevos saldrán con sus heces y son tan pequeño que no se pueden ver a simple vista.	No presentan ningún síntoma, pero, en el caso de que los presenten, pueden tener fiebre, tos, resuello o respiración sibilante, dolor abdominal, agrandamiento del hígado o del bazo, falta de apetito, erupción que a veces adopta la forma de la urticaria y ganglios linfáticos inflamados.	llevar a la mascota al veterinario para que las desparasite, sobre todo a los cachorros menores de 6 meses
Campilobacteriosis	<i>Campylobacter</i>	Perros con diarrea constituyen fuente de infección para sus dueños.	El perro manifiesta fiebre, vómitos, es fuerza al defecar, pérdida de apetito, entre otros.	Practique una rutina apropiada de higiene, limpiando el ambiente de su perro y desinfectando su bebedero y comedero.

Fuente: (Gavin, 2022, p. 20).

Realizado por: Castro, Adriana, 2023.

2.3.4. *Parásitos gastrointestinales*

2.3.4.1. *Helminths*

Es un término que significa gusano o verme que se usa especialmente para referirse a especies de organismos de cuerpo largo o blando que infestan el organismo de otras especies de animales que

los utiliza para huéspedes ya sea intermediarios o definitivos. Son organismos pluricelulares complejos, de forma alargada y simetría bilateral, su tamaño oscila entre < 1 mm a 1 m o más. Su superficie externa está recubierta de una cutícula que recibe el nombre de tegumento (Alfaro, 2011, p. 25).



Ilustración 2-2: Helmintos

Elaborado por: Castro, A 2023

2.3.4.2. Nematelmintos

Son un filo de vermes pseudocelomados con más de 25.000 especies registradas, se conocen vulgarmente como vermes o gusanos redondos, no segmentados, que pueden ser terrestres, de agua dulce o marinos. Los gusanos cilíndricos están distribuidos alrededor del mundo y son muy numerosos en las capas superficiales del suelo. Las infecciones parasitarias por gusanos cilíndricos son muy frecuentes y normalmente pasan inadvertidas; pero todas las infecciones parasitarias deben ser registradas como un problema para la salud pública (Manzanillas, 2012, p. 30).

2.3.4.3. Nemátodos

Yonca (2020, p. 1) considera que estos invertebrados se forman uno de los grupos más numerosos de organismo invertebrados, tanto por su especie como por su número de individuos. Se los conoce con el nombre de gusanos redondos, no segmentados, que parasitan a animales vertebrados, cuya morfología es fundamentalmente semejante.

El cuerpo es delgado (filiforme), con simetría doble (bilateral), pero las hembras de algunas especies desarrollan dilataciones corporales más o menos globosas, sus huevos están cubierto por 3 capas que son: lipídica, quitinosa y vitelina, la mayoría de los nematodos son de color blanco cremoso, su tamaño varía desde <1 mm a más de 1 metro de longitud y poseen sistema nervioso, sistema digestivo, sistema reproductor (sexos separados) y ciclos vitales directos e indirectos, pero no poseen aparatos circulatorios (Bongers, 2015, p. 2). Las partes de estos invertebrados son explicados en la tabla 3-2.

Tabla 3-2: Partes de Nemátodos

PARTES	DESCRIPCIÓN
Sistema Nervioso	Este sistema es muy complejo, ya que hay contantes diferencias entre especies de nemátodos, pero principalmente se componen de un anillo circumesofágico, en el cual parten nervios cefálicos, nervios posterolaterales, nervios papilares y cordones nerviosos longitudinales dorsales, ventrales y laterales, además están formados por un ganglio dorsal, uno ventral y dos laterales interconectados por fibrilla
Sistema Digestivo	Es básicamente un tubo simple, en donde la generalidad de las variaciones ocurre en el tamaño de la apertura de la boca, la cápsula bucal (cavidad bucal) y el esófago, además de estas partes el nematodo posee intestino y recto.
Sistema Reproductor	Los órganos reproductores del macho son testículos, vesícula seminal, vaso deferente y conducto eyaculador que termina en la cloaca. El aparato genital de las hembras está constituido por el ovario, oviducto, receptáculo seminal, útero y vagina, la abertura vaginal está situada en la línea media ventral del gusano, en algunas especies se halla cerca del ano o incluso en la regio cefálica. El aparato reproductor que tiene un solo ovario y útero.
Huevos	Los huevos de los nemátodos son de forma más o menos redondeada u oval. Su tamaño varía no solo de unas especies a otras, sino también dentro de las mismas especies, sus medidas oscilan entre 50 y 130 μm . La cubierta está compuesta por tres capas: una interna o capa lipídica, media o capa quitinosa y otra externa o capa vitelina.
Desarrollo	Durante su desarrollo, los nemátodos pasan por fases (L1 a L4) antes de alcanzar el estado adulto, la transformación de unas fases a otras se produce mediante mudas.
Nutrición y Metabolismo	La mayor parte de los nutrientes se incorporan a través del tubo digestivo.
Especies Parásitas	Ascáridos spp. Ancylostoma spp. Strongyloides stercoralis. Trichuris vulpis

Fuente: (Becerra et al, 2020: p. 10)

Realizado por: Castro, Adriana, 2023.

2.3.5. Contaminación del suelo con excretas caninas.

Las excretas caninas no recolectadas formarán parte del ambiente en la medida en que la materia fecal y la orina puedan ser arrastrados por las lluvias, desintegrados por la acción del pisoteo o disecados por el sol y transportados por el viento en forma de polvo acarreando agentes patógenos (huevos de parásitos, bacterias y/o alérgenos), (Tuasa, 2015, p. 18).

Los huevos de los parásitos presentes en el suelo sobrevivirán un tiempo variable, desde meses a años, a la espera de condiciones ambientales favorables para su desarrollo. Durante ese período es posible que un portador los traslade a otra área. Se ha demostrado, por ejemplo, que los huevos de *Toxocara canis* pueden infectar a un hospedador susceptible después de estar en el suelo un largo tiempo en condiciones extremas de temperatura y humedad (Castillo et al, 2020: p. 14).

2.3.6. *Impacto ambiental de las heces caninas*

Cuando los perros eliminan los huevos en las heces, éstos permanecen en el suelo donde evolucionan a formas infectantes, pudiendo mantenerse viables durante prolongados períodos de tiempo que pueden ir de uno a tres años, dependiendo de las condiciones ambientales (Radman et al, 2006, p. 44). Temperaturas de 15- 35°C y sobre todo suelos húmedos y poco soleados favorecen esta etapa. No obstante, resisten temperaturas extremas ya sean mínimas o máximas. La gran tolerancia de los huevos a los factores físicos y químicos tiene gran importancia en la contaminación del suelo y en su papel como fuente de infección (Castillo et al, 2020: p. 16).

2.3.7. *Composición bioquímica de las heces caninas*

Las heces de perro contienen aproximadamente 0.7% de nitrógeno, 0.25% de fosfato y 0.02% de potasio. Sin embargo, las heces de los perros no son un fertilizante para plantas particularmente bueno ya que contienen patógenos, así como *Toxoplasma* (Becerra et al, 2020: p. 10).

2.3.8. *Manejo y aprovechamiento de heces caninas*

A pesar de la creencia de que las heces caninas no pueden ser aprovechadas, actualmente existen proyectos que buscan valorizarlas, como ejemplo se puede mencionar el trabajo de (Castillo et al, 2020, p. 14), quienes manifiestan que el manejo que comúnmente reciben las heces caninas es depositarlas en rellenos sanitarios como cualquier residuo sólido urbano, que además de favorecer la proliferación de fauna nociva y facilitar la generación de microorganismos patógenos, son generadores de metano, el cual es quemado, emitiendo dióxido de carbono a la atmósfera o en el peor de los casos se acumula en el interior del relleno sanitario ocasionando incendios y/o explosiones.

Becerra et al (2020: p. 10), menciona una alternativa para el manejo de heces caninas, inventando una bolsa ecológica llamada “Biopoop”, que sirve para la recolección de las heces y esta es hecha a partir de materiales biodegradables, su proyecto consiste en que las heces sean recolectadas en

esta bolsa la cual también incluye una pala para evitar el contacto con las manos, posteriormente la bolsa conteniendo las heces es enterrada y solo bastara esperar un tiempo aproximado de 3 a 4 semanas para que tanto la bolsa como las heces que contenía en su interior sean degradadas, así evitando la contaminación que las heces al aire libre provocan.

2.4. El Biol.

Los bioles son abonos líquidos con mucha energía equilibrada y en armonía mineral, preparados a base de estiércol muy fresco, disuelto en agua y enriquecido con leche, melaza y ceniza, que se ha colocado a fermentar por varios días en toneles o tanques de plástico, bajo un sistema anaeróbico (Peñaherrera et al, 2021: p. 13).

Según Rendón (2013, p. 26) es una fuente de fitorreguladores producto de la descomposición anaeróbica (sin la acción del aire) de los desechos orgánicos que se obtiene por medio de la filtración o decantación del bioabono. Es una fuente de fitorreguladores que se obtiene como producto del proceso de descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos en mangas de plástico (biodigestores), actúa como bioestimulante orgánico en pequeñas cantidades y es capaz de promover el crecimiento y desarrollo de las plantas (Alfaro, 2016, p. 45). Es la mezcla líquida del estiércol y agua, adicionando insumos como alfalfa picada, roca fosfórica, leche, pescado entre otros, que se descarga en un digester, donde se produce el abono foliar orgánico (Guanopatin, 2012, p. 6).

2.4.1. Origen del biol

Es un biofertilizante que desde el inicio de la década de los años 80 viene revolucionando toda Latinoamérica (Restrepo, 2007, p. 16). La forma de hacer este biofertilizante fue ideada por el agricultor Del vino Magro con el apoyo de Sebastiao Pinheiro, de la Juquira Cándirú Satyagraha en Río Grande Do Sul-Brasil, con sedes en Colombia y México (Labre, 2021, p. 20).

2.4.2. Importancia del biol

Menciona (Hernández et al, 2014, p. 25), que la importancia del biol que es biofertilizante que contiene microorganismos que al estar disponibles en las plantas ayudan al desarrollo y nutrición de la planta, además de ser un complemento a la fertilización tradicional, debido a la actividad microbiana de la que proviene, puede impactar positivamente sobre la sanidad y llenado consecuente a mejora en el rendimiento.

Los abonos líquidos o bioles son una estrategia que permite aprovechar el estiércol de los animales, sometidos a un proceso de fermentación anaeróbica, dan como resultado un fertilizante foliar. Investigaciones realizadas, permiten comprobar que aplicados foliar mente a los cultivos (alfalfilla, papa, hortalizas) en una concentración entre 20 y 50% se estimula el crecimiento, mejora la calidad de los productos e incluso tienen cierto efecto repelente contra las plagas (AgroRural, 2012, p. 2).

Los abonos orgánicos deben tener una concentración necesaria de nitrógeno, fósforo y potasio (NPK), ya que el nitrógeno favorece el desarrollo vegetativo de las plantas. Sin este elemento disminuye el crecimiento, no aumentan de tamaño y presentan hojas poco pigmentadas que se secan rápidamente, acortando el periodo de crecimiento. El fósforo es un elemento decisivo en la floración, una reserva abundante de este elemento origina una floración temprana y profusa. Y el potasio aumenta la resistencia del vegetal a la sequía, heladas y enfermedades (Comsa, 2020, p. 1).

2.4.3. Función del biol

Menciona Puga (2017, p. 25), que la función del biol en el interior de las plantas es activar el fortalecimiento del equilibrio nutricional como un mecanismo de defensa a través de los ácidos orgánicos las hormonas de crecimiento, antibióticos, vitaminas, minerales, enzimas, coenzimas carbohidratos y azúcares complejas de relaciones biológicas, químicas, físicas y energéticas que se establece en la planta.

Indica Zegers et al (2021, p. 2), que la función del biol es que promueve las actividades fisiológicas y estimula el desarrollo de las plantas, se utiliza para las actividades agronómicas, ya que activa la floración, el follaje, estimula el enraizamiento y es un activador de semillas, es considerado un fertilizante 100% orgánico, porque al ser sometido a un análisis químico este nos arroja un porcentaje de fertilidad mayor en una clase de planta que en otras, por ejemplo en leguminosas y gramíneas el porcentaje de fertilidad es mayor que en las hortalizas.

El biol revitaliza las plantas que sufren estrés, ya sea por plagas, enfermedades o interrupción de sus procesos normales de desarrollo, mediante una oportuna, sostenida y buena nutrición; ofreciendo alimentos libres de residuos químicos. La fermentación anaeróbica del biol varía según la estación del año y lugar, la temperatura del medio o presión atmosférica. Por ejemplo, la fermentación del biol en los meses de verano es más rápido (1-2 meses) que en invierno (2-4 meses). La fermentación del biol se puede acelerar con la adición de levadura (Jumbo, 2018, p.14).

2.4.4. Utilización del biol

El biol, puede ser utilizado en una gran variedad de plantas, sean de ciclo corto, anuales, bianuales o perennes, gramíneas, forrajeras, leguminosas, frutales, hortalizas, con aplicaciones dirigidas al follaje, al suelo y/o a la raíz. Mejorando los rendimientos en biomasa, la floración y la calidad de los frutos (Puga, 2017, p. 13).

Los bioles contienen una alta variedad de ácidos orgánicos, activadores fisiológicos, repelentes de insectos, aminoácidos, vitaminas, micro y macroelemento; por su alta variedad de componentes tiene una amplia variedad de efectos sobre las plantas. Las características del biol son diversas que actúan como activador enzimático, en el cacao acelera el desarrollo de flores y hojas (Comejo, 2021, p. 25).

2.4.5. Composición bioquímica y química del biol

Según (Domínguez, 2021, p. 2), la composición bioquímica se encuentra detallada en la tabla 4-2 mientras que la parte química del biol se puede observar detallada mente en la tabla 5-2.

Tabla 4-2: Composición bioquímica del biol

COMPONENTES	CANTIDAD (ng/g)
Ácido indol acético	9.0
Giberelinas	8.4
Purina	9.3
Citoquininas	No detectado
Tiamina (vit B1)	259
Riboflavina (vit B2)	56
Ácido fólico	6.7

Fuente: (Domínguez, 2021, p. 2)

Realizado por: Castro, Adriana, 2023.

2.4.6. Forma de aplicación del biol

Indica (Comsa, 2020, p. 3), que para la aplicación se puede utilizar los siguientes pasos:

- Se lo puede usar inmediatamente después de colar aplicando a los cultivos de 3 a 5 veces durante el desarrollo de las plantas en forma foliar con un aspersor.
- Para una mochila de 20 litros, se mezclan 5 litros de biol con 15 litros de agua.

- La mejor hora de aplicación es por las mañanas (hasta las 10 am) y por las tardes (a partir de las 4 pm).
- Para tener una mejor absorción, es posible adicionar algún aceite agrícola como “Carrier” (20cc por mochila de 20 litros).
- El biol, por ser un abono orgánico, no tiene ninguna toxicidad, y puede aplicarse a cualquier cultivo en diferentes etapas del desarrollo.

Tabla 5-2: Composición química del biol

COMPONENTES	CANTIDAD (%)
Agua	15.7
pH	7.6
Nitrógeno	2.7
Fosforo	1.6
Potasio	2.8
Calcio	3.5
Azufre	0.3
Boro	64

Fuente: (Dominguez, 2021, p. 2)

Realizado por: Castro, Adriana, 2023.

2.5. Biodigestor

Los biodigestores viven asociados o en simbiosis con las plantas y ayudan a su proceso natural de nutrición, además de ser regeneradores de suelo. Estos microorganismos se encuentran de forma natural en suelos que no han sido afectados por el uso excesivo de fertilizantes químicos u otros agroquímicos que disminuyen o eliminan dicha población (Corona, 2007, p. 20).

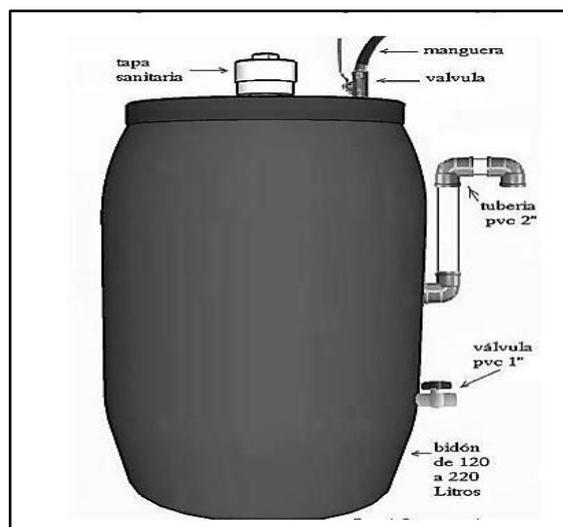


Ilustración 3-2: Prototipo de biodigestor

Fuente: (Zúñiga, 2007, p. 20).

En el biodigestor se deben controlar ciertas condiciones: como pH, presión y temperatura a fin de que se pueda obtener un óptimo rendimiento. Los biodigestores son un sistema sencillo de implementar, con materiales accesibles, algunos de estos económicos y se están introduciendo en comunidades rurales aisladas y de países subdesarrollados para obtener el doble beneficio de conseguir solventar la problemática energética-ambiental, y también de realizar un adecuado manejo de los residuos, tanto humanos como animales (Tavizón, 2010, p. 18).

