



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

“OBTENCIÓN DE BIOLES Y BIOSOLES A PARTIR DEL LODO QUE SE EXTRAERÍA DE LAS ERAS DE SECADO DEL CAMAL MUNICIPAL DEL CANTÓN AMBATO”

Trabajo de titulación

Tipo: Proyecto de investigación

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

AUTOR: JAVIER FERNANDO ESPÍNDOLA CÁCERES

TUTOR: ING. HANNIBAL BRITO MOINA

RIOBAMBA – ECUADOR

2018

©2018, Javier Fernando Espíndola Cáceres

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

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

El Tribunal del trabajo de titulación certifica que: el trabajo de investigación: “**Obtención de bioles y biosoles a partir del lodo que se extrae de las eras de secado del Camal Municipal del cantón Ambato**”, de responsabilidad del señor: Javier Fernando Espíndola Cáceres, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, quedando autorizada su presentación.

NOMBRE

FIRMA

FECHA

Ing. Hannibal Brito Moina
DIRECTOR DE TRABAJO
DE TITULACIÓN

Ing. Andrés Beltrán Dávalos
MIEMBRO DE TRIBUNAL
DE TITULACIÓN

Yo, Javier Fernando Espíndola Cáceres soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo de titulación, y el patrimonio intelectual del trabajo de titulación pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

Javier Fernando Espíndola Cáceres

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación a Dios, porque siempre está conmigo siendo mi soporte y bendiciéndome. A mi esposa Nathalie que siempre me apoya en cada aspecto de mi vida, pues ella jamás dudó de lo alto que puedo llegar, por su confianza y por velar por mi bienestar. A mis padres por ser ese ejemplo a seguir, y a mis hermanas por su cariño.

Fernando

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por la vida, por la sabiduría y la fuerza que me ha brindado para alcanzar esta meta, gracias a mi esposa Nathalie quien me apoya incondicionalmente, por el amor, la paciencia y los consejos que supo brindarme, también quiero agradecer a mis padres me han apoyado en cada proyecto.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, especialmente a quienes forman parte de la Escuela de Ciencias Químicas, por los conocimientos brindados y por haberme formado como una profesional útil para la sociedad.

De manera especial, mi más sincero agradecimiento al Ing. Hannibal Brito, director de este trabajo de titulación pues gracias a su valioso apoyo y aporte de conocimientos, he concluido con éxito esta investigación.

Al Camal Municipal del Cantón Ambato, por su colaboración en el desarrollo de la fase experimental de esta investigación.

Y, por último, pero no menos importante a mis amigos, a mi segunda familia que sin duda siempre serán parte importante de mi vida.

A todos ustedes muchas gracias.

Fernando

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1	MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	6
1.1	Matadero o Camal Frigorífico.....	6
1.1.1	Impactos que generan los camales.....	6
1.1.2	Industria de la carne.....	7
1.2	Residuos sólidos.....	7
1.3	Contaminación Ambiental	7
1.3.1	Contaminación del agua.....	8
1.3.2	Contaminación del Aire.....	8
1.3.3	Ruido.....	9
1.3.4	Materiales residuales y desechos	9
1.4	Gestión integral de los residuos sólidos orgánicos	9
1.5	Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos.....	10
1.5.1	Agricultura Orgánica	10
1.6	Biol.....	12
1.6.1	Composición química	12
1.6.2	Obtención de biol.....	14
1.6.3	Ingredientes para la elaboración del biol	15
1.6.4	Factores que intervienen en la formación de biol	16
1.6.5	Aplicación del biol.....	17
1.7	Biosol	18
1.7.1	Composición química	18
1.7.2	Forma y dosis de aplicación del biosol	19

CAPÍTULO II

2	MARCO METODOLÓGICO.....	20
2.1	Población de estudio	20
2.2	Tipo y Diseño de Investigación.....	20

2.3	Obtención de la muestra.....	20
2.3.1	Ubicación.....	20
2.3.2	Materia prima.....	21
2.3.3	Muestreo	22

CAPÍTULO III

3	MARCO DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS	30
3.1	Obtención de biol	30
3.2	Análisis Químico del biol.....	32
3.3	Relación Carbono/Nitrógeno	35
3.4	Rendimiento del biol	36
3.5	Análisis Químico del biosol	36
3.5.1	Relación Carbono/Nitrógeno	40
3.6	Análisis estadístico.....	41
3.6.1	Análisis de costos	46
	CONCLUSIONES	48
	RECOMENDACIONES	48