Los factores para tener en cuenta en el análisis de los biodigestores incluyen el tiempo de detención hidráulica, criterios de carga de proceso, necesidades de oxígeno, necesidades energéticas para el mezclado, condiciones ambientales y el funcionamiento y explotación del proceso (Jaramillo, 2011, p. 26).

2.5.1. Características de los biodigestores

Bazurto y Huiza (2017, p. 13), argumenta que la mayor parte de los biodigestores son de tipo tubular de plástico o geomembrana, en general se trata de sistemas tubulares de polietileno con un volumen útil de 5 m³. Se diseñan para trabajar a un tiempo de retención de 90 días, y se alimentan diluyendo el estiércol con agua en una proporción 1/3 (v/v), ambos valores bastante conservadores, (Jaramillo, 2011, p. 30) manifestó que los biodigestores familiares implantados funcionan a temperatura ambiente, es por tal motivo que su ubicación debe de ser dentro de pequeños invernaderos lo cual permita amortiguar las oscilaciones térmicas del día y la noche; y aumentos de la temperatura al transcurrir el proceso.

2.5.2. Tipos de biodigestores

Tomando en cuenta las reseñas de distintos autores existen diversos tipos de biodigestores los cuales los mencionan en la tabla 6-2.

Tabla 6-2: Tipo de biodigestores

BIODIGESTORES	DESCRIPCIÓN
Biodigestor tipo hindú (domo móvil)	La forma de este biodigestor es de campana flotante, se carga por gravedad una vez al día, en este sistema el volumen de carga depende del tiempo de retención, lo cual lo convierte en un biodigestor que se carga por lotes, además su producción de gas es de manera constante siendo esta su principal característica.

Biodigestor tipo chino (domo fijo)	Un biodigestor semi continuo, o domo fijo, está construido de diversos materiales y el biogás que se recolecta se almacena en un recipiente fijo.
Biodigestor plástico de flujo continuo tipo cipav	Este tipo de tecnología es de bajo costo, fácil construcción y mantenimiento. Acorde a la estructura de los tipos que existen este tiene una caja de entrada y otra de salida, además del biodigestor, el cual básicamente está constituido por una bolsa de polietileno tubular calibre 8 y su longitud puede llegar a los 100 m, lo cual da capacidad suficiente para alimentación de carga orgánica.
Biodigestor tabular de polietileno	El uso de biodigestores tabulares fabricados en polietileno; han incrementado el beneficio por la reducción de costos y eficiencias considerable. Estas unidades, las cuales varían en tamaño de 100 a 400 m ³ en volumen, son fáciles de transportar, sencillas de instalar y baratas de construir.

Fuente: (Corona, 2007, p. 23)

Realizado por: Castro, Adriana, 2023.

2.5.3. Funcionamiento básico de un biodigestor

Un biodigestor trabaja con la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos y domésticos (desechos vegetales, frutales, hojas, excrementos, etc.) y desechos de animales (bosta, guano etc.). Dentro de un biodigestor se genera un ambiente biológico activo que por acción de microorganismos, desencadena una fermentación anaerobia, lo cual permite la producción de biogás y líquidos lixiviados que pueden ser utilizados como fertilizantes (Arboleda, 2010,p. 13).

Según (Agronet, 2020, p. 1) al biodigestor se lo alimenta con los residuos orgánicos y agua y se lo inocula con bacterias metanogénicas que descomponen la materia orgánica y forman el metano. Una vez que se mezclan los residuos con el agua, el calor al interior del contenedor genera gases y las bacterias metanogénicas actúan. A partir de eso, y dependiendo del clima, de 15 a 40 días se puede aprovechar el biogás. Una vez que se genera el metano se abren las llaves que conectan el biodigestor con una bolsa alterna para almacenarlo y posteriormente se conecta a una estufa o calentador de agua. También puede cargar pilas y celulares, ya que se trata de un generador de energía eléctrica (AgroRural, 2012, p. 1).

2.5.4. Etapas de la biodigestión

Dentro del biodigestor existen varios procesos, los cuales son realizados por bacterias anaerobias las cuales se encargan de la fermentación microbiana en ausencia de oxígeno que da lugar a una mezcla de gases (principalmente metano y dióxido de carbono) conocida como "biogás" y a una suspensión acuosa o "lodo" que contiene los microorganismos responsables de la degradación de la materia orgánica. Debido a esto son muy sensibles a los cambios ambientales y es recomendable controlar los distintos parámetros, uno de ellos, la temperatura (Carnero, 2017, p. 30).

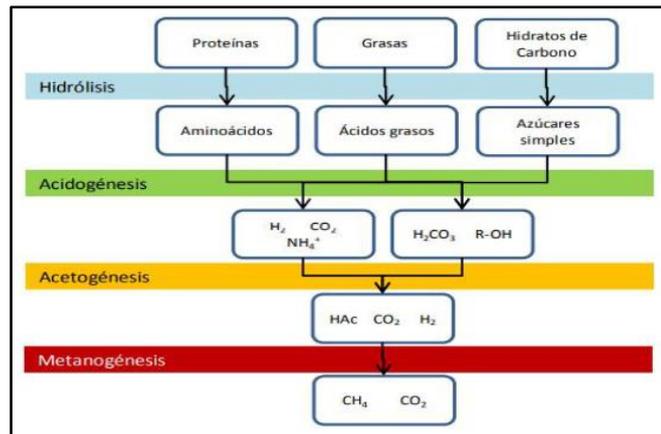


Ilustración 4-2: Etapas de la biodigestión

Fuente: (Carnero, 2017, p. 30).

En la actualidad es posible conocer el mecanismo y funcionamiento de este complejo sistema microbiológico implicado en la descomposición de la materia orgánica. En la cual existen cuatro ciclos los cuales ocurren dentro del biodigestor que mencionan a continuación en la tabla 7-2.

Tabla 7-2: Etapas de la biodigestión

ETAPAS	DESCRIPCIÓN
Fase de hidrolisis	Es la primera etapa en los procesos de digestión anaerobia e involucra las enzimas que son mediadoras de la transformación de materiales orgánicos solubles y componentes más grandes de masa molecular como lípidos, polisacáridos, proteínas, grasas y ácidos nucleicos, entre otros.
Fase de acidificación	En general durante esta fase, azúcares simples, ácidos grasos y aminoácidos son convertidos en ácidos orgánicos y alcoholes.
Fase acetogénica	Se le conoce también como ácido génesis intermediaria, en la cual los productos correspondientes son convertidos en ácido acético, hidrógeno y CO ₂ . En esta etapa metabólica el CH ₄ es producido a partir del ácido acético o de mezclas de H ₂ y CO ₂ , sin embargo, puede formarse a partir de otros sustratos tales como ácido fórmico y metanol.

Fase metanogénica	En esta etapa la producción de metano y dióxido de carbono a partir de productos intermedios se lleva a cabo por bacterias metano génicas bajo condiciones anaeróbicas estrictas. En este periodo existe un paso crítico en la totalidad del proceso de digestión anaeróbica, ya que, es la reacción bioquímica más lenta del proceso
--------------------------	---

Fuente: (Jaramillo, 2011, p. 25)

Realizado por: Castro, Adriana, 2023.

2.5.5. Condiciones para la biodigestión

Según Cabal (2017, p. 12), las condiciones para la obtención del biogás (metano) y del bioabono en el digester son las siguientes:

- Temperatura entre los 20°C y 60°C.
- pH (nivel de acidez - alcalinidad) alrededor de siete (7).
- Ausencia de oxígeno.
- Gran nivel de humedad.
- Materia orgánica.
- Que la materia prima se encuentre en trozos más pequeños posibles.
- Equilibrio de carbono / nitrógeno.
- Porcentaje de humedad.

Es importante considerar la relación materia seca y agua, que implica el grado de partículas en la solución. La cantidad de agua debe normalmente situarse alrededor del 90% en peso del contenido total. Tanto el exceso como la falta de agua son perjudiciales, la cantidad de agua varía de acuerdo con la materia prima destinada a la fermentación (Valladares, 2017, p. 20).

2.5.6. Tiempo de fermentación del biol

El biofertilizante más sencillo de preparar y fermentar demora de 20 a 30 días. Sin embargo, para preparar bioles enriquecidos con sales minerales se puede demorar de 35 a 45 días, si se dispone de una mayor inversión y se adquiere varios recipientes o tanques plásticos la fermentación de las sales minerales la podemos realizar por separado en menos tiempo (Basantes, 2009, p13), o sea, en cada tanque recipiente individual se coloca a fermentar los ingredientes básicos y una sal mineral, acortando de esta manera el periodo de fermentación enriquecida con minerales.

2.5.7. Funciones de cada ingrediente

Dada la gran diversidad de materiales usados y su composición sumamente variable aun tratándose de un mismo tipo de insumo, son muchos los tipos de bioles de cuyo proceso de elaboración se pueden encontrar referencias donde detallan las funciones que tiene cada ingrediente para la producción del biol (Villamar, 2022, p. 17). En la tabla 8-2 se analizan las funciones de estos ingredientes.

Tabla 8-2: Funciones de cada ingrediente

INGREDIENTE	DESCRIPCIÓN
Estiércol	Aporta principalmente inóculos de levaduras, hongos, protozoos, y bacterias, los cuales son los responsables de digerir, metabolizar y colocar en forma disponible para las plantas y el suelo todos los elementos nutritivos.
Melaza	La función es aportar la energía necesaria para activar el metabolismo microbiológico para que el proceso de fermentación se potencialice.
Sales minerales	Activan y enriquecen la fermentación; tienen como función principal, nutrir y fertilizar el suelo y las plantas.
Agua	Tiene la función de facilitar el medio líquido donde se multiplica todas las reacciones bioenergéticas y químicas de fermentación anaeróbica del biofertilizante
Alfalfa	Fija nitrógeno al suelo además de proveer elementos químicos medicinales y tóxicos que eliminan y controlan algunas plagas.
Levadura	La levadura es un hongo unicelular del tipo ascomiceto, usada para acelerar el proceso de la fermentación durante los dos primeros días

Fuente: (Acosta, 2023, p. 19)

Realizado por: Castro, Adriana, 2023.

2.5.8. Ventajas y desventajas del uso de biodigestores

Los biodigestores presentan las siguientes ventajas y desventajas que se menciona a continuación en la tabla 9-2.

Tabla 9-2: Ventajas y desventajas del uso de biodigestores

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Permite reducir la tala de bosques al no ser necesario el uso de leña para la cocción de distintos tipos de alimentos.	Su ubicación debe estar cercana en donde se almacenará la materia orgánica.
Promueve el desarrollo sustentable, lo cual evitara la emisión de gases de efecto invernadero.	Requiere de un trabajo diario y constante, sobre todo para la carga de la materia orgánica.
Produce fertilizantes ecológicos ricos en nitrógeno, fosforo y potasio lo cual remplaza el uso de fertilizantes químicos que tienen mayor costo y a su vez deterioran el medio ambiente.	Debe evitarse cambios bruscos de temperatura la cual debe ser constante y cercana a los 30 y 35 °C, lo cual en climas fríos encarece el proceso de obtención de biogás.

Controla la proliferación de vectores que generan los excrementos y que causan enfermedades en el ganado.	El biogás dentro de su composición tiene el subproducto llamado sulfuro de hidrógeno, que es un gas tóxico para el ser humano y corrosivo a todo el equipo del proceso.
Ayuda a controlar la excesiva acumulación de excretas generadas en zonas agropecuarias.	Existe riesgo de explosión o incendios, en caso de no cumplirse las normas de seguridad, mantenimiento y del personal.
Complementa y promueve un modelo de gestión integral sustentable del área de estudio y del manejo de sus recursos naturales.	El tiempo de durabilidad depende del tipo de biodigestor a construir.

Fuente: (Lara e Hidalgo, 2011, p. 25)

Realizado por: Castro, Adriana, 2023.

2.6. Fertilización

Cualquier material natural o industrializado que contenga al menos cinco por ciento de uno o más de los tres nutrientes primarios (N, P₂ O₅, K₂ O) puede ser llamado fertilizante. Los fertilizantes fabricados industrialmente son llamados fertilizantes minerales. La mayoría son provistos en forma sólida. Los fertilizantes líquidos y de suspensión son importantes principalmente en América del Norte (Fao, 2002, p. 6).

2.6.1. Tipos de fertilización

Existen diferentes tipos de fertilizantes agrícolas y cada uno de ellos tiene sus propias ventajas e inconvenientes. De entre la amplia variedad actual, estos son los tipos de fertilizantes más demandados, revisar tabla 10-2.

Tabla 10-2: Tipos de fertilizantes agrícolas

FERTILIZACIÓN	DESCRIPCIÓN
Fertilizantes orgánicos	Son de origen animal o vegetal. La desventaja de los fertilizantes orgánicos es que sus nutrientes son menos solubles y la planta tarda más en absorberlo. Por otro lado, su principal beneficio es que el uso de fertilizantes orgánicos mejora el estado del suelo y favorece la retención de agua y nutrientes.

Fertilizantes químicos	De forma visible, mejoran el estado de salud de las plantas y aumentan la producción de las cosechas. Sin embargo, deben usarse eficazmente.
Biofertilizantes	Fertilizante para plantas que contiene microorganismos vivos. Al igual que los fertilizantes orgánicos, también se utilizan en la agricultura ecológica, ya que son muy respetuosos con el medio ambiente.
Bioestimulantes	La diferencia respecto a los biofertilizantes es que en este caso los microorganismos no se utilizan como nutriente sino para estimular el crecimiento de las plantas.
Fertilizante radicular o al suelo	Este tipo de fertilizante se aplica en la base de la planta y puede hacerse de forma directa o diluida en agua. De este modo, el nutriente para las plantas se asimila muy rápido ya que está más cerca de sus raíces.
Fertilizante foliar	Este tipo de fertilizante líquido se aplica diluido en agua sobre las hojas de las plantas por pulverización. Las hojas también absorben muy rápido los nutrientes, por lo que sus resultados no tardan en ser visibles.
Fertiirrigación	En este caso, los abonos y fertilizantes se disuelven en el agua de riego, de modo que los nutrientes se reparten por todo el terreno.

Fuente: (Pozo, 2019, p. 23)

Realizado por: Castro, Adriana, 2023.

2.6.2. Beneficios de la fertilización orgánicos

Según (Agropinos, 2022, p. 3), los fertilizantes orgánicos pueden ser una alternativa fácil, ecológica y eficiente que trae distintos beneficios para la plantación en los que se utilicen. Estos son algunos de ellos:

2.6.2.1. Aumentan la cantidad de nutrientes para el suelo

La liberación lenta, gradual y natural de nutrientes es una de las principales ventajas de los fertilizantes de origen orgánico. Esta liberación natural de elementos garantiza un mayor control en la cantidad de fertilizante que se utiliza evitando que se empleen niveles exagerados que podrían afectar gravemente la calidad del suelo. Esta regulación también asegurará que se tenga

que utilizar fertilizantes con menos frecuencia, lo cual podría llegar a reducir considerablemente los gastos de su cultivo (Agropinos, 2022, p. 3).

2.6.2.2. Son más amigables con el medio ambiente

Debido a que estos fertilizantes son 100% de origen natural, no producen ningún tipo de residuo químico que podría ser altamente nocivo para la calidad del medio ambiente. Esta disminución de compuestos peligrosos le brindará la tranquilidad necesaria para garantizar que los productos crezcan de manera saludable sin perjudicar al medio ambiente, dando como resultado productos mucho más naturales (Bioeco, 2018, p. 1).

2.6.2.3. Producen alimentos no tóxicos

El uso de estos fertilizantes asegura que los alimentos producidos estarán libres de sustancias químicas perjudiciales para la salud. Como resultado de este proceso, quienes vayan a consumir estos alimentos estarán menos expuestos a enfermedades y problemas de salud (Campusano, 2008, p. 12).

2.6.2.4. Mejoran la fertilidad del suelo

Los fertilizantes orgánicos aseguran que el suelo permanecerá fértil por más tiempo. Actualmente, se emplea con mayor frecuencia distintos tipos de fertilizantes químicos cuyo resultado es la acelerada disminución de los niveles de fertilidad presentes en los componentes de la tierra, por lo que es más positivo el uso de fertilizantes orgánicos que regeneran naturalmente el suelo nutriéndolo de toda clase de compuestos necesarios para su estabilidad (Agropinos, 2022, p. 3).



Ilustración 5-2: Fertilizantes orgánicos en sus cultivos

Fuente: (Agropinos, 2022, p. 3).

CAPITULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Localización y duración del experimento

El presente trabajo de investigación se realizó en el Centro de Bienestar Animal “Santa Teresita” ubicado en el barrio San Roque perteneciente al Cantón Guano Provincia de Chimborazo situado a 8 km de la ciudad de Riobamba con una altitud de 2700 msnm. El tiempo de duración de la investigación fue de 8 semanas (60 días). Las condiciones meteorológicas del cantón Guano, se detallan en la tabla 1-3.

Tabla 11-3: Condiciones Meteorológicas

PARÁMETROS	VALORES
Temperatura, °C	14 ° C.
Prob. de precipitaciones	16%
Altitud	2.720 m.s.n.m
Humedad relativa, %	60%
Viento	9 km/h

Fuente:(Weather Spark, 2022).

Realizado por: Castro, Adriana, 2023.

3.2. Unidades experimentales

Para la ejecución del presente trabajo de investigación se utilizó un biodigestor de 220lt de capacidad.