GLOSARIO

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Composición de Biol	14
Tabla 2-1 Características del biosol elaborado a partir de estiércol vacuno	18
Tabla 1-2: Materiales utilizados para el muestro	24
Tabla 2-2: Relación de insumos utilizados en la producción de biol	24
Tabla 1-3: Contenido de Nitrógeno.....	32
Tabla 2-3: Contenido de Fósforo	32
Tabla 3-3: Contenido de Potasio	32
Tabla 4-3: Contenido de Cobre	33
Tabla 5-3: Contenido de Hierro	33
Tabla 6-3: Contenido de Zinc	33
Tabla 7-3: Contenido de Calcio	34
Tabla 8-3: Contenido de Magnesio	34
Tabla 9-3: Sulfatos	35
Tabla 10-3: Contenido de Materia Orgánica.....	32
Tabla 11-3: Relación C/N	35
Tabla 12-3: Porcentaje de rendimiento para los tratamientos	36
Tabla 13-3: Ph.....	36
Tabla 14-3: Contenido de Nitrógeno.....	37
Tabla 15-3: Contenido de Fósforo	38
Tabla 16-3: Contenido de Potasio	38
Tabla 17-3: Contenido de Cobre	38
Tabla 18-3: Contenido de Hierro	39
Tabla 19-3: Contenido de Zinc	39
Tabla 20-3: Contenido de Calcio	39
Tabla 21-3: Contenido de Magnesio	40
Tabla 22-3: Sulfatos	40
Tabla 23-3: Contenido de Materia Orgánica.....	37
Tabla 24-3: Relación Carbono/Nitrógeno	40
Tabla 25-3: Diferencia de medias según el tratamiento en cuanto a Nitrógeno.....	42
Tabla 26-3: Diferencia de medias según el tratamiento en cuanto a Potasio	42
Tabla 27-3: Diferencia de medias según el tratamiento en cuanto a Fósforo	43
Tabla 28-3: Diferencia de medias según el tratamiento en cuanto a Calcio	43
Tabla 29-3: Diferencia de medias según el tratamiento en cuanto a Magnesio	43

Tabla 30-3: Diferencia de medias según el tratamiento en cuanto a Hierro	44
Tabla 31-3: Diferencia de medias según el tratamiento en cuanto a Cobre	44
Tabla 32-3: Diferencia de medias según el tratamiento en cuanto a Zinc	44
Tabla 33-3: Diferencia de medias según el tratamiento en cuanto a Nitrógeno.....	44
Tabla 34-3: Diferencia de medias según el tratamiento en cuanto a Potasio	45
Tabla 35-3: Diferencia de medias según el tratamiento en cuanto a Fósforo	45
Tabla 36-3: Diferencia de medias según el tratamiento en cuanto a Calcio	45
Tabla 37-3: Diferencia de medias según el tratamiento en cuanto a Magnesio	45
Tabla 38-3: Diferencia de medias según el tratamiento en cuanto a Hierro	45
Tabla 39-3: Diferencia de medias según el tratamiento en cuanto a Cobre	45
Tabla 40-3: Diferencia de medias según el tratamiento en cuanto a Zinc	46
Tabla 41-3: Costo de producción de un litro de biol.....	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Diagrama de opciones para el tratamiento de residuos	10
Figura 1-2: Ubicación del Camal Municipal en la ciudad de Ambato	21
Figura 2-2: Eras de secado del Camal Municipal	22
Figura 3-2: Extracción del lodo de las eras de secado.	23
Figura 4-2: Recolección de la muestra.....	23

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3: Comportamiento de pH durante el proceso.	30
Gráfico 3-3: Comportamiento de la temperatura durante el proceso.	31

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A: Marco Legal **¡Error! Marcador no definido.**
- ANEXO B: Eras de Secado del Camal Municipal de Ambato
- ANEXO C: Recolección de la muestra
- ANEXO D: Ingredientes utilizados para la elaboración del biol
- ANEXO E: Biodigestores
- ANEXO F: Cosecha del biol
- ANEXO G: Etiquetado del biol
- ANEXO H: Biosol

ABREVIATURAS

°C	Grados Centígrados
B1	Biodigestor experimental 1
B2	Biodigestor experimental 2
C/N	<i>Relación Carbono/Nitrógeno</i>
Ca	Calcio
g:	Gramos
Kg	Kilogramos
L	Litros
Mg	Magnesio
mg/Kg	Concentración
mg/l	Concentración
MO	Materia Orgánica
N	Nitrógeno
P	Fósforo
PF	Peso Final
pH	Potencial de Hidrogeno
PI	Peso Inicial
Tc	Tratamiento de control