3.3. Materiales, equipos, e instalaciones

3.3.1. *Materiales de campo*

- Botas
- Overol.
- Guantes quirúrgicos
- Mandil
- Mascarillas
- Cofia
- Bidón de 220lts
- Válvulas
- Tubos PVC
- Mangueras
- Adaptadores

- Bolsa Plástica.
- Cajas de Petri.
- Cubre objetos
- Porta objetos

3.3.2. *Materiales de oficina*

- Libreta de Campo
- Esferos

3.3.3. *Equipos*

- Cámara Fotográfica
- Computadora
- Calculadora

3.3.4. *Instalaciones*

El presente trabajo de investigación se realizó en un terreno con cubierta del Centro de Bienestar Animal “Santa Teresita” ubicado en el barrio San Roque perteneciente al Cantón Guano Provincia de Chimborazo situado a 8 km de la ciudad de Riobamba con una altitud de 2700 msnm.

3.4. Tratamiento y diseño experimental

Para el desarrollo de la investigación se aplicó un análisis descriptivo por lo tanto se tomarán datos del análisis microbiológico y el análisis físico químico del subproducto.

3.5. Mediciones experimentales

Las mediciones experimentales de esta investigación fueron ejecutadas en base a la caracterización fisicoquímica y microbiológica del biol.

- Análisis microbiológico inicial y final (UFC/ml).

- Análisis físicoquímico inicial y final del biol (%/ppm)
- Beneficio/costo (\$).

3.6. Análisis estadísticos y pruebas de significancia

Para el desarrollo de la investigación se aplicó un análisis descriptivo por lo tanto se tomarán datos del análisis microbiológico y el análisis físico químico a realizar a las heces caninas.

3.7. Procedimiento experimental

3.7.1. De campo

Para la elaboración del biol se usó materiales con su respectiva dosificación son descritas en la tabla 2-3.

Tabla 12-3: Materiales para la elaboración del biol

MATERIALES	CANTIDAD
Heces caninas	33 kg
Residuos de cocina	19 kg
Restos de vegetales	14 kg
Melaza	2 kg
Aserrín	2 kg
Levadura	1 kg
Agua	98 lt
Total	165 lts de capacidad /75% de capacidad
Producción	73 litros

Realizado por: Castro, Adriana, 2023.

3.7.2. Recolección de los residuos de cocina

Los residuos de cocina para esta investigación fueron obtenidos de diferentes restaurantes del sector por un alto contenido orgánico.

3.7.3. Recolección de los restos de vegetales

Los restos de vegetales para esta investigación fueron obtenidos en el mercado Mayorista del Cantón Riobamba Provincia de Chimborazo. Picar restos de vegetales lo más fino posible.

3.7.4. *Recolección de las heces caninas*

Las heces caninas fueron recolectadas del Centro de Bienestar Animal “Santa Teresita”, tomando en cuenta que las heces sea lo más fresco posible para lo cual se utilizó fundas plásticas y con la ayuda de una pala se procedió a recolectar evitando la mezcla entre heces y tierra.

3.7.5. *Instalación de los biodigestores*

En el centro de la tapa del bidón se hizo un agujero y se instaló el conector plástico de manguera, asegurándola con silicona para que no escape el biogás ni penetre oxígeno, mientras que lateralmente se realizó dos agujeros uno en la parte inferior para la válvula de 1/2 pulgada y otro en la parte media para la salida de efluente. El biodigestor fue ubicado en un lugar cubierto, seguro y ventilado (Jaramillo, 2011, p. 59)

3.7.6. *Medición de los materiales*

Los materiales utilizados fueron en cantidades y proporciones mencionadas en el Tabla 13-3.

3.7.7. *Adición de los materiales en el biodigestor*

Una vez pesado todos los materiales se incorporó en el biodigestor, luego con la ayuda de una paleta remover hasta obtener una mezcla homogénea.

3.7.8. *Sellado*

Incorporado los materiales en el interior del biodigestor fue sellado herméticamente la tapa enroscando con silicona, se conduce el otro extremo de la manguera hacia el tubo de la llanta de carro que se colocó en el lado superior con el propósito de que escape el biogás y con ello evitar la entrada de aire al interior del biodigestor a fin de mantener todo el tiempo las condiciones anaeróbicas de la mezcla (Jaramillo, 2011, p. 59).

3.7.9. Fermentación

Para la descomposición anaeróbica de la materia orgánica se utilizó la levadura comercial que fue diluida en agua, la mezcla presento una temperatura inicial de 20°C que gradualmente fue incrementando hasta alcanzar una temperatura de 30 °C, con un pH inicial de 6,63. La fermentación del biol bajo las condiciones requeridas duro 60 días (FAO, 2011, p. 12).

3.7.10. Cosecha del Biol

El biol obtenido fue filtrado con un tamizador y colocados en botellas de plástico.

3.7.11. Almacenamiento

Las botellas con el biol fueron almacenadas en un lugar fresco, seco y oscuro.

3.8. Metodología de la evaluación

3.8.1. Análisis microbiológico inicial y final de la muestra. (UFC/ml).

- Determinación de E. Coli y Coliformes totales se realizó mediante la Norma técnica ecuatoriana (Instituto Ecuatoriano de Normalización 1529-8:1990)
- Determinación de aerobios mesófilos se realizó mediante la Norma técnica ecuatoriana (Instituto Ecuatoriano de Normalización 1 529-5:2006)
- Determinación de Mohos y Levaduras se realizó mediante la Norma técnica ecuatoriana (Instituto Ecuatoriano de Normalización 1529-10, 2013)

Procedimiento estándar

- Esterilizar los materiales en la autoclave por 15 minutos a 120° C (tubos de ensayo, pipetas) dentro de una bolsa de tela.
- Encender los mecheros para la eliminación de posibles contaminantes en el aire.
- Colocar 48 tubos de ensayo con 9 mL de agua destilada en una gradilla, separadas e identificadas por tratamiento y repeticiones.

- Colocar en los primeros 16 tubos de ensayo 1 g de muestra, agitar por 30 segundos, esta dilución pertenece a la solución 10-1.
- De la solución anterior tomar 1 ml y colar en la siguiente 16 tubos y agitar, correspondiendo a la solución 10-2, realizar el mismo proceso para la solución 10-3.
- De la solución 10-3 sembrar en las placas Petri film 3M. (Guías Petri film 3M).
- Rotular las placas Petri film 3M y colocar 1ml de solución en el centro de la película inferior con ayuda de una pipeta, en posición inclinada
- Correr la película superior hacia abajo, evitando la formación de burbujas de aire y presionar con el aplicador el círculo del cultivo.
- Al finalizar la siembra en las placas, poner en la estufa a una temperatura de 32 - 35 ° C durante 48 horas.
- Transcurrido las 48 horas, tiempo de incubación sacar de la estufa y proceder al conteo de colonias.
- Calcular y reportar los resultados en UFC/ml.

Calculo

$$Ufc/ml = \frac{\text{Numero total de colonias contadas}}{\text{Cantidad total de muestra sembrada} * \text{dilucion}}$$

3.8.2. Análisis físico químico del biol

Los materiales iniciales se secaron para la determinación del pH y temperatura, para establecer la proporción de los residuos y los porcentajes de mezcla. Una vez instalada el biodigestor se controló in situ la temperatura y el pH.

Una vez obtenido el producto final (biol), se recolectaron muestras de este, las cuales fueron enviadas al laboratorio para determinar las variables físicas y químicas expuestas en la tabla 3-3.

Tabla 13-3: Análisis fisicoquímico del biol

PARÁMETROS	MÉTODOS
Temperatura	Termómetro
pH	Medidor de pH
Macroelementos (N-P-Ca-K-S-Mg.)	(Instituto Ecuatoriano de Normalización 227, 1990)

Fuente: (Alfaro, 2016)

Realizado por: Castro, Adriana, 2023.

- Determinación de Nitrógeno Total (AOAC 2049)

- Determinación de Fosforo total según la Norma Técnica Ecuatoriana (Instituto Ecuatoriano de Normalización 227, 1990)

3.8.3. Análisis beneficio/costo

El análisis costo beneficio es una importante herramienta corporativa. Además de permitir analizar con riqueza de detalles cuán interesante es determinada alternativa para un negocio, posibilita identificar su potencial de efectividad frente a otras opciones (Pereda, 2022, p. 20).

En cuanto a los ingresos se tomó en cuenta el precio promedio de la materia prima que se utilizó para la implementación del biodigestor, y la elaboración del biol durante los 60 días que duro el experimento. Para los costos se consideraron los rubros de alimentación y mano de obra. La relación Costo/Beneficio sirve para comparar el valor actual de los ingresos de un proyecto con los costos que se generan por el mismo, es decir el beneficio de un proyecto está dado por los ingresos, a mayor cantidad de ingresos que se obtenga; se tendrá mayor beneficio (Aguilera, 2017, p. 332)

La fórmula para su cálculo es la siguiente:

$$B/C = \frac{\text{Ingresos totales}}{\text{Egresos totales}}$$

CAPITULO IV

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis microbiológico y fisicoquímico, inicial y final del biol

4.1.1. Análisis microbiológico

4.1.1.1. Número de E. Coli

Los resultados que se muestran en la tabla 1-4 así como en la figura 1-4 de la presente investigación, reflejan un valor a los 0 días de E. Coli de 25000 UFC/ml y mientras que a los 60 días existió una disminución del 99,99% de la carga microbiana durante el proceso de fermentación obteniendo una cifra de <1 UFC/ml, los resultados se vieron afectados por el pH inicial que era ácido al igual de una temperatura que no resultaba adecuada para la realización de la fermentación conforme avanzaba la fase experimental, estos parámetros fueron llegando a un punto óptimo para la degradación y disminución de estos patógenos.

Tabla 2-4: Número de E. Coli

Parámetro	Unidad	Inicial	Final
E. Coli	(UFC/ml)	25000	<1

Realizado por: Castro, Adriana, 2023.

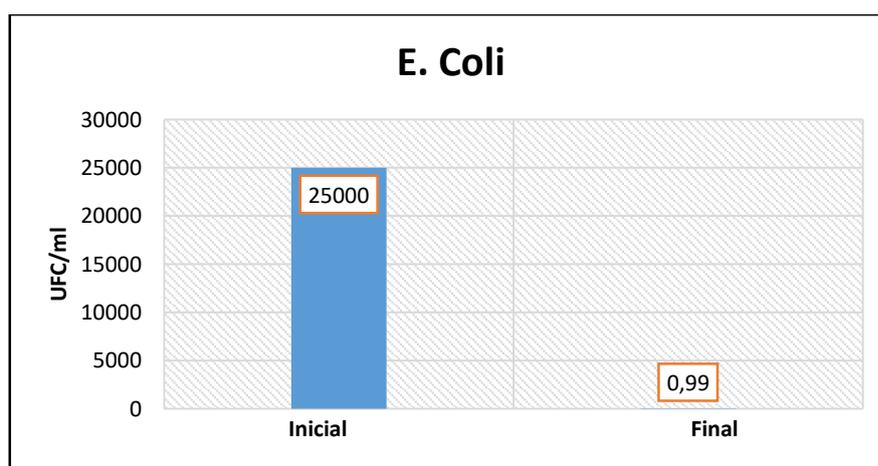


Ilustración 1-4: Número de E. Coli

Realizado por: Castro, Adriana, 2023.

En investigaciones como las de Ulloa (2015, p. 45) y Montalvo (2016, p.38) los valores están a la par con los obtenidos en la presente investigación que fue de <1 UFC/ml, considerando que estas investigaciones fueron realizadas con excretas de bovinos y la disminución de los valores se ve afectado por el pH. En el caso de Ulloa (2015, p. 45) los valores además se ven influenciados por los ingredientes ya que en este caso usa leche entera mientras que en nuestra investigación no se consideró su uso. Por otra parte, en el estudio ejecutado por García et al (2018, p. 12) presenta valores de 6 UFC/ml esta variación se debe a que en el biol se realizó un tratamiento de foto degradación para eliminar bacterias perjudiciales de un fertilizante orgánico.

Por otro lado, Acevedo et al (2021, p. 238) no muestra presencia de E. Coli debido al análisis de enmiendas orgánicas de uso comercial. Los valores reportados en todas las investigaciones se encuentran en el rango adecuado según Acevedo et al (2021, p. 238), que manifiesta que el límite de E. Coli en fertilizantes no debe superar el 10% de presencia en fertilizantes orgánicos. Demostrando así que el biol sería eficaz para su uso en el campo.

4.1.1.2. Número de Coliformes Totales

Tanto en tabla 2-4 como en la figura 2-4, se muestran los resultados obtenidos en la presente investigación de este tipo de bacterias con un valor inicial de coliformes totales de 31000 UFC/ml y a los 60 días una vez finalizado el proceso de fermentación muestra una disminución del 93,23% de la carga microbiana, reflejando un valor de este parámetro de 2100 UFC/ml. Los valores de coliformes totales presentes en la investigación se vieron afectados por la temperatura al aumentar está, la fermentación y descomposición llegó a ejecutarse en la fase experimental del estudio disminuyendo así la carga bacteriana.

Tabla 2-4: Número de Coliformes Totales

Parámetro	Unidad	Inicial	Final
Coliformes totales	(UFC/ml)	31000	2100

Realizado por: Castro, Adriana, 2023.

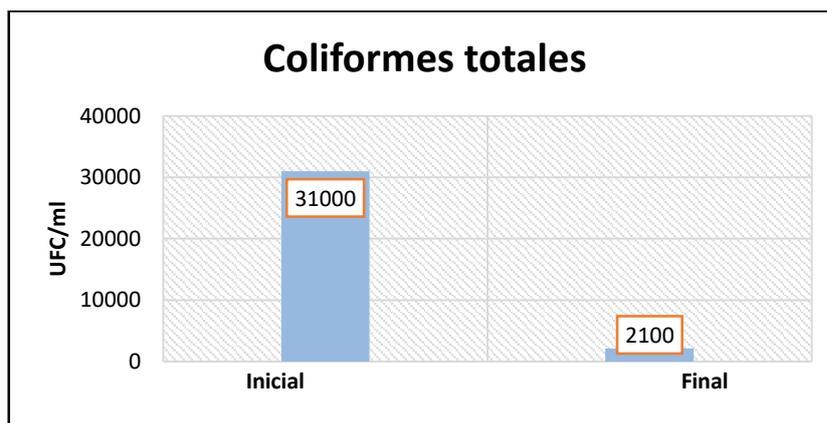


Ilustración 2-4: Número de Coliformes Totales

Realizado por: Castro, Adriana, 2023.

En el resultado de la investigación presentado por Quiñones et al (2016, p. 134) en estiércol de alpaca obteniendo un valor de <3 UFC/ml que es inferior al obtenido en nuestra investigación que se debe al uso de excretas de otra especie y la obtención de un biol mediante un proceso biotecnológico de fermentación homoláctica, por otro lado en el estudio de Medina (2014, p. 55) presenta un resultado de 5900 UFC/ml en un biol a base de estiércol ovino y con condiciones en el tiempo de desarrollo de esta investigación que fue por temporadas. Los resultados presentados por Lujé (2018, p. 41) fue de <2 UFC/ml esto debido a que el pH encontrado fue por debajo del rango óptimo propiciando así la presencia de estas bacterias.

En los resultados presentados por García et al (2018, p. 12) muestra valores de 10 UFC/ml, esto debido a que en el biol se realizó un tratamiento de foto degradación para eliminar bacterias perjudiciales de un fertilizante orgánico, por ello los materiales cambiaron sus propiedades. Los resultados presentados se encuentran por debajo del rango óptimo presentado por Acevedo et al (2021, p. 234), donde muestra que el valor de este tipo de bacterias no debe superar el 10% de presencia en el producto fertilizante lo cual resulta beneficioso para el uso como fertilizante orgánico.

4.1.1.3. Número de Aerobios mesófilos

En la tabla 3-4 y en la figura 3-4, se muestra el valor inicial de aerobios mesófilos de esta investigación que fue de 34000 UFC/ml, la cual presentó una disminución del 92,65% de la carga microbiana durante el proceso de fermentación reflejando un valor de aerobios mesófilos de 2500 UFC/ml. En la presente investigación los valores de aerobios mesófilos se vieron afectados por la temperatura y el pH al aumentar estos parámetros, la fermentación y descomposición llegó a ejecutarse disminuyendo así la carga bacteriana.

Tabla 3-4: Número de Aerobios mesófilos

Parámetro	Unidad	Inicial	Final
Aerobios mesófilos	(UFC/ml)	34000	2500

Realizado por: Castro, Adriana, 2023.

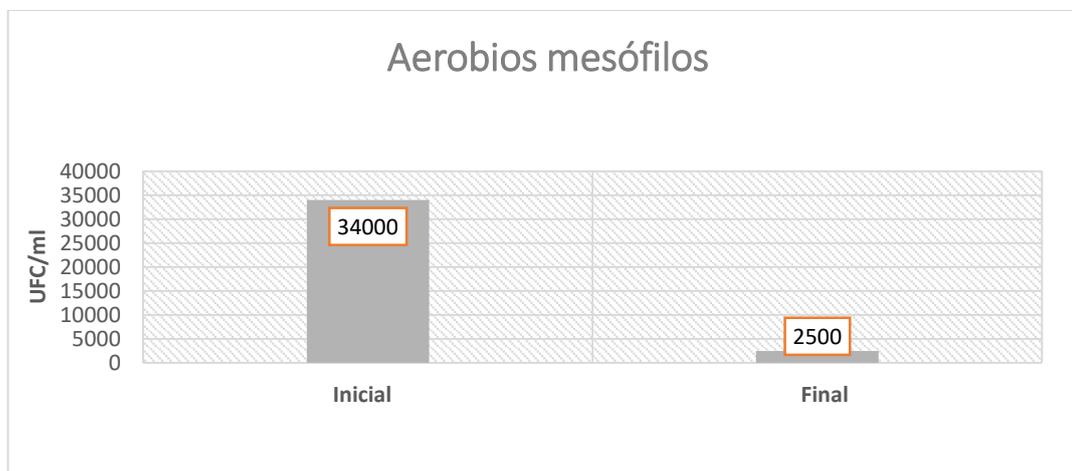


Ilustración 3-4: Número de Aerobios mesófilos

Realizado por: Castro, Adriana, 2023.