RESUMEN

El objetivo fue obtener bioles y biosoles a escala de laboratorio del lodo que se extrae de las eras de secado del Camal Municipal del Cantón Ambato en la provincia de Tungurahua, se inicio recolectando residuos orgánicos del camal (una mezcla de rumen, orina pelo y estiércol), como sustrato con tres repeticiones cada uno (B1, B2 y B3), en tres biodigestores de veinte litros de capacidad, y un biodigestor a base estiércol puro como materia prima utilizado como testigo (Tc). Cada tratamiento fue mezclado con agua, levadura, melaza, suero de leche y ceniza, posteriormente se sometió a un periodo de descomposición anaerobia durante cuarenta y cinco días. Se adaptó el área de investigación para evitar la interferencia de variables externas, al finalizar la fermentación se extrajo de los biodigestores la parte líquida (BIOL) y la parte sólida (BIOSOL) para realizar el análisis físico químico. Los resultados obtenidos en los dos tratamientos fueron muy similares sin embargo el biol resultante del tratamiento testigo (Tc) resultó ser el abono orgánico que presentó mejores características con las concentraciones de nitrógeno (1326,96 mg/L), calcio (2821 mg/L), magnesio (1502 mg/L), fósforo (519,70 mg/L) hierro (36,87 mg/L), cobre (0,84 mg/L) y zinc (1,87 mg/L), que demostró que el tipo de residuo orgánico influye en su calidad nutricional. Para el caso del Biosol el tratamiento B (lodo) presentó una cierta ventaja en las concentraciones de nitrógeno (14217,35mg/L), fósforo (365,33mg/L), calcio (24970,46 mg/L), hierro (1031,08 mg/L), cobre (54,27mg/L), zinc (70,01 mg/L) en comparación al Tc, B2 y B3. Este estudio ofrece una alternativa para el aprovechamiento de los residuos generados en el camal mediante la elaboración de abonos orgánicos y de esa manera también se obtendría ingresos adicionales. Se recomienda ampliar el estudio mediante la comparación de Bioles obtenidos a partir del lodo variando la relación materia orgánica/agua.

PALABRAS CLAVES: <BIOTECNOLOGÍA>, <INGENIERÍA AMBIENTAL>, <RESIDUOS ORGÁNICOS> <BIODIGESTOR> <BIOL> <BIOSOL> <BIOABONOS> <CAMAL MUNICIPAL> <AMBATO (CANTÓN)>

ABSTRACT

The objective was to obtain biol and biosol on a laboratory scale from mud that is extracted from the drying eras of the Municipal slaughterhouse from Ambato in the province of Tungurahua. It started by collecting organic residues from the slaughterhouse (a mixture of rumen, urine, hair and manure), as a substrate with three repetitions each (B1, B2 and B3), in three biodigesters of twenty liters capacity, and a digester based on pure manure as a raw material used as a control (Tc). Each treatment was mixed with water, yeast, molasses, buttermilk and ash, later it was submitted a period of anaerobic decomposition for forty-five days. The research area was adapted to avoid the interference of external variables, at the end of the fermentation, the liquid part (BIOL) and the solid part (BIOSOL) were extracted from the biodigesters to carry out the physical and chemical analysis. The results obtained in the two treatments were very similar, however the biol resulting from the control treatment (Tc) turned out to be the organic fertilizer that presented better characteristics with nitrogen concentrations (1326,96 mg/L), calcium (2821 mg/L), magnesium (1502 mg/L), phosphorus (519,70 mg/L) iron (36,87 mg/L), copper (0,84 mg/L) and zinc (1,87 mg/L), which showed that the type of organic waste influences in its nutritional quality. In the case of Biosol, treatment B (mud) showed a certain advantage in the concentrations of nitrogen (14217.35mg / L), phosphorus (365.33mg / L), calcium (24970,46 mg/L), iron (1031,08 mg/L), cooper (54,27mg/L), zinc (70,01 mg/L) compared to Tc, B2 and B3. This study offers an alternative in the use of waste generated in the slaughterhouse through the elaboration of organic fertilizers and in that way additional income would also be obtained. It is recommended to extend the study by comparing Biol which was obtained from mud by varying organic matter / water ratio.

KEY WORDS: <BIOTECHNOLOGY>, <ENVIRONMENTAL ENGINEERING>, <ORGANIC RESIDUES> <BIODIGESTOR> <BIOL> <BIOSOL> <BIOFERTILIZER> <MUNICIPAL SLAUGHTERHOUSE > <AMBATO (CANTON)>

INTRODUCCIÓN

Los residuos generados a diario por las diferentes actividades que realizan las industrias, provocan gran preocupación a nivel mundial, pues las grandes cantidades, influyen negativamente en el ambiente y por consecuencia en la salud de la población. La falta de alternativas para el aprovechamiento de residuos, actualmente se ha convertido en una problemática general, haciéndose primordial la búsqueda de opciones que permitan a la humanidad reducir significativamente el daño que se genera en el ambiente.

Las industrias productoras de carne se han incrementado en los últimos años, debido al crecimiento demográfico y por la necesidad de satisfacer la demanda de alimento que la población requiere, puesto que es la principal fuente de proteína y un componente básico para la alimentación de los seres humanos; en el Ecuador, como en muchos países del mundo, se ha convertido en el elemento nutricional más ampliamente consumido.