En los resultados de las investigaciones realizadas con estiércol bovino de Ulloa (2015, p. 45) obtuvo 100 UFC/ml dicho valor es menor al de la presente investigación debido al uso de estiércol de otro tipo de animal, además que presenta variaciones en cuanto a temperatura y pH lo cual afecta en la fermentación del biol, mientras que Montalvo (2016, p.38) obtuvo un valor de 5000 UFC/ml, señalando que esos valores varían debido a la baja carga bacteriana por la falta de adición del inóculo microbiano al momento de la experimentación.

Por otro lado, en la investigación de Fayos et al (2017, p. 801), presenta un valor de 230 UFC/ml, tomando en cuenta que para este estudio higienizaron con hipoclorito de sodio las muestras del producto, mientras que en el estudio que realizó Gonzales et al (2019, p. 80), presenta valores inferiores a los anteriores como es un valor de 250 UFC/ml, debido a cambios en la temperatura del lugar de realización. El rango permitido de presencia de aerobios mesófilos según Acevedo et al (2021, p. 238), en fertilizantes orgánicos no debe superar el 10% de presencia.

4.1.1.4. Número de Mohos y levaduras

En la tabla 4-4 como en la figura 4-4, se muestra los resultados de nuestra investigación que muestra el valor inicial de mohos y levaduras que fue de 30000 UFC/ml y tuvo una disminución del 99,99% de la carga microbiana durante el proceso de fermentación que se refleja que mohos y levaduras tienen < 1 UFC/ml. Los valores de mohos y levaduras presentes en la investigación

se vieron afectados por la temperatura al aumentar está, la fermentación y descomposición llevo a ejecutarse en la fase experimental del estudio disminuyendo así la carga bacteriana.

Tabla 4-4: Número de Mohos y levaduras

Parámetro	Unidad	Inicial	Final
Mohos y levaduras	(UFC/ml)	30000	<1

Realizado por: Castro, Adriana, 2023.



Ilustración 4-4: Número de Mohos y levaduras

Realizado por: Castro, Adriana, 2023.

Los resultados presentados anteriormente se encuentran a la par con el resultado de la investigación de Montalvo (2016, p.38) que presenta un valor de < 1 UFC/ml, mientras que el resultado obtenido por Ulloa (2015, p. 45) que es un valor de 200 UFC/ml de un biol de cuy es superior se obtienen esos valores porque es un tipo diferente de estiércol además que las consideraciones de pH y temperatura es variable, además de que aplica tratamientos. En la investigación realizada por Martínez (2019, p. 5) obtiene un valor de 8 UFC/ml debido a la presencia de lipasas en las muestras obtenidas de la investigación, finalmente en el estudio realizado por Aulla (2020, p. 56) presenta un valor de 4 UFC/ml considerando que para la elaboración del biol se usó fruta de descarte además de la levadura de vino del género *Saccharomyces cerevisiae*.

El límite de presencia de este parámetro en fertilizantes orgánicos es hasta un 10% de presencia, según la investigación de Acevedo et al (2021, p. 238), encontrándose los resultados investigativos dentro de los parámetros óptimos.

4.1.2. Análisis Físicoquímico

Los resultados de los análisis fisicoquímicos que se realizaron en cada una de las fases experimentales incluyen la medición de pH al inicio de la de fermentación anaeróbica, la medición de pH al final de la de fermentación anaeróbica, la medición de la temperatura al inicio de la de fermentación anaeróbica, en la medición de la temperatura al final de la de fermentación anaeróbica, los datos del contenido de macroelementos del biol y datos del contenido de microelementos del biol.

4.1.2.1. Temperatura

Al analizar la Tabla 5-4 y la figura 5-4 podemos observar los valores obtenidos de nuestro biol tenemos que al inicio del proceso el valor de 20°C y el valor al finalizar la fermentación se encontró al 30°C. Los valores obtenidos se ven afectados por la hora en la cual se toma la muestra ya que cuando existe mayor temperatura ambiental se replica en el recipiente de uso experimental, de igual forma ocurre a menor temperatura.

Tabla 5-4: Temperatura

Parámetro	Unidad	Inicial	Final
Temperatura	°C	20	30

Realizado por: Castro, Adriana, 2023.

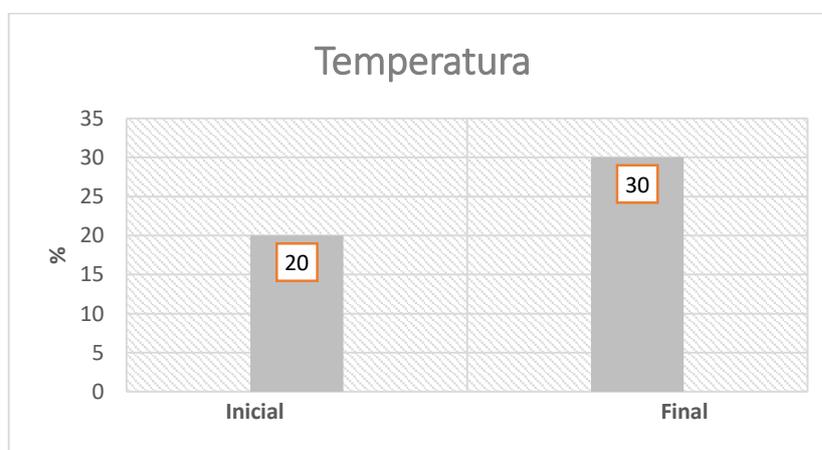


Ilustración 5-4: Temperatura

Realizado por: Castro, Adriana, 2023.

Los datos presentados en la tabla anterior se considera alto, en comparación con las investigaciones de Ulloa (2015, p. 45) quien presento un valor de 16°C que se encuentra inferior a los resultados obtenidos en nuestra investigación esto se debe a las condiciones medio ambientales del lugar de desarrollo, mientras que Yugla (2021, pág. 42) y Luje (2018, pág. 28) obtuvieron una

temperatura de 20°C que es similar al obtenido en la presente investigación, todos fueron realizados con estiércol bovino.

Mientras que Pozo (2019, p. 17) obtiene un valor inicial de 15°C y uno final de 35°C, pero usa un biodigestor moderno este sería el factor determinante en la variación presentada. Resaltando que la temperatura óptima es de 20 °C a 35 °C, para una correcta degradación según lo citado por (Arrieta, 2016, p. 131).

4.1.2.2. Porcentaje pH

Al analizar la Tabla 6-4 y la figura 6-4 podemos observar los valores obtenidos de nuestro biol tenemos que al inicio del proceso el valor es de 6.63 pH y al final de la de fermentación anaeróbica su valor es 7.55 pH, considerado estar en el rango permitido y este fue variando debido a la acción de las bacterias ácido-lácticas generadas de la fermentación de carbohidratos dentro del biodigestor.

Tabla 14-4: Porcentaje pH

Parámetro	Unidad	Inicial	Final
pH	-	6,63	7,55

Elaborado por: Castro, A 2023

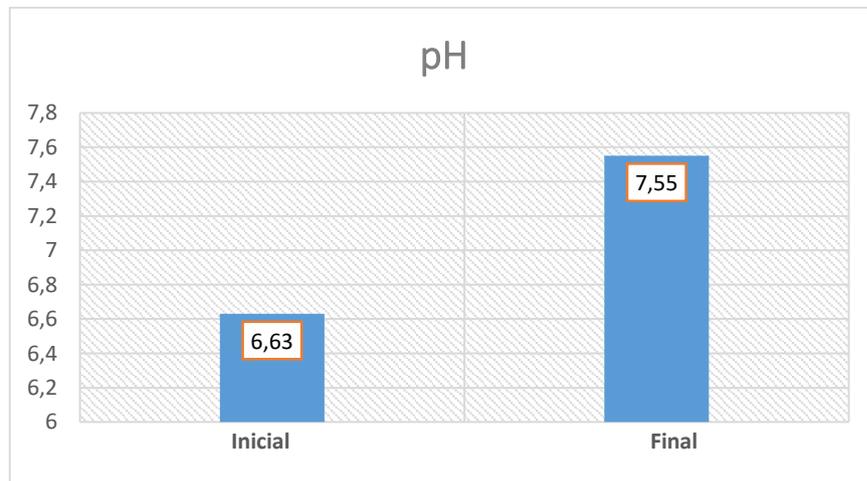


Ilustración 6-4: Porcentaje pH

Realizado por: Castro, Adriana, 2023.

En comparación con las investigaciones de Ulloa (2015, p. 45) quien muestra un valor de 8.00 pH que es superior al obtenido en la presente investigación esto se debe a que la temperatura varia y tuvo repercusiones en este aspecto, mientras que Yugla (2021, pág. 42) obtuvo 7.2 de pH este valor es menos al nuestro se mantiene más neutralizado lo cual resulta mejor para la digestión, Luje

(2018, pág. 28) alcanza uno pH de 6.75. Debido al desarrollo de la digestión anaerobia en la investigación este parámetro llegó a normalizarse en un pH neutro es decir un valor de 7.

Finalmente, Díaz (2022, p. 43) en su investigación muestra un valor promedio de 6.1 debido a las propiedades de acidificación de los microorganismos presentes en el estudio. En el estudio realizado por Castillo (2010) citado por Pozo (2019, p. 17) quien reporta que los valores de pH óptimos deben mantenerse en un rango de entre 6 y 8.

4.1.2.3. Contenido de nitrógeno del biol

En la Tabla 7-4 como en la figura 7-4, se encuentran reportado los valores obtenidos de nitrógeno en porcentaje (%), el valor inicial fue de 0.17, posteriormente al finalizar la fase experimental se muestra una disminución a 0.16 en nuestro producto, esto debido a la alimentación de los animales de los cuales se tomó la muestra ya que los mismos solo consumen croquetas que son ricas en proteínas.

Tabla 7-4: Contenido de nitrógeno del biol

Parámetro	Unidad	Inicial	Final
Nitrógeno (N)	%	0,17	0,16

Elaborado por: Castro, A 2023

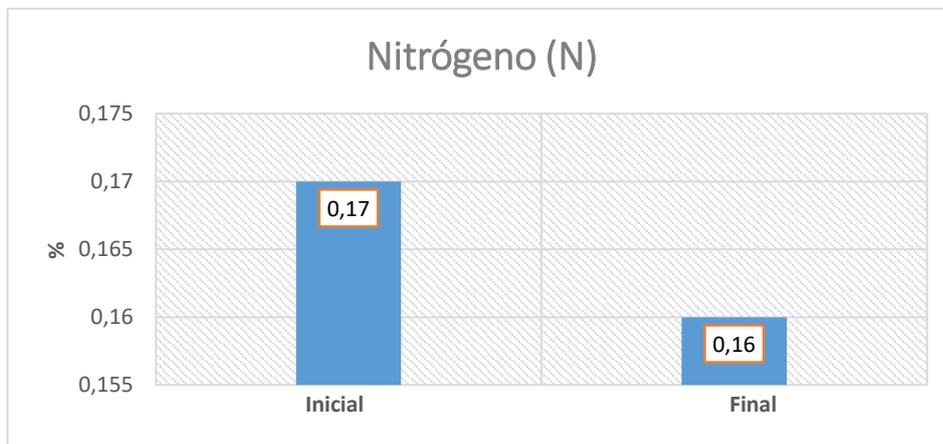


Ilustración 7-4: Contenido de nitrógeno del biol

Realizado por: Castro, Adriana, 2023.

En comparación de los resultados de otras investigaciones como la de Yugla (2021, pág. 42) donde obtiene un valor porcentual de 0.35 que resulta superior al obtenido en nuestro biol, mientras que León (2018, p. 95) obtiene un valor de 0.021% resultando bajo en comparación de la presente

investigación de igual forma en los resultados de Ulloa (2015, p. 45) muestra un valor de 0.0067% que de igual forma es mínimo su presencia dentro el producto.

Mientras que Pozo (2019, p. 17) obtuvo un valor de 0.01% debido al uso de estiércol ovino usado y que utiliza un biodigestor de modelo chino. Estos valores dependerán de la calidad de heces en cuanto a la especie y a la alimentación del animal. Según Agrocalidad (2020, p.25) el rango permitido para este macronutriente es hasta el 3%.

El nitrógeno es uno de los nutrientes indispensables para todas las plantas. Pese a su riqueza en el planeta, ya que forma algo más de tres cuartas partes de los gases de la atmósfera, las plantas necesitan la presencia de este en el suelo y en una forma que puedan asimilar (Acosta, 2021, p. 2).

4.1.2.4. Contenido de fósforo del biol.

En la Tabla 8-4 así como en la figura 8-4 que se encuentran reportado los valores obtenidos de fósforo en porcentaje (%), el valor inicial de 0.17, al finalizar el proceso se obtiene una disminución a un valor de 0.07, que se considerado bajo. Esto se debe al aumento del pH en el biol, además de la forma en que las excretas fueron tratadas, la raza de los caninos que se recolecto el estiércol y la alimentación que recibieron estos.

Tabla 8-4: Contenido de fósforo del biol.

Parámetro	Unidad	Inicial	Final
Fosforo (P)	%	0,17	0,07

Realizado por: Castro, Adriana, 2023.

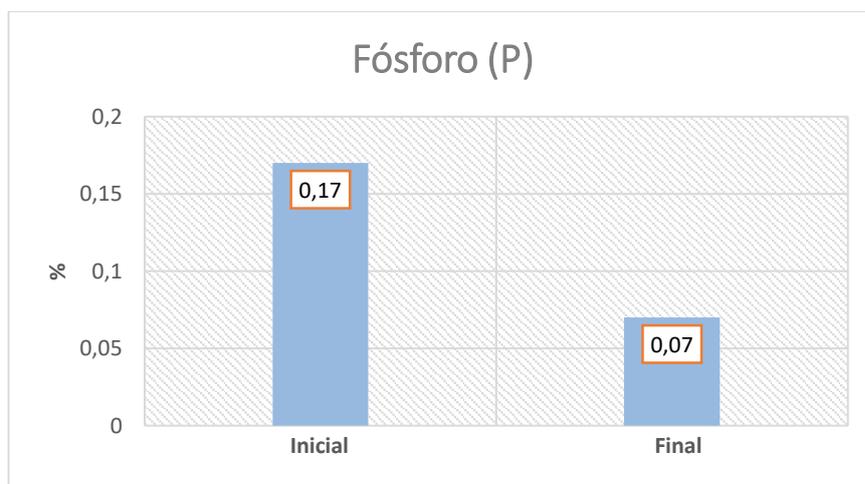


Ilustración 8-4: Contenido de fósforo del biol.

Realizado por: Castro, Adriana, 2023.

Los resultados de Ulloa (2015, p. 45) muestra un valor de 0.98%, casi similar a Yugla (2021, pág. 42) que muestra un valor de 1% y Luján (2018, pág. 28) obtiene 1.86% siendo todos estos valores superiores a los obtenidos en nuestro biol. En la investigación de León (2018, p. 95) obtiene un valor de 0.045% que resulta bajo. Demostrándose que los valores reportados de nuestra investigación están en un nivel bajo. Según Agrocalidad (2020, p. 25) el rango permitido para este macronutriente es hasta el 3%.

El fósforo es un nutriente esencial para el crecimiento vegetal. Juega un papel muy importante en la fotosíntesis, en el transporte de nutrientes, en la síntesis y descomposición de glúcidos. Se trata de un nutriente primario, lo cual supone que sea deficiente en la producción agrícola, por lo que lo requieren en cantidades relativamente grandes (Fertibox.net, 2019, p. 2).

4.1.2.5. Contenido de potasio del biol

En la Tabla 9-4 así como en la figura 9-4 que se encuentran reportado los valores obtenidos de Potasio en porcentaje (%), el valor inicial de 0.09, obtenido una disminución al final del proceso un valor de 0.08, es considerado bajo.

Tabla 9-4: Contenido de potasio del biol

Parámetro	Unidad	Inicial	Final
Potasio (K)	%	0,09	0,08

Realizado por: Castro, Adriana, 2023.