En el país, varias industrias tanto públicas como privadas están dedicadas al faenamiento de ganado, destacándose principalmente la de los camales municipales, dependencias referentes en la ejecución y actividades de la industria cárnica en las ciudades. Los camales municipales, fueron creados con el objetivo de cumplir efectivamente con las medidas de calidad de faenamiento de animales, aspecto que favorece al consumidor; sin embargo, no se han preocupado por los daños ambientales que se han provocados a causa de la falta de tratamiento de los residuos que se generan. Estos residuos no son debidamente tratados ni aprovechados por falta de infraestructura, equipos especializados, y principalmente por el desconocimiento del valioso beneficio de tratar residuos.

Mediante fermentación anaerobia, junto con una serie ingredientes que aporten microorganismos, se puede obtener una sustancia viscosa concentrada que, dependiendo de la calidad contribuye al desarrollo de las plantas. De igual manera el residuo sólido que se obtiene luego de extraer la parte líquida también se puede utilizar como abono orgánico.

En la presente investigación se propone la elaboración de biol y biosol a partir de los residuos orgánicos generados en el Camal Municipal de Ambato. Con los resultados obtenidos, se aprovechara de mejor manera los residuos del camal y de esa manera reducir significativamente el impacto generan al ambiente; también podría ser una nueva fuente de ingresos para la Municipalidad

JUSTIFICACIÓN

Los residuos sólidos generan un impacto al ambiente tanto al aire, al agua, al suelo y al ser humano por la manipulación directa ocasionando riesgos ocupacionales. La falta de educación ambiental de los ciudadanos generan un impacto de contaminación, por ende se ha visto la necesidad de contribuir al buen manejo de los residuos orgánicos como un recurso útil y beneficioso considerando una alternativa para la obtención de biofertilizantes.

La presente investigación propone la elaboración de bioles y biosoles a partir de los desechos orgánicos generados por el ganado bovino en el Camal Municipal del Cantón Ambato, enfocada en dar un aprovechamiento que permitan la disminución de daños ambientales y el aumento de ingresos económicos para la Municipalidad.

En el año 2016, el camal municipal recibió la certificación Matadero bajo inspección Oficial MABIO. De igual manera se construyó un digestor diseñado para el procesamiento de la sangre de bovinos para su posterior transformación en harina, la misma que se utiliza en la elaboración de alimento balanceado de otras especies animales. (GAD AMBATO, 2016). Sin embargo no se tomó en cuenta el resto de los residuos generados (rumen, orina, estiércol, pelo) que son depositados en eras de secado y luego llevados al relleno sanitario para su disposición final.

La minimización de daños ambientales será una realidad para los lugares aledaños al botadero saturado por la mala disposición final de los residuos del ganado bovino producido en grandes cantidades, causante de vectores de contaminación que generan enfermedades para los seres humanos y animales.

Los ingresos económicos y la aceptación de la ciudadanía mejorarán la imagen de la Administración de la Municipalidad de Ambato, puesto que, a más de la comercialización de abonos orgánicos, también se logrará que disminuya la dependencia de abonos químicos causantes de la degradación y daño de los suelos de cultivo, propagadores de enfermedades para el ser humano.

ANTECEDENTES

La Ilustre Municipalidad de Ambato conjuntamente con la empresa UNICONMAC CIA. LTDA en junio del 2005, realizaron un estudio de impacto ambiental EX - POST del Camal Municipal de Ambato dando como resultado que los procesos de faenamiento producen una contaminación permanente en cuanto a deterioro del aire, contaminación del agua y suelo, alteración indirecta de la fauna y flora y contaminación del cuerpo hídrico.

Glynn J., Runnalls O.J.C. (1996) mencionan que, “Un residuo es definido según el estado físico en que se encuentre. Existen por tanto tres tipos de residuos, desde este punto de vista, sólidos, líquidos y gaseosos. Es importante notar que el alcance real de esta clasificación puede fijarse en términos descriptivos o, como es realizado en la práctica, según la forma de manejo asociado; por ejemplo un tambor con aceite usado y que es considerado residuo, es un líquido, pero su manejo va a ser como un sólido pues es transportado en camiones y no por un sistema de conducción hidráulica”.

La utilidad de conocer la composición de los residuos sirve para una serie de fines, entre los que se pueden destacar estudios de factibilidad de reciclaje, factibilidad de tratamiento, investigación, identificación de residuos, estudio de políticas de gestión de manejo, entre otros.

Chiliquinga C. y Donoso H. (2012) menciona que los desechos producto del faenamiento junto con aguas servidas, son descargados directamente al caudal del río Pachanlica, causando el aumento de la contaminación de esta microcuenca, lo cual incide negativamente en el medio ambiente y por ende en el ecosistema.

A pesar de que en el camal existe un biodigestor diseñado para el tratamiento de la sangre, no es utilizado con frecuencia debido a que la cantidad que se genera en el camal supera la capacidad del biodigestor por lo que todavía cierta cantidad de esa sangre son destinadas hacia las eras de secado del camal o son descargadas directamente hacia el río.

Así mismo, el estiércol, cuernos, pezuñas, huesos, decomisos (desechos sólidos) son arrojados en un botadero improvisado a la intemperie, por esta razón, el efecto en el ambiente se localiza en estos sitios provocando alteraciones en la flora y la fauna, debido a que estos desechos orgánicos producen impactos mayoritariamente negativas.

Al reincorporar la materia orgánica, previamente tratada, los suelos se enriquecen y se hacen más fértiles traduciéndose en un incremento de la flora, pero la disposición de materia orgánica en sitios inadecuados da lugar a la proliferación de vectores como ratas, moscas, aves de carroña, que son transmisores de muchas enfermedades.

Por todas estas razones amerita realizar un estudio para buscar las mejores alternativas para descontaminar los focos más críticos tratando de reducir la población de microorganismos patógenos y elementos contaminantes. Estos aspectos van determinando la generación directa de impactos ambientales provocados por el inadecuado manejo y disposición de los subproductos (rumen, estiércol y sangre), los cuales son con pocas excepciones, enterrados o dirigidos a los sistemas de tratamiento de aguas residuales, ocasionando el colmatado de los mismos y una alta carga contaminante en las aguas residuales generadas durante las labores productivas, las cuales son vertidas a fuentes hídricas cercanas.

La industria cárnica requiere elevados volúmenes de agua para llevar a cabo sus procesos productivos, a manera de ejemplo, se puede citar que en los mataderos, la tasa media del volumen de efluentes está alrededor de 8.3 L/Kg de peso vivo de los animales procesados.

OBJETIVOS

GENERAL:

Obtener bioles y biosoles a escala de laboratorio a partir del lodo que se extrae de las eras de secado del Camal Municipal del Cantón Ambato.

ESPECÍFICOS:

- Determinar el proceso de elaboración de biol y biosol a partir del lodo residuo de faenamiento de ganado bovino generado en el Camal Municipal de Ambato.
- Establecer las características físico-químicas de bioles y biosol elaborados.
- Realizar el análisis económico de del tratamiento en estudio.

CAPÍTULO I

1 MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1 Matadero o Camal Frigorífico.

Es un establecimiento formado por instalaciones que tienen como función el sacrificio de animales cuyos productos son destinados para el consumo humano; el camal debe estar aprobado por las autoridades competentes. En Ecuador, los mataderos y camales que son administrados por los municipios, cumplen un papel importante, pues estos establecimientos garantizan una buena calidad de la carne con una preparación y distribución higiénica. (Veall 1992, p 2)

Los mataderos o camales frigoríficos son establecimientos que cuentan con instalaciones adecuadas y equipo mecánico necesario para el sacrificio, manipulación, elaboración, preparación y conservación de las especies de carnicerías bajo distintas formas, con aprovechamiento racional de los subproductos no comestibles. (Álvarez A., 2015, p. 26). Los camales de competencia municipal, tienen el deber de ofrecer un servicio a la comunidad, que garantice que el ganado se encuentra sano, que se cumpla con la normativa legal y que su proceso de faenamiento esté acorde con la legislación ambiental vigente.

1.1.1 Impactos que generan los camales.

El camal frigorífico genera una serie de residuos sólidos de tipo orgánico, (estiércol, pelos, grasas, huesos, pedazos de carne y partes no comestibles) que son enviados directamente al sistema de alcantarillado sin un manejo adecuado lo que provocan serios problemas ambientales en el agua, suelo y aire.

1.1.2 Industria de la carne

La industria de la carne es considerada como una de las más contaminantes del sector alimentario, debido al tipo de productos que manipula y que con frecuencia dan lugar a un elevado grado de contaminación. A ello se debe añadir una serie de características del sector como son:

- Se encuentra muy propagada, lo que da lugar a que la producción de residuo sea elevada a nivel global, esto provoca la formación de pequeños pero focos de vertidos en múltiples lugares.
- El presupuesto destinado para la gestión de residuos es insuficiente.
- Una gran cantidad de agua es utilizada en los procesos de producción y limpieza.
- Por lo general las entidades públicas o mancomunidades son las que se hacen cargo del tratamiento de los residuos, con tratamientos inadecuados frecuentemente.
- Existe frecuentemente un desconocimiento en el sector de las cargas contaminantes de este tipo de industrias.