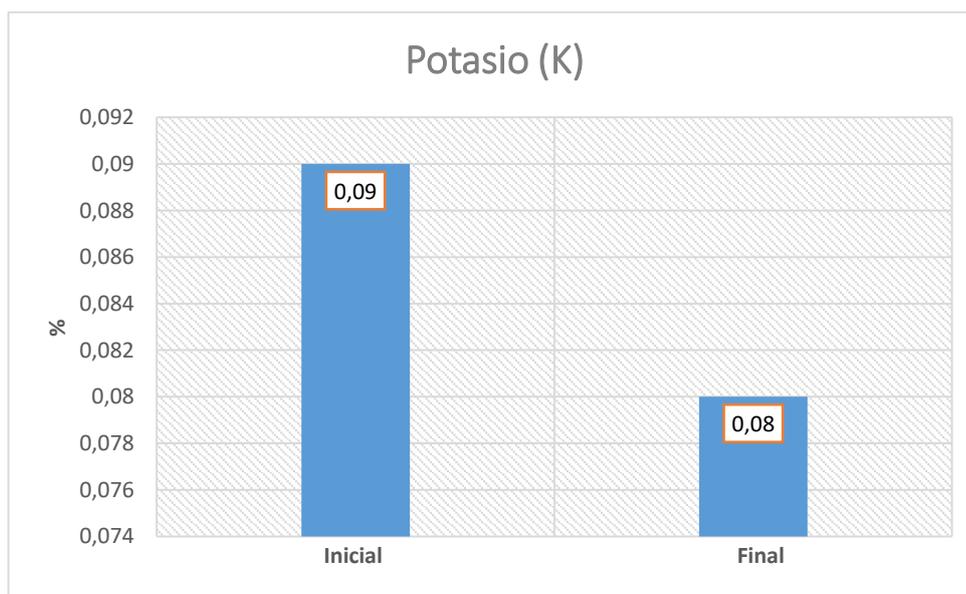


Ilustración 9-4: Contenido de potasio del biol

Realizado por: Castro, Adriana, 2023.

En los resultados presentados por Ulloa (2015, p. 45) obtiene 0.825% siendo superiores a los nuestros, por otro lado, en la investigación de Yugla (2021, pág. 42) muestra un valor de 0.0145% que resulta muy bajo en comparación a la presente investigación y Luje (2018, pág. 28) muestra un valor porcentual de 0.46 que resulta alto comprado con la presente investigación, estos resultados dependen del pH.

En el estudio ejecutado por Cabos et al (2019, p. 169) obtiene un valor de 0.6% porque la materia prima usada fue estiércol de ganado vacuno. Demostrándose que los valores reportados de nuestra investigación están en un nivel bajo esto debido a la alimentación que recibían los animales de quien se recogió la muestra, de acuerdo con lo mencionado por Agrocalidad (2020, p. 25) que reporta que el rango permitido para este macronutriente es hasta un 3%.

El potasio (K⁺) es uno de los nutrimentos más importantes en el crecimiento y desarrollo de las plantas, ya que participa en diferentes procesos bioquímicos y fisiológicos de los vegetales. Desempeña funciones esenciales en la activación enzimática, síntesis de proteínas, fotosíntesis, osmorregulación, actividad estomática, transferencia de energía y transporte en el floema (Fertibox, 2019, p. 2).

4.1.2.6. Contenido de calcio del biol

En la Tabla 10-4 como en la figura 10-4, se encuentran reportados los valores obtenidos de calcio en porcentaje (%), el valor inicial de 0.043, obtenido un crecimiento al final del proceso de 0.08, es considerado bajo debido a la alimentación a la cual fueron sometidos los caninos al momento de la recolección de las heces.

Tabla 10-4: Contenido de calcio del biol

Parámetro	Unidad	Inicial	Final
Calcio (Ca)	%	0,043	0,08

Realizado por: Castro, Adriana, 2023.

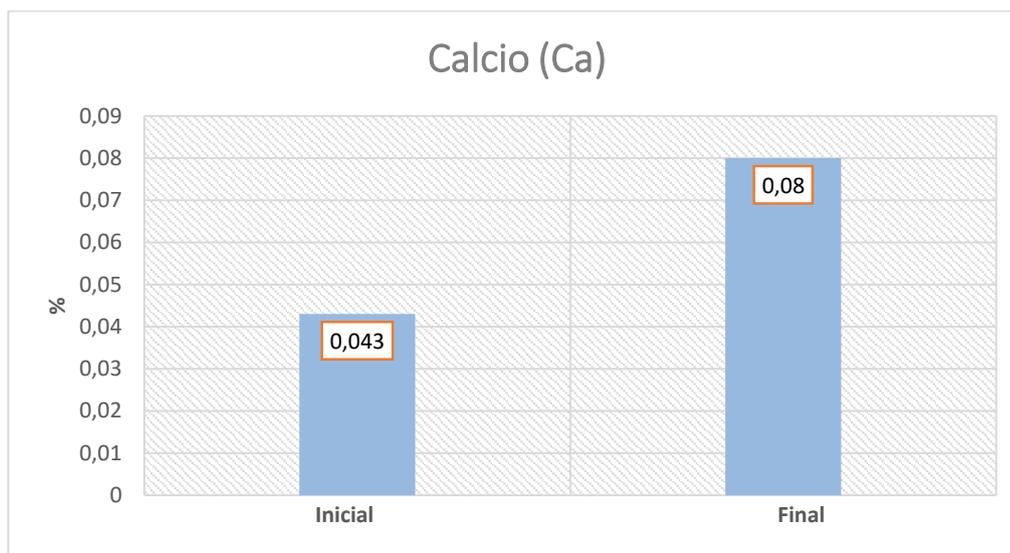


Ilustración 10-4: Contenido de calcio del biol

Realizado por: Castro, Adriana, 2023.

Al contrario de los resultados de Cano (2016, p. 36) donde obtiene un 0,2% con estiércol de bovino que resulta superior a los nuestros, mientras que Medina (2014, p. 121) muestra 0,3% con estiércol porcino, estos valores se ven afectados por el tipo de estiércol usado en cada investigación. Por otro lado, en la investigación ejecutada por Pozo (2019, p. 17) presenta un valor de este nutriente de 0.06% por la formulación para la preparación del biol que fue con 50% estiércol de ovino, 10% de harina de sangre, 30% de roca fosforica, 10% de ceniza, humus, melaza, leche, alfalfa y levadura. Demostrándose así que los valores reportados de nuestra investigación están en un nivel bajo por la alimentación de los animales de quien se tomó las excretas, en Agrocalidad (2020, p. 25) reporta que el rango permitido para este macronutriente es hasta un 1 – 1,5%.

El calcio, es responsable de mantener unidas las paredes celulares de las plantas. Cuando el calcio es deficiente, los tejidos nuevos tales como: las puntas de las raíces, las hojas jóvenes y las puntas de los brotes a menudo presentan un crecimiento distorsionado debido a la formación incorrecta de la pared celular. La deficiencia de calcio puede surgir si los niveles en la solución nutritiva son menores de 40 a 60 ppm o si los niveles de potasio, magnesio o sodio están demasiado altos (Agropinos, 2022, p. 3).

4.1.2.7. Contenido de azufre del biol

En la Tabla 11-4 como en la ilustración 11-4, se encuentran reportado los valores obtenidos de Azufre en porcentaje (%), el valor inicial de 0.03, obtenido una disminución al final del proceso

la cual dio un valor de 0.02, esto es debido a la alimentación a la cual fueron sometidos los caninos al momento de la recolección de las heces.

Tabla 11-4: Contenido de azufre del biol

Parámetro	Unidad	Inicial	Final
Azufre (S)	%	0,03	0,02

Realizado por: Castro, Adriana, 2023.

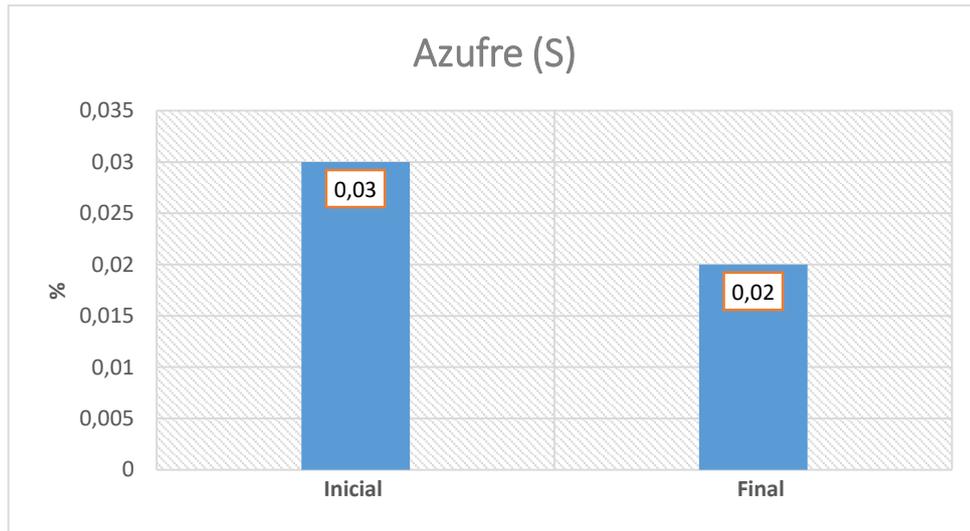


Ilustración 11-4: Contenido de azufre del biol

Realizado por: Castro, Adriana, 2023.

A la par con los resultados de Yugla (2021, pág. 42) quien obtiene un valor de 0.024% se obtienen estos valores debido a que dependen del estiércol la cantidad de nutrientes en el biol. Mientras que Sistema Biobolsa (2020, p. 4) presenta valores de 0.06% debido al uso de estiércol bovino. Agrocalidad (2020, p. 25) reporta que el rango permitido para este macronutriente es de 1 – 1,5%.

Entre el 60 y el 90% del azufre total presente en nuestros suelos se encuentra en forma orgánica. Tiene su origen en los residuos vegetales y animales y está compuesto en su mayor parte por proteínas, aminoácidos y otros compuestos azufrados. Su importancia reside en que actúa como reserva del elemento. Mientras que los sulfatos se pueden lavar, los compuestos orgánicos resisten y gradualmente van convirtiéndose en sulfatos, que es la forma predominante en la que lo absorben las plantas (Fertibox, 2019, p. 2).

4.1.2.8. Contenido de magnesio del biol

En la Tabla 12-4 como en la ilustración 12-4, se encuentran reportado los valores obtenidos de Azufre en porcentaje (%), el valor inicial de 0.06, obtenido una disminución al final del proceso la cual dio un valor de 0.01, es consideradamente bajos,

Tabla 12-4: Contenido de magnesio del biol

Parámetro	Unidad	Inicial	Final
Magnesio (Mg)	%	0,06	0,01

Realizado por: Castro, Adriana, 2023.

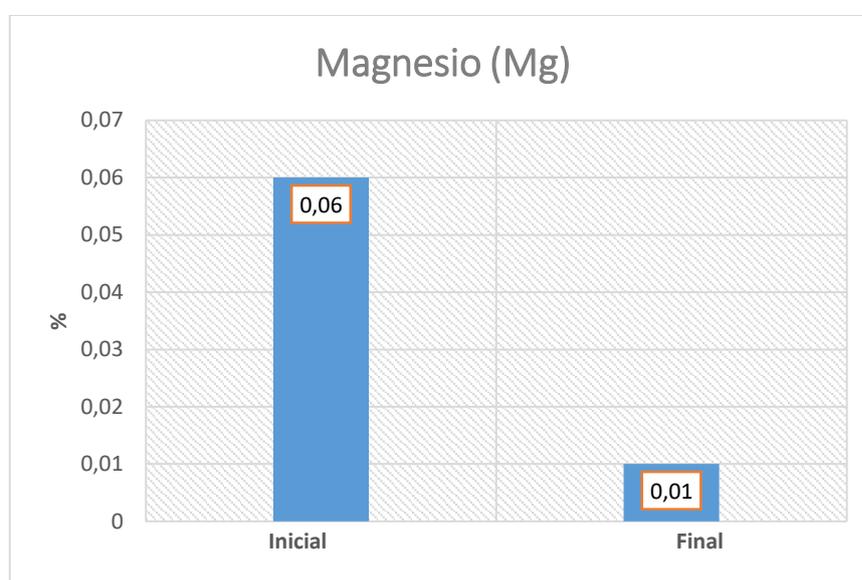


Ilustración 12-4: Contenido de magnesio del biol

Realizado por: Castro, Adriana, 2023.

Al contrario de los resultados de Ulloa (2015, p. 45) obtiene un valor de 2.81%, con el uso de estiércol bovino y cuy; mientras que Sistema Biobolsa (2020, p. 8) reporta un % de Mg en biol de bovinos de 0.032 y Chiriboga (2015, p.22) obtiene en porcinos de 0.013 Demostrándose que los valores reportados de nuestra investigación están en un nivel bajo considerando el descenso a la alimentación que reciben los caninos. Según Agrocalidad (2020, p. 25) el rango permitido para este macronutriente es de 1 – 1,5%.

4.1.2.9. Contenido de zinc del biol

En la Tabla 13-4 como en la ilustración 13-4, se encuentran reportado los valores obtenidos de Zinc en ppm, el valor inicial de 10.15, obtenido una disminución al final del proceso la cual dio un valor de 6.98.

Tabla 13-4: Contenido de zinc del biol

Parámetro	Unidad	Inicial	Final
Zinc (Zn)	ppm	10,15	6,98

Realizado por: Castro, Adriana, 2023.

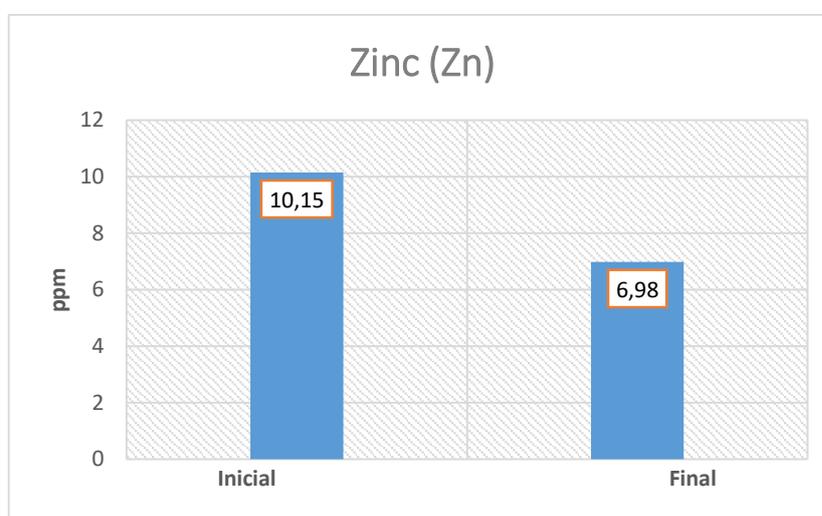


Ilustración 13-4: Contenido de zinc del biol

Realizado por: Castro, Adriana, 2023.

Por otro lado, los resultados de Ulloa (2015, p. 45) obtiene un valor de 6ppm Yugla (2021, pág. 42) muestra un valor de 3.79ppm y Luje (2018, pág. 28) muestra un valor de 186ppm, para su ejecución se usa estiércol de bovinos. Demostrando que los resultados obtenidos de nuestro producto está dentro de los rangos establecidos ya que dependerá de la calidad del sustrato utilizado. Agrocalidad (2020, p. 25) reporta que el rango permitido para este micronutriente es hasta 200 ppm. Es un micronutriente esencial para el crecimiento y desarrollo de las plantas, pero se convierte en un elemento tóxico cuando se encuentra en exceso, (Amezcuca, 201, p. 28).

4.1.2.10. Contenido de sodio del biol

En la Tabla 14-4 como en la ilustración 14-4. Se encuentran reportados los valores obtenidos de Sodio en ppm el valor inicial de 34.2, obtenido una disminución al final del proceso la cual dio un valor de 31.65, es consideradamente alto.

Tabla 14-4: Contenido de Sodio del biol

Parámetro	Unidad	Inicial	Final
Sodio (Na)	ppm	34,2	31,65

Realizado por: Castro, Adriana, 2023.

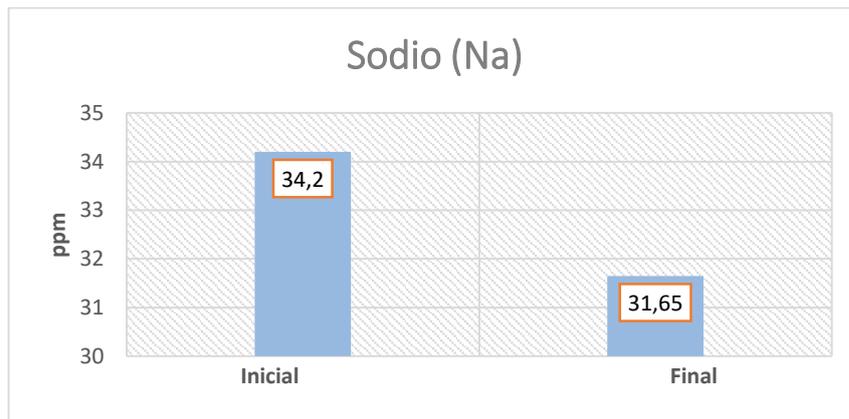


Ilustración 7-4: Contenido de Sodio del biol

Realizado por: Castro, Adriana, 2023.

Al contrario de los resultados de Ulloa (2015, p. 45) quien obtuvo valores de 23ppm, y Lujé (2018, pág. 28) muestra un valor de 3.46ppm, considerando que el rango optimo va hasta 50 ppm según lo citado por Vélez (2019, p. 38). Según Lujé (2018, pág. 28) el sodio al estar en una buena concentración puede sustituir las funciones del potasio lo que demuestra que las cantidades existentes en este ensayo pueden ser beneficiosas al ser aplicadas.

4.1.2.11. *Contenido de boro del biol*

En la Tabla 15-4 como en la ilustración 15-4. Se encuentran reportados los valores obtenidos de Boro en ppm, el valor inicial de 3.31, obtenido un crecimiento al final del proceso la cual dio un valor de 9.11, se considera alto en comparación de otras investigaciones.

Tabla 15-4: Contenido de boro del biol

Parámetro	Unidad	Inicial	Final
Boro (B)	ppm	3,31	9,11

Realizado por: Castro, Adriana, 2023.