1.2 Residuos sólidos

Es cualquier sustancia, productos o subproductos en estado sólido o semisólido, que no presenta características de peligrosidad en base al código C.R.T.I.B., originado a partir del uso de un bien tanto en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios, que no tiene valor para quien lo genera, pero que es susceptible de aprovechamiento y transformación en un nuevo bien con un valor económico agregado. (TULSMA, 2015, pp. 20)

1.3 Contaminación Ambiental

La contaminación es la introducción de sustancias en un medio provocando que éste sea inseguro o no apto para su uso. Por ende la contaminación es uno de los problemas principales que hoy enfrenta el Planeta Tierra en uno de sus componentes más importantes el suelo. (Campos, 2008)

Existen dos tipos de contaminación, la contaminación natural que son los diferentes fenómenos naturales como por ejemplo un volcán activo aporta grandes cantidades de sustancias externas y contaminantes equivalentes a carias industrias; y la contaminación antrópica que es causada principalmente por actividades humanas. (Bautista F. 1999, pp. 17)

Esta degradación del medio ambiente por un contaminante externo puede provocar daños en la vida cotidiana del ser humano y alterar las condiciones de supervivencia de la flora y la fauna. Algunas

fuentes de información indican que parte de esta contaminación es creada por las personas de bajos recursos, ya que en sus casas no se asignan un lugar adecuado para realizar sus necesidades, es por eso que lo realizan en tierras cerca de los hogares, causando así enfermedades y tierras degradadas, cabe indicar que se da este factor porque son creados por los seres humanos, dichos factores alteran negativamente el estado natural que posee el medio ambiente y como consecuencia trae cambios dañinos para la salud. (Solis L. y Amado J., 2003, pp. 223)

1.3.1 Contaminación del agua

La industria cárnica es una de las más consumidoras de agua debido a que los procesos de limpieza de animales y en los procesos de matanza e instalaciones de sacrificio, faenado, despique y elaboración. Se consume aproximadamente 6 litros de agua por cada kilogramo de carne que se pone en el mercado. Como consecuencias de esta gran cantidad de agua consumida y a la gran cantidad de sustancias orgánicas que se derivan de los procesos de limpieza de canales e instalaciones, se obtienen vertidos de aguas residuales con unos niveles de contaminación de DBO₅, DQO, sólidos en suspensión y amoníaco bastante altos. (Valentinuzzi F. 2003)

Para el tratamiento de aguas residuales se debe implementar plantas depuradoras de agua, esto implica una gran inversión debido a eso tienen que pagarse unas tasas superiores para el sacrificio. Esto genera un problema, pues los animales no serían sacrificados en mataderos, sino al aire libre en lugares clandestinos en los que no es posible garantizar un control total de las condiciones higiénicas. (Barraque., et al, 1979, p.25)

1.3.2 Contaminación del Aire

La emisión de olores es originada por el olor propio de los animales y por los cambios que sufren la materia orgánica. En el proceso de extracción de vísceras, se abre el paquete intestinal y se vacía el contenido del tubo digestivo, esto contribuye a que los mataderos tengan problemas de olores. Dado que en el área de los mataderos no se conocen emisiones que no sean biológicamente degradables, pueden utilizarse sistemas de lavado y filtrado biológicos a fin de reducir los olores. Además se dispone también, entre otras cosas, de métodos de adsorción y absorción. La materialización de sistemas de aireación y ventilación, para gases de escape, exige inversiones elevadas que pueden hacer necesarias unas tasas de uso de los mataderos que no puedan ser costeadas por los usuarios. (Parker, 2001, pp. 644)

En general, las emisiones de olores pueden reducirse tomando las siguientes medidas:

- Planificación de locales de trabajo y producción cerrados, sin ventanas abribles;
- Procesos en circuito cerrado;
- Montaje de esclusas;
- Evitar la acumulaciones de materiales que originen olores;
- Sistemas de salida de aire con el correspondiente tratamiento del aire.

1.3.3 Ruido

Las maquinas utilizadas en los distintos procesos hace que en algunas ocasiones se presenten problemas de ruido. Dado que no se trata de empresas con una producción intensiva de ruidos, bastan las correspondientes medidas técnicas como el montaje de silenciadores, etc. para respetar los valores límite/orientativos respecto al vecindario. (Sans R. y Ribas J., 1989 pp. 80)

1.3.4 Materiales residuales y desechos

En cuanto a los materiales residuales de la industria elaboradora de la carne deben distinguirse:

- El estiércol que se obtiene del contenido del tubo digestivo extraído en la tripería.
- Materiales residuales útiles para la fabricación de subproductos;
- Desechos para destrucción y/o depósito en vertederos.
- Residuos de cartón, papel, que se generan en las tareas administrativas

1.4 Gestión integral de los residuos sólidos orgánicos en camales

Las alternativas de gestión integral para las plantas de beneficio de animales deben estar orientadas de forma prioritaria con la generación, separación, movimiento interno, almacenamiento intermedio y/o central, desactivación, recolección, transporte, tratamiento y/o disposición final.