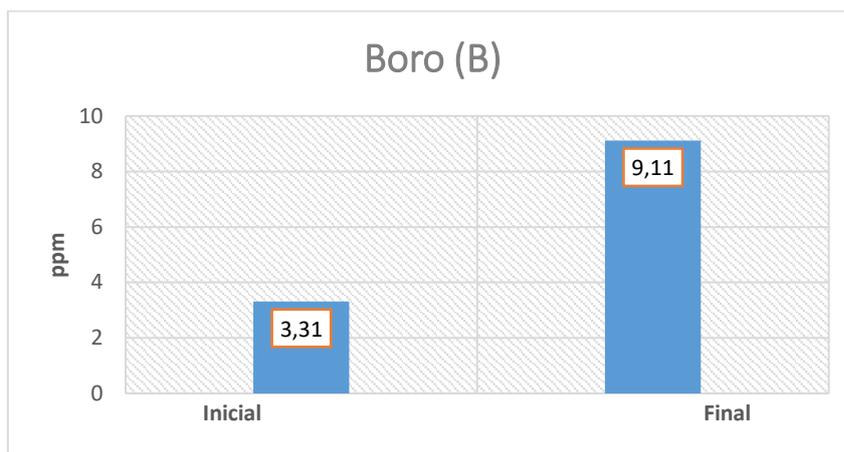


Ilustración 8-4: Contenido de boro del biol

Realizado por: Castro, Adriana, 2023.

Al contrario de los resultados de Ulloa (2015, p. 45) que muestra un valor de 1.14ppm, Yugla (2021, pág. 42) obtiene valores de 5.38ppm y Luje (2018, pág. 28) obtiene valores de 2.8ppm. Según Agrocalidad (2020, p. 25) el rango permitido para este micronutriente es hasta 100 ppm. Según (Fertilab, 2019, p. 3) el boro para los cultivos ayuda en la mejora del metabolismo de proteínas y reduce la acumulación de nitratos en las hojas más jóvenes. Para (Curtifort, 2018, p. 2) las principales funciones del boro se relacionan con el desarrollo y la resistencia de las paredes celulares, la división celular, el desarrollo del fruto y las semillas, el transporte de azúcares y el desarrollo de las hormonas.

4.1.2.12. *Contenido de cobre del biol*

En la Tabla 16-4 como en la ilustración 16-4, se encuentran reportado los valores obtenidos de cobre, el valor inicial de 4.22 ppm obteniendo una disminución de 0.22 ppm al final del proceso de fermentación.

Tabla 16-4: Contenido de cobre del biol

Parámetro	Unidad	Inicial	Final
Cobre (Cu)	ppm	4,22	0,22

Realizado por: Castro, Adriana, 2023.

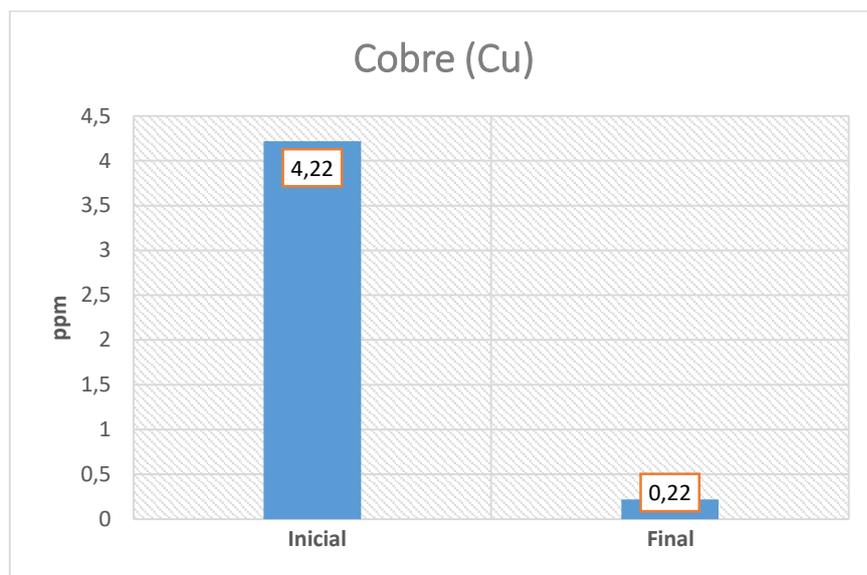


Ilustración 16-4: Contenido de cobre del biol

Realizado por: Castro, Adriana, 2023.

A lo contrario a las investigaciones de Ulloa (2015, p. 45) quien obtuvo un valor de 7.2ppm, y Yugla (2021, pág. 42) un valor de 4.15ppm que son considerado altos y en resultado de Luje (2018, p. 28) alcanza un valor de 0.1ppm. Pero según Agrocalidad (2020, p. 25) reporta que el rango permitido para este micronutriente es hasta 20 ppm. Esta deficiencia puede deberse a la dieta y a la digestión no por el proceso, así también de la proporción de agua y excremento en la alimentación de las bio bolsas y de la cual dependen las solubilidades del macro y microelementos, que a la vez están relacionadas directamente con el pH (Luje 2018, p. 36).

4.1.2.13. *Contenido de hierro del biol*

En la Tabla 17-4 como en la ilustración 17-4, se encuentran reportados los valores obtenidos de hierro en ppm el valor inicial de 4.90, obtenido una disminución de 2.15 al final del proceso, indicando un índice inferior comparado con otros estudios.

Tabla 17-4: Contenido de hierro del biol

Parámetro	Unidad	Inicial	Final
Hierro (Fe)	ppm	4,90	2,15

Realizado por: Castro, Adriana, 2023.

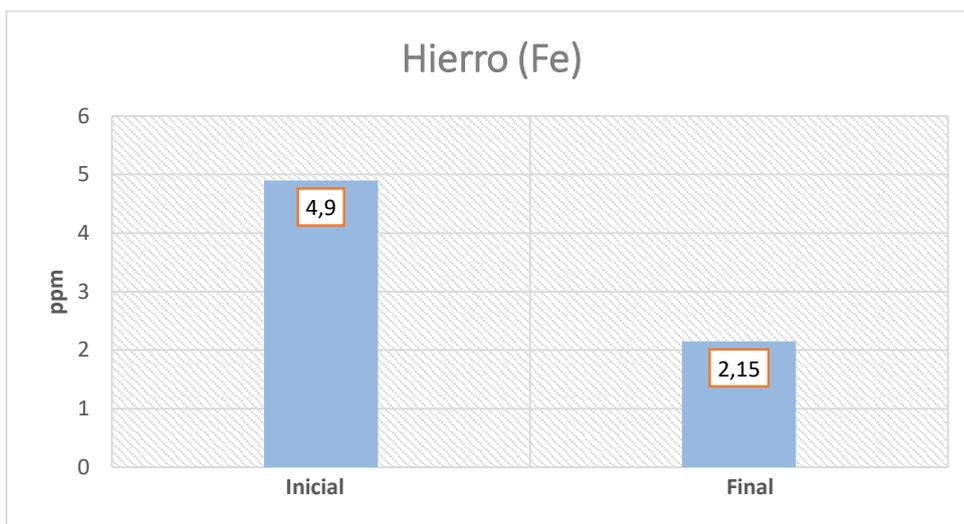


Ilustración 17-4: Contenido de hierro del biol

Realizado por: Castro, Adriana, 2023.

En la investigación de Ulloa (2015, p. 45) alcanza un valor de 28.2ppm, Yugla (2021, p. 42) obtiene 12.26ppm, mientras que Luje (2018, p. 28) muestra un valor de 14.7ppm y aún más bajos que los estipulados por Agrocalidad (2020, p. 25) que permite para este micronutriente es hasta 20 ppm. Para determinar el porcentaje de hierro a nuestro producto y demostrar si se encuentra en el rango permitido, se hizo una revisión literaria y según (Agroproductores, 2018, p. 1), Algunos investigadores reportan que niveles de 0.03 a 0.04 % por kilogramo de suelo provocan fitotoxicidad por hierro en la planta. Los niveles normales de hierro en las plantas en un análisis foliar están en un rango de 0.005-0.0025 %. Este es un promedio general, el contenido vario según la etapa de desarrollo de la planta.

4.1.2.14. *Contenido de Manganeso del biol*

En la Tabla 18-4 como en la ilustración 18-4, se encuentran reportados los valores obtenidos de Manganeso en ppm, el valor inicial de 16.9, obtenido una disminución de 0.23 al final del proceso, el valor final de nuestro producto es bajo.

Tabla 18-4: Contenido de Manganeso del biol

Parámetro	Unidad	Inicial	Final
Manganeso (Mn)	ppm	16,9	0,23

Realizado por: Castro, Adriana, 2023.

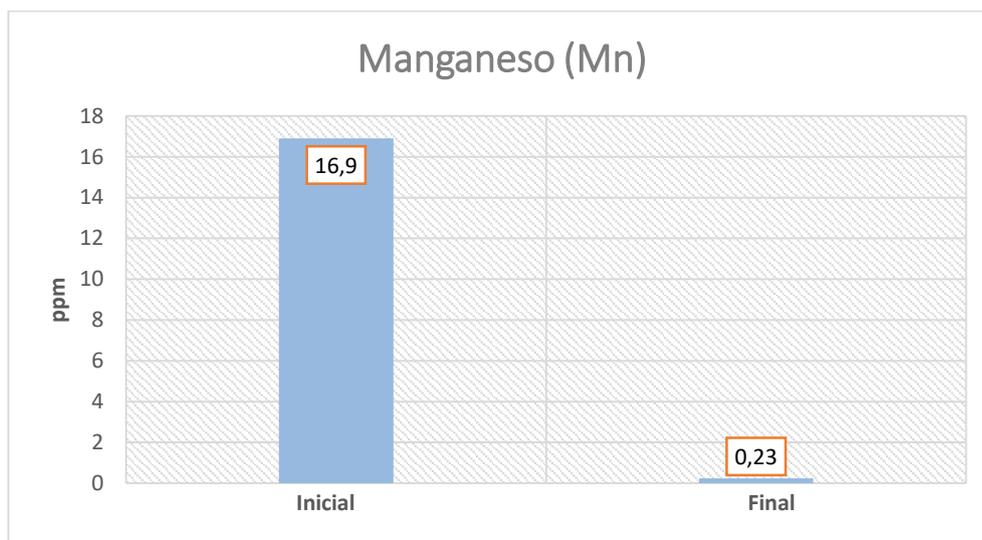


Ilustración 18-4: Contenido de Manganeso del biol

Realizado por: Castro, Adriana, 2023.

En otros estudios como el de Ulloa (2015, p. 45) quien muestra un valor de 6.4ppm, mientras que Yugla (2021, p. 42) alcanza valores de 6.4ppm, y Luje (2018, p. 28) muestra un valor de 4.82ppm. Agrocalidad (2020, p. 25) reporta que el rango permitido para este micronutriente es hasta 10 ppm. Para determinar el porcentaje de fierro a nuestro producto y demostrar si se encuentra en el rango permitido, se hizo una revisión literaria y según (Agroproductores, 2018, p. 1), Los valores normales de manganeso (Mn) en un análisis foliar en base a materia seca está en el rango de 0.002 a 0.03 %. Plantas con niveles por debajo de 0.002 % suelen mostrar síntomas de deficiencia de este nutriente.

4.2. Uso eficiente de los productos del biodigestor

4.2.1. Uso según nivel microbiológico y fisicoquímico

Los microorganismos presentes en la fabricación de fertilizantes biológicos establecen interacciones positivas con las plantas y que son de fácil manejo en condiciones industriales (Jiménez, 2015, p. 125). Por ello en la presente investigación se consideró 4 tipos de agentes patógenos importantes, además de evaluar algunos parámetros físicos y químicos para el uso de un biol descritos en la tabla 19-4.

Para el uso de un biol se debe tomar en cuenta que este debe estimular la floración y el crecimiento del fruto, aumentar el follaje. Además de acelerar y uniformizar la germinación de semillas y acelerar el crecimiento de brotes. Por ello a nivel microbiológico se recomienda que los patógenos

no deben superar el límite de presencia en fertilizantes orgánicos de un 10% de presencia, según la investigación de (Acevedo et al, 2021, p. 238).

Tabla 19-4: Uso eficiente del biol

Parámetro	Biol a base de heces de caninos	Biol comercial
Análisis Físicoquímico		
Temperatura (°C)	30	25
pH	7.55	7.3
N (%)	0.16	0.23
P (%)	0.07	0.02
K (%)	0.08	0.44
Ca (%)	0.08	0.13
Mg (%)	0.1	0.09
S (%)	0.02	0.02
B (ppm)	9.11	8
Zn (ppm)	6.98	8
Cu (ppm)	0.22	4
Fe (ppm)	2.15	4.6
Mn (ppm)	0.23	9
Análisis Microbiólogo		
Coliformes totales (UFC/mL)	2100	1800
E.Coli (UFC/mL)	<1	<3
Aerobios mesófilos (UFC/mL)	2500	2000
Mohos y levaduras (UFC/mL)	<1	<3

Realizado por: Castro, Adriana, 2023.

La capacidad fertilizante de un producto depende principalmente de las concentraciones de tres nutrientes esenciales para las plantas: nitrógeno, fósforo y potasio. Para los biofertilizantes, estos valores varían en función de la clase de residuos empleados y del tipo de tratamiento. En el caso de los bioles no se dispone de valores de referencia para establecer su calidad, sin embargo, se conoce que su composición puede variar en función de los sustratos de origen, los parámetros de operación usados en la digestión y el tipo de separación sólido-líquida; sabiendo que este último parámetro define las concentraciones de macro y micronutrientes mencionado por Akhiar et al y citado por (Jara, 2021, p. 199).

Se lo puede usar inmediatamente después de colar aplicando a los cultivos de 3 a 5 veces durante el desarrollo de las plantas en forma foliar con un aspersor. Para una mochila de 20 litros, se mezclan 5 litros de biol con 15 litros de agua. La mejor hora de aplicación es por las mañanas

(hasta las 10 am) y por las tardes (a partir de las 4pm), (Oyuela, 2010, p. 6). Seguir las recomendaciones de aplicación de la tabla 20-4.

Tabla 20-4: Dosis recomendada del biol

Etapas de desarrollo	Dosis recomendada
Plantas jóvenes	1 L de biol diluido en 20L de agua
Plantas en desarrollo	2L de biol diluido en 20L de agua
Plantas maduras	4L de biol diluido en 20L de agua

Realizado por: Castro, Adriana, 2023.

4.3. Análisis beneficio/costo

En la Tabla 21-4, se muestra el beneficio/costo que se estableció durante todo el proceso de la elaboración del biol, son rentables ya que por cada dólar invertido se obtiene una utilidad de 0,39 centavo registrando un B/C de 1,39 USD, por lo que se puede decir que la elaboración del biol con excretas caninas es beneficioso para el agricultor.

Para esta variable se consideró el valor del equipo de protección personal, materiales usados para la estructura del biodigestor y materia prima para los ingresos mientras que para los ingresos fue considerado la venta del biol. El costo del galón de biol a partir de las excretas caninas considerando que de esta mezcla resulto el mejor biol, consideramos un imprevisto del 10% y mano de obra. Al analizar el valor obtenido representa una ganancia media ya que por cada dólar invertido obtiene un beneficio de 0.39 dólares que resultan significativos para el emprendedor.

Tabla 21-4: Análisis beneficio/costo

Materiales	Unidades	Cantidad	Precio Uni (\$)	Precio Total (\$)
EGRESOS				
Implementos de uso personal				
Guantes quirúrgicos	Unidad	6	0,3	1,8
Mascarillas	Unidad	6	0,25	1,5
Cofia	Unidad	6	0,25	1,5
Subtotal (USD)				4,8
Estructura del biodigestor				
Materiales de plástico	Unidad	37	2,54	94,1
Subtotal (USD)				94,1
Materia prima				
Heces caninas	Kg	33	0,1	3,3
Residuos de cocina	Kg	19	0,2	3,8
Restos de vegetales	Kg	14	0,5	7
Melaza	L	2	1	2
Aserrín	Kg	2	1	2
Levadura	g	1	0,5	0,5
Agua	Lt	100	0,3	30
Subtotal (USD)				48,6
Otros				
Mano de obra	Jornal	1	10	10
Subtotal (USD)				10
SUBTOTAL				157,5
IMPREVISTOS 10%				15,75
TOTAL (USD)				173,25
INGRESOS				
Venta del biol	Gal	20	12	240
Subtotal (USD)				240
TOTAL (USD)				240
Beneficio /Costo (USD)				1,39

Realizado por: Castro, Adriana, 2023.