La recuperación y separación de los residuos de manera integral es esencial. Primero se debería valorar como un subproducto y utilizarlo en la producción de otros productos tales como harinas, compostaje o generación de energía; de esta manera al separar los residuos, facilitaría el tratamiento de las aguas residuales y cumplir con la legislación ambiental vigente.

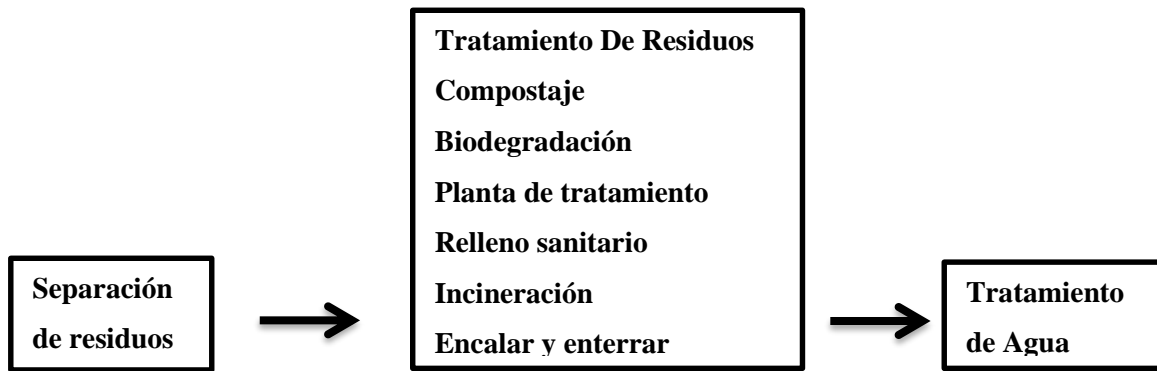


Figura 1-1: Diagrama de opciones para el tratamiento de residuos

Fuente: Guía para el Manejo de los Residuos y Mataderos Municipales

1.5 Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos

El máximo aprovechamiento de los residuos generados y en consecuencia la minimización de las basuras, contribuye a conservar y reducir la cantidad de residuos que van a los sitios de disposición final o que simplemente son dispuestos en cualquier sitio contaminando el ambiente.

El aprovechamiento debe realizarse siempre y cuando sea económicamente viable, técnicamente factible y ambientalmente conveniente.

1.5.1 Agricultura Orgánica

Es un sistema de producción que promueven la producción segura de alimentos y desde el punto de vista ambiental, social y económico se basa en la utilización al máximo los recursos existentes localmente, dándole énfasis a la fertilidad del suelo y la actividad biológica y al mismo tiempo a minimizar el uso de recursos no renovables reduciendo el uso de fertilizantes y plaguicidas sintéticos para proteger el medio ambiente y la salud humana.

Ventajas de la agricultura orgánica.

- Favorece la fertilidad del suelo
- Conserva o aumenta la materia orgánica en el suelo
- Protege y recupera las tierras y los recursos naturales de los efectos nocivos de la agricultura convencional
- Favorece la salud de los trabajadores, consumidores y el ambiente, al eliminar riesgos por uso de insumos químicos de síntesis.

Abonos orgánicos foliares

Los abonos orgánicos son materiales de origen natural en contraposición a los fertilizantes de industrias de síntesis. La calidad de los abonos orgánicos depende de sus materias primas y de su proceso de preparación.

Los abonos orgánicos están compuestos por residuos de origen animal, vegetal o mixto que son adicionados al suelo con la finalidad de mejorar las características físicas, biológicas y químicas. Estos residuos pueden ser restos de cultivos dejados en el campo después de la cosecha; cultivos para abonos en verde (principalmente leguminosas fijadoras de nitrógeno); desechos orgánicos producto de la explotación agropecuaria (estiércol, purín); restos orgánicos del procesamiento de productos agrícolas; desechos domésticos, (basuras de vivienda, excretas); compost preparado con las mezclas de los compuestos antes mencionados. (Vivas Y, 2009)

Obtención de los abonos orgánicos foliares

Se obtienen a través de la fermentación, en un medio líquido, con estiércol de animales, especialmente vacuno, frutas y hojas de plantas con estimulantes como: suero de leche, melaza, levaduras, sales minerales, eso va a depender del tipo del abono orgánico que se va elaborar. En el proceso de biofermentación, además de aportar con nutrientes al suelo los abonos orgánicos contribuyen con vitaminas enzimas aminoácidos, ácidos orgánicos, y una gran riqueza microbiana que ayudan a tener una mejor disposición de minerales para la planta, haciéndose ésta resistente a insectos dañinos y a enfermedades. (Añasco & Picado, 2005)

Obtención de los abonos orgánicos

a. Sin procesar.