CONCLUSIONES

1. A nivel microbiológico se logra probar como la fase de fermentación dentro del biodigestor contribuye a la eliminación de agentes patógenos como E. coli que disminuye su carga microbiana en un 99.9%, mientras que en el caso de Coliformes totales se presenta un valor de 93.23% por otro lado en aerobios mesófilos muestra un valor de disminución de 92.65%, finalmente en mohos y levaduras se obtiene un valor del 99.9% dentro del periodo experimental. Se considera que los productos usados para la elaboración ayudan en la disminución de patógenos.
2. La composición química del biol registra un contenido de macronutrientes como, Nitrógeno (N) con 0.16 mientras que Fósforo (P) presenta un valor de 0,07% , Potasio (K) obtiene un 0.08%, Calcio (Ca) un 0.08%, Azufre (S) muestra un 0.02%, finalmente Magnesio (Mg) obtiene 0.01% y en el caso de los micronutrientes como Zinc (Zn) muestra un valor de 6.98ppm, Sodio (Na) de 31.65ppm, Boro (B) de 9.11ppm, Cobre (Cu) de 0.22ppm , Hierro (Fe) un 2.15ppm, Manganeso (Mn) un 0.23ppm, tomando en cuenta que debe ser neutralizado el pH de las heces caninas, para obtener un producto final con elevada calidad a nivel químico. En los nutrientes evaluados tanto macro y micro presentan valores bajos resaltando que estos valores deben ir del 1 al 3%, en el caso de macronutrientes y en micro de 10 hasta 200ppm.
3. La fermentación del biol tuvo una duración de 60 días en el cual este alcanzó las condiciones óptimas de temperatura y pH. En el primer día que se realizaron todas las formulaciones para la elaboración del biol, tomando la medición inicial de temperatura la cual estuvo en un rango de 20 °C y al finalizar el periodo de fermentación esta se eleva a 30 °C. Los datos de pH inicial se tomaron en el mismo día, lo cual estuvo un rango de 6,63 lo mismo que corresponden a un pH ácido y los valores de pH que obtuvimos al final de los 60 días en el que el biol se fermento estuvo rango 7,55 este aumento de pH hacia la neutralidad nos indica que alcanzo las condiciones óptimas de este parámetro para un biol.
4. En la presente investigación en el análisis beneficio/costo se obtiene un beneficio de 0.39 dólares por cada dólar invertido, que al contabilizar resulta tan rentable la implementación de esta alternativa, considerando que el costo del galón de biol tiene un valor de \$12,00 al producir 20 galones de este tiene un valor de \$240,00 por lo tanto resulta barato producir biol en el biodigestor ya que obtendremos una mayor cantidad de biol, en una sola carga.

RECOMENDACIONES

1. El biol al presentar una menor concentración deberá ser aplicado por aspersión foliar que ayudará además en la eliminación de plagas, para esto se deberá diluir 4lts de producto en 20 lts de agua si es el caso de plantas maduras, sino 2lt en plantas en desarrollo o 1lt en plantas jóvenes. En pastos es recomendable usar 50 lts/ha/mes de biol diluido en 250 lts de agua.
2. Para que se dé un mejor proceso de fermentación del abono orgánico tipo biol se debe ubicar el biodigestor en un sitio donde exista una mayor concentración de temperatura, una buena circulación de aire y al mismo tiempo protegido de los rayos directos del sol, lo que permitirá un mejor proceso de fermentación del biol.
3. La administración de Centro de Bienestar Animal “Santa Teresita”, debería crear un sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos, con la finalidad de generar un mejor destino a los residuos que se producen en el centro.

BIBLIOGRAFIA

ACEVEDO, Patricia; et al. "Caracterización de fertilizantes orgánicos y estiércoles para uso como componentes de sustrato". SciELO [en línea], 2021, (México), vol 16, p. 238. [Consulta: 02 de mayo 2023]. ISSN 2007-7521. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/acag/v69n3/0120-2812-acag-69-03-234.pdf>.

ACOSTA, Belén. 2023. *Abono Orgánico: qué es, tipos, beneficios y cómo hacerlo* [blog]. [Consulta: 20 de abril 2023]. Disponible en <https://www.ecologiaverde.com/abono-organico-que-es-tipos-beneficios-y-como-hacerlo-1992.html>.

ACOSTA, Belén. 2021. *Función del nitrógeno en las plantas y su importancia* [blog]. [Consulta: 20 de abril 2023]. Disponible en <https://www.ecologiaverde.com/funcion-del-nitrogeno-en-las-plantas-y-su-importancia-2704.html>.

AGRONET. 2020. *Biodigestor produciría gas metano con material de poda* [blog]. [Consulta: 20 de abril 2023]. Disponible en <https://agronet.gov.co/Noticias/Paginas/Biodigestor-producir%C3%ADa-gas-metano-con-material-de-poda.aspx>.

AGROPINOS. 2022. *Beneficios de los fertilizantes orgánicos en sus cultivos* [blog]. [Consulta: 20 de abril 2023]. Disponible en <https://www.agropinos.com/blog/las-ventajas-de-los-fertilizantes-organicos>.

AGROPRODUCTORES. 2018. *Funciones fisiológicas del hierro en las plantas* [blog]. [Consulta: 20 de abril 2023]. Disponible en <https://agroproductores.com/el-hierro-en-las-plantas/>.

AGRORURAL. 2012. *Biol: El método artesanal preventivo que promueve minagri para mejorar el rendimiento y calidad de los productos agropecuarios* [blog]. [Consulta: 20 de abril 2023]. Disponible en <https://www.agrorural.gob.pe/biol-el-metodo-artesanal-preventivo-que-promueve-minagri-para-mejorar-el-rendimiento-y-calidad-de-los-productos-agropecuarios/#:~:text=El%20biol%20es%20un%20abono,hortalizas%2C%20frutales%2C%20entre%20otros>.

AGUILERA, Anailys. "El costo-beneficio como herramienta de decisión en la inversión en actividades científicas". SciELO [en línea], 2017, (Cuba), vol 11, p. 227. [Consulta: 02 de mayo 2023]. ISSN 2073-6061. Disponible en <http://scielo.sld.cu/pdf/cofin/v11n2/cofin22217.pdf>.

ALFARO AYALA, Marlene Lucrecia. Prevalencia de *Ancylostoma caninum* en *Canis lupus familiaris* en el área urbana y periurbana de la colonia Zacamil, del municipio de Mejicanos, San Salvador [En línea]. (Trabajo de titulación). Universidad de El Salvador. 2011, p. 16. [Consulta: 02 de 05 de 2023]. Disponible en <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/1518/1/13101280.pdf>.

ALVARADO FIGUEROA, William Ernesto, & MEDAL GARRIDO, Rene Antonio. Efecto del biol como fertilizante orgánico en tres cultivares de *Pennisetum purpureum* juigalpa, Chontales, Nicaragua, 2015 – 2016 [en línea] (trabajo de titulación). Universidad Nacional Agraria 2018, p. 26. [Consulta: 02 de mayo 2023]. Disponible en <https://repositorio.una.edu.ni/3783/1/tnf04a472e.pdf>.

ALVARADO FRANCO, Silvia Patricia. Elaboración de biol empleando dos tipos de sustratos, estiércol bovino y gallinaza, en dos tiempos de fermentación, en el cantón Milagro provincia del Guayas [en línea] (trabajo de titulación). Universidad Agraria del Ecuador, 2015, p. 25. [Consulta: 20 de abril de 2023]. Disponible en <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ALVARADO%20FRANCO%20SILVIA%20PATRICIA.pdf>

ALVAREZ QUINTO, Robert Alexander. Efecto de los biofertilizantes líquidos de producción local “bioles”, sobre el desarrollo de síntomas causados por el virus del mosaico de la calabaza (sqmv) en el cultivo de melón (*cucumis melo* l.) var. edisto en condiciones de invernadero [en línea] (trabajo de titulación). Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2011, p. 13. [Consulta: 02 de mayo 2023]. Disponible en <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/19052/2/tesis%20final.pdf>

ARENAS, Antonio. Control de excremento de perro en los espacios públicos municipales [en línea] (manual), 2014. [Consulta: 02 de mayo 2023]. Disponible en https://www.corvet.es/img/1rps_1439813577_a.pdf.

AULLA GUALÁN, Franklin Geovanny. Elaboración de biol a partir de frutas de descarte con la utilización de un biodigestor [en línea] (trabajo de titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2020, p. 29. [Consulta: 20 de abril 2023]. Disponible en <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/15509/1/27T00459.pdf>.

ÁVILA ONTIVEROS, Mónica Berenice, & LÓPEZ SOTO, Sofía. Composteo de heces caninas por medio de pilas estáticas a pequeña escala [en línea] (trabajo de titulación). Instituto Politecnico Nacional, 2011, p. 13. [Consulta: 02 de mayo 2023]. Disponible en <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/30498/%C3%81vila%20Ontiveros%2C%20M%C3%B3nica%20Berenice%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

BAINET. 2020. *Razas de perros: características, cuidados y fotos* [Blog] [Consulta: 20 de abril de 2023]. Disponible en <https://www.hogarmania.com/mascotas/perros/razas/pagina/2>.

BASANTES VALVERDE, Edwin Danilo. Elaboración y aplicación de dos tipos de biol en el cultivo de brocoli (*Brassica oleracea* Var. Legacy) [en línea] (trabajo de titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2009, p. 45. [Consulta: 02 de mayo 2023]. Disponible en <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/352/1/13T0646%20.pdf>.

BASURTO LOOR, Jhandry Manuel, & HUIZA MENÉNDEZ, Sarahy Fernanda. Implementación de un biodigestor a partir de residuos ganaderos, para uso domestico en la hacienda la esperanza, Calceta, Bolívar, Manabí [en línea] (trabajo de titulación). Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, 2017, p. 26. [Consulta: 02 de mayo 2023]. Disponible en <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/608/1/TMA126.pdf>.

BECERRA ÁVILA, Yuri Bibiana, & SÁNCHEZ SIERRA, Briyith Daniela. Aprovechamiento de materia fecal de caninos como abono orgánico para la rehabilitación de suelos [en línea] (trabajo de titulación). Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2020, p. 35. [Consulta: 02 de mayo 2023]. Disponible en <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/25177/BecerraAvilaYuriBibiana2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

BIOECO. *Los peligros de los fertilizantes químicos* [blog]. 2018. [Consulta: 02 de mayo 2023]. Disponible en <https://www.bioecoactual.com/2018/02/21/los-peligros-los-fertilizantes-quimicos/>.

BONGERS, Tom. Morfología de los nematodos [en línea] (manual). Universidad Nacional Costa Rica, 2015, p. 5. [Consulta: 02 de mayo 2023]. Disponible en <http://nemaplex.ucdavis.edu/Courseinfo/Curso%20en%20Espanol/Costa%20Rica%20Course/Esquivel%20ManualIdentif%202015.pdf>.

CABAL, S. 2017. Guía de buenas prácticas en proyectos de biodigestores [en línea]. Managua - Nicaragua. (guía). 2014, p. 8. [Consulta: 02 de mayo 2023]. Disponible en <https://www.sica.int/download/?89650>.

CAMPUSANO GRANDA, Soriam Luis. Respuesta a la aplicación de un fertilizante orgánico “Fossil Shell Agro” en la germinación de cacao “Theobroma cacao” usando cinco dosis en cuatro tipos de sustratos [en línea] (trabajo de titulación). Universidad de Guayaquil, 2008, p. 12. [Consulta: 02 de mayo 2023]. Disponible en <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/3131/1/Tesina%20en%20Germinaci%20de%20Cacao%20Soriam%20Campusano%20Grenda.pdf>.

CASTAÑO MORENO, Elizabeth, & BERNAL OSORIO, Sara Melisa. Validación del método de ensayo de coliformes totales y fecales por la técnica de número más probable (nmp) en la calidad del queso fresco producido a pequeña escala [en línea] (trabajo de titulación). Universidad Libre Seccional Pereira, 2015, p. 9. [Consulta: 02 de mayo 2023]. Disponible en <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/16168/VALIDACI%20DE%20M%20M%20C%2089TODO%20DE%20ENSAYO.pdf?sequence=1>.

CASTILLO, Douglas; et al. "contaminación ambiental por huevos de *toxocara sp.* En algunas plazas y parques públicos de Santiago de Chile". SciELO [en línea], 2000, (Chile), vol 55, p. 238. [Consulta: 02 de mayo 2023]. ISSN 0365-9402. Disponible en https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-94022000000300010

CEVALLOS CEVALLOS, Ana Rafaela. Producción de biol a partir de excretas de ganado vacuno en la finca toala león de la comunidad de Joa-Jipijapa [en línea] (trabajo de titulación). Universidad Estatal del sur de Manabí, 2020, p. 42 . [Consulta: 02 de mayo 2023]. Disponible en <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2747/1/CEVALLOS%20CEVALLOS%20ANA%20RAFAELA%20.pdf>.

CHÁVEZ, E; et al. 2011. Aplicación de biofertilizantes líquidos de producción local y su efecto en la rehabilitación de plantaciones de cacao fino y de aroma [en línea] (trabajo de titulación). Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2011, p. 2 . [Consulta: 02 de mayo 2023]. Disponible en <https://docplayer.es/43573342-Aplicacion-de-biofertilizantes-liquidos-de-produccion-local-y-su-efecto-en-la-rehabilitacion-de-plantaciones-de-cacao-fino-y-de-aroma.html>.

CORDERO BELTRÁN, Ivonne Magdalena. Aplicación de biol a partir de residuos: ganaderos, de cuy y gallinaza, en cultivos de *raph anus sativus l* para determinar su incidencia en la calidad del suelo para agricultura [en línea] (trabajo de titulación). Universidad Politecnica Salesiana, 2010, p. 30. [Consulta: 02 de mayo 2023]. Disponible en <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1505/13/UPS-CT002009.pdf>.

COMSA. 2020. *El biol, nuestro mejor aliado* [blog]. [Consulta: 02 de mayo 2023]. Disponible en <https://www.comsa.hn/el-biol-nuestro-mejor-aliado/>.

CORNEJO VERA, Adonis Abel. Evaluación de una fórmula de biol en la producción de cacao (*Theobroma cacao L*) [en línea] (trabajo de titulación). Universidad Agraria del Ecuador, 2021, p. 25. [Consulta: 02 de mayo 2023]. Disponible en <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CORNEJO%20VERA%20ADONIS%20ABEL.pdf>.

CORONA ZÚÑIGA, Iván. 2007. Biodigestores [en línea] (trabajo de titulación). Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 2007, p. 25. [Consulta: 02 de mayo 2023]. Disponible en <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/362/Biodigestores.pdf?sequence=1>.

CULTIFORT. 2018. *Importancia del calcio y del boro en la nutrición vegetal* [blog]. [Consulta: 02 de mayo 2023]. Disponible en <https://www.cultifort.com/calcio-boro-nutricion-vegetal/>.

DÍAZ QUISPE, Jim Axell. Obtención de biol a partir de los residuos sólidos orgánicos domiciliarios, utilizando microorganismos eficientes, en el distrito de Curimaná, Ucayali, Perú

[en línea] (trabajo de titulación). Universidad Nacional de Ucayali, 2022, p. 15. [Consulta: 02 de mayo 2023]. Disponible en http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/6059/B3_2023_UNU_AMBIENTAL_2023_T_JIM-DIAZ_DIEGO-GONZALES_V1.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

DÍAZ ROA, Carlos Andres. Implementación de un biodigestor para la generación de biogás y biol en Bogotá a partir de heces caninas usando un ecocatalizador como acelerante biológico [en línea] (trabajo de titulación). Universidad de La Salle, 2020, p. 29. [Consulta: 20 de 04 de 2023]. Disponible en https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=2202&context=ing_ambiental_sanitaria.

DOMINGUEZ, David. 2021. *Cómo hacer biol para nuestros cultivos* [blog]. [Consulta: 20 de abril de 2023]. Disponible en <https://estoesagricultura.com/como-hacer-biol/>.

DUNNER, S, & CAÑÓN, J. "Origen y diversidad de la especie canina". Revista veterinaria profesional de animales de compañía[en línea]. Madrid - España, 2014, p. 19. [Consulta: 20 de abril de 2023].

FAO. 2011. *Manual de biogás* [en línea]. Santiago de Chile: Proyecto CHI/00/G32, 2011. [Consulta: 20 de abril de 2023]. Disponible en <https://www.fao.org/3/as400s/as400s.pdf>.

FAO. *Los fertilizantes y su uso* [en línea]. París-Francia: IFA, 2002. [Consulta: 20 de abril de 2023]. Disponible en <https://www.fao.org/3/as400s/as400s.pdf>.

FERTIBOX.NET. 2019. El fósforo y su importancia en el crecimiento vegetal [blog]. [Consulta: 20 de abril de 2023]. Disponible en <https://www.fertibox.net/single-post/fosforo-agricultura>.

FERTILAB. 2019. El boro (b), en la nutrición de los cultivos [blog]. [Consulta: 20 de abril de 2023]. Disponible en [https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/El%20Boro%20\(B\)%20en%20la%20Nutricion%20de%20los%20Cultivos.pdf](https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/El%20Boro%20(B)%20en%20la%20Nutricion%20de%20los%20Cultivos.pdf).

GALÁN, Vanessa. 2023. Tipologías de razas perros [blog]. [Consulta: 20 de abril de 2023]. Disponible en <https://www.santevet.es/articulo/tipologias-razas-caninas>.

GARCÍA, Yoansy; et al. "Eliminación de bacterias perjudiciales de un Fertilizante Orgánico (biol) mediante un Tratamiento de Foto-degradación". El Misionero del Agro [en línea], 2018 (Ecuador), p. 11. [Consulta: 20 de abril de 2023]. Disponible en https://www.uagraria.edu.ec/publicaciones/revistas_cientificas/17/062-2018.pdf.

GARCÍA VERA, Gualberto Alexander. Influencia de los abonos orgánicos sobre las propiedades de los suelos en el cultivo de maíz (*Zea mays* L), [en línea] (trabajo de titulación).

Universidad Técnica de Babahoyo, 2019, p. 7. [Consulta: 20 de abril 2023]. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6012/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000128.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

GARRO ALFARO, Jorge. *"El suelo y los abonos orgánicos"*, INTA [en línea], 2016 (Argentina), p. 106. [Consulta: 02 de mayo 2023]. ISBN 978-9968-586-26-9. Disponible en <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F04-10872.pdf>.

GAVIN, Mary. 2022. Infecciones transmitidas por las mascotas [blog]. [Consulta: 20 de abril de 2023]. Disponible en <https://kidshealth.org/es/parents/pet-infections.html>.

GODOY SEGOVIA, Angéla María. Reciclaje de las heces fecales caninas en el parque neptuno mediante la elaboración de humus usando la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*)- Distrito de Santiago de Surco [en línea] (trabajo de titulación). Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, 2019, p. 29. [Consulta: 20 de abril 2023]. Disponible en http://repositorio.untels.edu.pe/jspui/bitstream/123456789/178/1/Godoy_Angelica_Trabajo_Suficiencia_2019.pdf.

GUANOPATÍN CHICAIZA, Mélida Rebeca. 2012. Aplicación de biol en el cultivo establecido de alfalfa (*Medicago sativa*) [en línea] (trabajo de titulación). Universidad Técnica de Ambato, 2019, p. 18. [Consulta: 20 de abril 2023]. Disponible en https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/969/1/Tesis_009agr.pdf.

HERNÁNDEZ, Mario Alejandro. *"Efecto de la fertilización orgánica foliar y al suelo con "biol" sobre el rendimiento y sanidad"*. Biológico agropecuaria [en línea], 2014 (México), p. 23. [Consulta: 20 de abril 2023]. ISSN: 2007-6940. Disponible en <https://biblat.unam.mx/hevila/RevistabiologicoagropecuariaTuxpan/2014/no3/19.pdf>.

INTAGRI. 2022. *Los abonos orgánicos. Beneficios, tipos y contenidos nutrimentales* [blog]. 1[Consulta: 20 de abril 2023]. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/los-abonos-organicos-beneficios-tipos-y-contenidos-nutrimentales>.

JARAMILLO CALDERON, Elizabeth. Propuesta de diseño de un biodigestor casero [en línea] (trabajo de titulación). Instituto Politécnico Nacional, 2011, p. 54. [Consulta: 20 de abril 2023]. Disponible en <https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/25406/1/Propuesta%20de%20dise%C3%B1o%20de%20un%20biodigestor%20casero.pdf>.

JUMBO MACAS, Miguel Angel. Evaluación de diferentes niveles de biol en la producción forrajera de *Brachiaria brizantha* (*Brizantha*) en el cantón San Miguel de los Bancos [en línea]

(trabajo de titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2018 p. 25. [Consulta: 02 de mayo 2023].

LABASTIDA BALDERAS, Xavier. 2014. Diseño de un digestor para generar humus fertilizante a partir de residuos sólidos fecales caninos [en línea] (trabajo de titulación). Universidad Autónoma de Puebla, 2014 p. 28. [Consulta: 02 de mayo 2023]. Disponible en <https://repositorioinstitucional.buap.mx/bitstream/handle/20.500.12371/6713/741414T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

LARA GUILCAPI, Edwin Sebastián, & HIDALGO CHIMBORAZO, María Belén. Diseño de un biorreactor y conducción del biogas generado por las excretas de ganado vacuno, estación Tunshi - ESPOCH [en línea] (trabajo de titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2012 p. 37. [Consulta: 02 de mayo 2023].

LEÓN BECERRA, Esteban Geovanny. Evaluación de la eficacia de bioles en un cultivo hortícola [en línea] (trabajo de titulación). Universidad Politécnica Salesiana, 2018, p. 42. [Consulta: 02 de mayo 2023]. Disponible en <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15178/1/UPS-CT007495.pdf>.

LUJE ASIMBAYA, Jaime Luis. Elaboración de bioles producidos a partir de desechos del camal municipal de Cayambe (sangre y rumen) [en línea] (trabajo de titulación). Universidad Central del Ecuador, 2018, p. 45. [Consulta: 02 de mayo 2023]. Disponible en <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/15928/3/T-UCE-0004-CAG-039.pdf>.

MANZANILLAS VÉLEZ, Alcides Leonardo. Determinación de la presencia de campylobacter sp. En perros con sintomatología clínica de diarrea en las clínicas veterinarias de la ciudad de Loja y el hospital docente veterinario de la UNL, [en línea] (trabajo de titulación). Universidad Nacional de Loja, 2012, p. 40. [Consulta: 02 de mayo 2023]. Disponible en <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5397/1/Tesis%20Campylobacter.pdf>.

MARTÍNEZ, Ignacio; et al. Contaminación parasitaria en heces de perros, recolectadas en calles de la ciudad de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México. SciELO [en línea], 2008 (México), vol 39, p. 176. [Consulta: 02 de mayo 2023]. ISSN 0301-5092. Disponible en <https://www.scielo.org.mx/pdf/vetmex/v39n2/v39n2a6.pdf>

NTE INEN 1529-10. (1998) *(Spanish)*. *Control Microbiológico de los Alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuento en placa por siembra en profundidad*

NTE INEN 1529-5. (2006) *(Spanish)*: *Control microbiológico de los alimentos. Determinación de la cantidad de microorganismos aerobios mesofilos. REP*

OLAYA ARBOLEDA, Yeison. Fundamentos para el diseño de biodigestores. en línea] (manual). Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira, 2010, p. 13. [Consulta: 02 de mayo 2023]. Disponible en <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/10762/luisoctaviogonzalezsalcedo.20121.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. 2020. Zoonosis: definición [blog]. [Consulta: 20 de mayo 2023]. Disponible en <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/zoonoses>.

OYUELA BARAHONA, Fredy Adalid. Evaluación de la producción de biogás y biol a partir de la torta de *Jatropha curcas* L [en línea] (trabajo de titulación). Zamorano, 2010, p. 26. [Consulta: 02 de mayo 2023]. Disponible en <https://bdigital.zamorano.edu/bitstreams/d4ae5591-833b-4c5e-b230-52d897762838/download>.

PEÑAHERRERA, Diego; et al. 2021. *Insumo agroecológicos: estrategia de resiliencia al cambio climático en la agricultura familiar campesina (AFC)*, [en línea]. Quito - Ecuador: 2021. [Consulta: 02 de mayo 2023]. Disponible en https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5965/1/GUIA%20DE%20ELABORACI%C3%93N%20DE%20ABONOS%20ORG%C3%81NICOS%2024.06.2022_compressed.pdf

PEREDA, Melina. 2022. *Análisis costo beneficio: por que este proceso es fundamental para los negocios* [blog]. [Consulta: 02 de mayo 2023]. Disponible en <https://rockcontent.com/es/blog/analisis-costo-beneficio/>.

PÉREZ LUNA, Yolanda del Camen, & ÁLVAREZ SOLÍS, José David . "Efecto de la aplicación de biofertilizantes sobre el rendimiento de maíz en parcelas con y sin cobertura vegetal" IDESIA [en línea], 2021 (Chile) vol. 39, p.32 . [Consulta: 02 de mayo 2023]. ISSN 0718-3429. Disponible en https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292021000400029.

PIORNO, María Alicia. Caracterización de un residuo orgánico de relevancia para la salud pública en la ciudad de San Carlos de Bariloche: excretas caninas [en línea] (trabajo de titulación). Universidad Nacional Rio Negro, Rio Negro, Argentina. 2012. p. 15. [Consulta: 20 de 04 de 2023]. Disponible en <https://rid.unrn.edu.ar/bitstream/20.500.12049/495/1/Piorno%20TFI.pdf>.

POZO SÁNCHEZ, Gina Gabriela. 2019. Caracterización del biol producido en biodigestores de tipo tradicional y de cúpula fija [en línea] (trabajo de titulación). Universidad Estatal Amazónica, Santa Clara - Ecuador. 2019. p. 26. [Consulta: 20 de abril de 2023]. Disponible en <https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/632/1/T.AGROP.B.UEA.1152>.

PUGA VERA, Enrique Antonio. Proceso de elaboración y utilización del abono orgánico (biol) en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L), [en línea] (trabajo de titulación). Universidad Técnica de Babahoyo, Babahoyo - Ecuador. 2017. p. 25. [Consulta: 20 de abril de 2023]. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3313/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000084.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

QUIÑONES, Henrry; et al. 2016. Evaluación de la calidad de un abono líquido producido vía fermentación homoláctica de heces de alpaca [en línea] (trabajo de titulación). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima - Perú. 2016. p. 15. [Consulta: 20 de abril de 2023]. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/341/34149036009.pdf>.

RADMAN, Ester; et al. "Toxocara canis en caninos". *Acta bioquím clín latinoam*, SciELO [en línea], 2006, (Argentina), vol. 42, p. 23. [Consulta: 02 de mayo 2023]. ISSN 0325-2957, Disponible en <https://www.scielo.org.ar/pdf/abcl/v40n1/v40n1a07.pdf>.

RENDÓN ORTIZ, Andrés Renato. 2013. Elaboración de abono orgánico tipo biol a partir de estiércol de codorniz enriquecido con alfalfa y roca fosfórica para elevar su contenido de nitrógeno y fósforo [en línea] (trabajo de titulación). Universidad Técnica de Ambato, Ambato - Ecuador. 2013. p. 35. [Consulta: 02 de mayo de 2023]. Disponible en <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6642/1/BQ%2049.pdf>.

RESTREPO, Jairo. *Biofertilizantes preparados y fermentados a base de mierda de vaca* [manual en línea], 2007, (Colombia), p. 30. [Consulta: 02 de mayo de 2023]. ISBN 978-958-44-1280-5. Disponible en <http://agroecologia.org/wp-content/uploads/2016/12/ABC-de-la-Agricultura-organica-Abonos-organicos.pdf>.

SALGADO ZEBALLOS, Víctor Ramiro. Análisis de mesófilos aerobios, mohos y levaduras, coliformes totales y salmonella spp. En cuatro ingredientes utilizados en la planta de lácteos de Zamorano, Honduras [en línea] (trabajo de titulación). Zamorano, Zamorano, Honduras., 2002, p. 30. [Consulta: 02 de mayo 2023]. Disponible en <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/ce49b27a-44ea-4282-bb74-c0590a0e77ad/content>.

SUEIRO GARRA, Alejandro; et al. 2011. El uso de biofertilizantes en el cultivo del frijol: una alternativa para la agricultura sostenible en Sagua La Grande, Revista academica de Economía [en línea], 201, (Cuba), p. 1. [Consulta: 02 de mayo de 2023]. ISBN 1696-8352. Disponible en <https://www.eumed.net/cursecon/ecolat/cu/2011/gpm.html>.

TAVIZÓN ALVARADO, Eva Patricia. Diseño de un biodigestor para desechos orgánicos de origen vegetal [en línea] (trabajo de maestría). Centro de Investigación en Materiales Avanzados, Chihuahua - México. 2010. p. 23. [Consulta: 20 de abril de 2023]. Disponible en

<http://mwm.cimav.edu.mx/wp-content/uploads/2015/04/Tesis-Tavizon-Alvarado-Eva-Patricia.pdf>.

TOALOMBO YUMBOPATIN, Martha Cristina. Aplicación de abonos orgánicos líquidos tipo biol al cultivo de mora (*Rubus glaucus* Benth) [en línea] (trabajo de titulación). Universidad Técnica de Ambato, Ambato - Ecuador, 2013, p. 32. [Consulta: 02 de mayo 2023]. Disponible en <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6490/1/Tesis-64%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20205.pdf>.

TUASA CÓRDOVA, Cristina Marisol. Prevalencia de helmintos gastrointestinales zoonóticos de caninos en tres parques turísticos de la ciudad de Ambato [en línea] (trabajo de titulación). Universidad Técnica de Ambato, Ambato - Ecuador. 2015. p. 29. [Consulta: 20 de abril de 2023]. Disponible en <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/18365/1/Tesis%2030%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-CD%20339.pdf>.

ULLOA, José. Valoración de tres tipos de bioles en la producción de rábano (*Raphanus sativus*) [en línea] (trabajo de maestría). Universidad de Piura, Piura - Perú. 2015. p. 45. [Consulta: 20 de abril de 2023]. Disponible en https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2611/MAS_GAA_025.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

VALLADARES CARNERO, Franco. Modelamiento del proceso de digestión anaeróbica de estiércol vacuno y cascara de cacao [en línea] (trabajo de titulación). Universidad de Piura, Piura - Perú. 2017. p. 19. [Consulta: 20 de abril de 2023]. Disponible en https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3069/IME_225.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

VÉLEZ QUIJIJ, Víctor Javier, & ZAMBRANO SOLÓRZANO, Maykel Robinson. Análisis de diferentes preparaciones de biol en la producción del cultivo de maíz (*Zea mays*) en el cantón Chone [en línea] (trabajo de titulación). Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí, Chone - Ecuador. 2019. p. 24. [Consulta: 20 de abril de 2023]. Disponible en <https://repositorio.ulead.edu.ec/bitstream/123456789/2297/1/ULEAM-AGRO-0051.pdf>.

VILLAMAR MOREIRA, Jean Pierre. Efectos del biol bovino en rendimientos de biomasa verde y valores nutricionales del pasto saboya (*Megathyrus maximus*) [en línea] (trabajo de titulación). Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí "Manuel Félix López", Calceta - Ecuador. 2022. p. 26. [Consulta: 20 de abril de 2023]. Disponible en https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1881/1/TIC_MV07D.pdf.

YUGLA LABRE, Jorge Luis. Propuesta para la elaboración de biol mediante fermentación a partir de residuos orgánicos generados por el faenamiento de bovinos [en línea] (trabajo de titulación). Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamaba - Ecuador, 2021, p. 32. [Consulta: 02 de mayo 2023]. Disponible en [http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/8626/1/YUGLA%20LABRE%20JORGE%20L.%20%E2%80%9CPropuesta%20para%20la%20elaboraci%C3%B3n%20de%20biol%20mediante%20fermentaci%C3%B3n%20a%20partir%20de%20residuos%20org%C3%A1nicos%20generados%20por%20el%20faenamiento%](http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/8626/1/YUGLA%20LABRE%20JORGE%20L.%20%E2%80%9CPropuesta%20para%20la%20elaboraci%C3%B3n%20de%20biol%20mediante%20fermentaci%C3%B3n%20a%20partir%20de%20residuos%20org%C3%A1nicos%20generados%20por%20el%20faenamiento%20).

YONCA GARCÍA, Sandra Nohemí. Introducción a los invertebrados [en línea] (hoja técnica de divulgación). Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Ciudad Juárez - México. 2020, p. 32. [Consulta: 02 de mayo 2023]. Disponible en <https://www.uacj.mx/ICB/UEB/documentos/IntroduccionALosInvertebrados.pdf>.

ZEGERS, Gabriel; et al. 2021. *Elaboración y usos del biol* [blog]. [Consulta: 02 de mayo de 2023]. Disponible en <https://www.portalfruticola.com/noticias/2021/09/29/elaboracion-y-usos-del-biol-un-abono-natural-en-la-agricultura-sostenible/>

ANEXOS

ANEXO A: TABLA DE DATOS RECOLECTADOS DENTRO DE LA INVESTIGACIÓN

BIODIGESTOR		
Características	BIOL	
	Inicial	Final
Microbiológicas		

Coliformes totales (UFC/mL)	31000	2100
E. Coli (UFC/mL)	25000	<1
Aerobios mesófilos (UFC/mL)	34000	2500
Mohos y levaduras (UFC/mL)	30000	<1
Fisicoquímicas		
pH	6,63	7,55
Temperatura (°C)	20	30
Nitrógeno (%)	1,17	1,16
Fosforo (%)	0,17	0,07
Potasio (%)	0,09	0,08
Calcio (%)	0,04	0,08
Azufre (%)	0,03	0,02
Magnesio (%)	0,06	0,01
Zinc (ppm)	10,15	6,98
Sodio (ppm)	34,20	31,65
Boro (ppm)	3,31	9,11
Cobre (ppm)	4,22	0,22
Hierro (ppm)	4,90	2,15
Manganeso (ppm)	16,90	0,23

Realizado por: Castro, Adriana, 2023

ANEXO B: BIDÓN PARA LA ESTRUCTURA DEL BIODIGESTOR



Realizado por: Castro, Adriana, 2023

ANEXO C: MATERIALES PLÁSTICOS PARA LA ESTRUCTURA DEL BIODIGESTOR



Realizado por: Castro, Adriana, 2023

ANEXO D: MATERIAL PARA LA SALIDA DEL GAS



Realizado por: Castro, Adriana, 2023

ANEXO E: MATERIA PRIMA PARA EL BIOL



Realizado por: Castro, Adriana, 2023

ANEXO F: TRITURACION DE MATERIA VEGETAL



Realizado por: Castro, Adriana, 2023

ANEXO G: PESAJE DE LOS MATERIALES



Realizado por: Castro, Adriana, 2023

ANEXO H: MEZCLA DEL BIOL



Realizado por: Castro, Adriana, 2023

ANEXO I: TESIS IMPLEMENTADA



Realizado por: Castro, Adriana, 2023

ANEXO J: TOMA DE MUESTRA PARA ANALISIS DE LABORATORIO



Realizado por: Castro, Adriana, 2023

ANEXO K: RESULTADOS DE ANALISIS DE LABORATORIO INICIAL Y FINAL



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO

DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS DEL
APRENDIZAJE



UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS
REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 04/ 01 / 2024

INFORMACIÓN DE LOS AUTORES
Nombres – Apellidos: Adriana Mishell Castro Chimbolema
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias Pecuarias
Carrera: Zootecnia
Título a optar: Ingeniera Zootecnista
f. Analista de Biblioteca responsable: Ing. Fernanda Arévalo M.



2076-DBRAI-UPT-2023