- Excretas animales
- Desechos vegetales
- Abonos verdes.

b. Procesados

- Compost.
- Bocashi.
- Lombricompost.
- Ácidos húmicos.
- Abono líquido fermentado (biol)
- Te de estiércol.

1.6 Biol

Es un abono líquido, proveniente de la fermentación anaerobia de residuos orgánicos y estiércol, rico en nitrógeno amoniacal, aminoácidos, vitaminas y minerales. Provee de fitoreguladores a suelos de cultivo, potencia la germinación de las semillas, el enraizamiento, crecimiento y floración de las plantas. Complementa el proceso de fertilización del suelo, permite reutilizar desechos de animales y no tiene ningún efecto peligroso para el ambiente, actúa contrarrestando a las plagas que pueden alimentarse de las hojas, tallos y frutos pues se asimila fácilmente. Dependiendo de nuestras necesidades y el tipo de cultivo que tengamos se van a programar aplicaciones sistemáticas mientras dure el periodo de siembra, crecimiento y floración, gracias a la presencia de hormonas vegetales de crecimiento. Algunos tipos de material orgánico pueden producir compuestos que actúan como repelentes de insectos, aunque no los matan, los desestabilizan y mantienen las plagas dentro de límites tolerables sin necesitar compuestos químicos que son muy peligrosos y bioacumulables. Aproximadamente el 90 % del material entrante en el biodigestor se transforma en biol, debido a la variación en las características de sus componentes se puede decir que cada biol es único, pero generalmente en el proceso se mantienen las proporciones de elementos como N, P, K, Mg y se evidencia un bajo porcentaje de sólidos totales que van desde el 1 al 5%. (Cajamarca, 2012 pp 27)

1.6.1 Composición química

El biol es un producto, rico en humus y una baja carga de patógenos, tiene una buena actividad biológica, desarrollo de fermentos nitrosos y nítricos, microflora, hongos y levaduras que serán un excelente complemento a suelos improductivos o desgastados. Está compuesto en su mayoría por materia orgánica alrededor del 22,87% hasta el 40,48%, dependiendo de la materia prima que se utilice. (Cajamarca, 2012 pp. 29)

VENTAJAS:

- Se puede elaborar en base a los insumos que se encuentran en la comunidad.
- No requiere de una receta determinada, los insumos pueden variar.
- Su preparación es fácil y puede adecuarse a diferentes tipos de envase.
- Mejora el vigor del cultivo, y le permite soportar con mayor eficacia los ataques de plagas y enfermedades y los efectos adversos del clima.
- Promueve las actividades fisiológicas y estimula el desarrollo de las plantas.
- Es un abono orgánico que no contamina el suelo, agua, aire ni los productos obtenidos de las plantas.
- Aumenta la fertilidad natural del suelo.
- Es un complemento nutricional para las plantas.
- Es de bajo costo, se produce en la misma parcela, en su elaboración se emplea los recursos locales.
- Mejora y logra incrementar la producción de los cultivos.
- Actúa como revitalizador de las plantas que han sufrido o vienen sufriendo estrés, ya sea por plagas, enfermedades, sequías, heladas, granizadas o interrupción de los procesos normales de la planta, mediante una oportuna, sostenida y adecuada aplicación.
- Mejora la calidad de los productos dándoles una buena presentación en el mercado.

DESVENTAJAS:

- El tiempo desde la preparación hasta la utilización es largo.
- En extensiones grandes se requiere de una mochila para aplicar.
- Cuando no se protege de la radiación solar las mangas (biodigestores rústicos), tienden a malograrse disminuyendo su período de utilidad.

Tabla 1-1: Composición de Biol

	Bovino	Porcino
pH	6,91	7,29
C.E. (mS/cm)	6,7	10,3
Densidad (g/cm³)	1	0,97
NT (%)	0,25	0,41
P₂O₅ (%)	0,17	0,05
S.T. (%)	2,86	0,48
K (%)	0,06	0,04
Mg (%)	0,032	0,013
Cu (%)	0,1	0,2
Co (%)	0,1	0,1
Fe (%)	3,9	1,6
Mn (%)	0,5	0,8
Zn (%)	0,5	0,6

Fuente: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, 2015

El biol al ser agregado al suelo contribuye en el aumento de la materia orgánica, esto es favorable y de gran importancia para la evolución, formación y estructuración del suelo debido a que el biol se le considera como una reserva de nitrógeno. El biol aumenta y fortalece el enraizamiento de las plantas así como la actividad de los microorganismos en el suelo. La capacidad de fertilización del biol es mayor al estiércol fresco y al estiércol compostado debido a que el nitrógeno es convertido a amonio (NH₄), el cual es transformado en nitratos. (Proaño D. 2008, pp. 15)

1.6.2 Obtención de biol

Hay diversas formas para la producción de biol debido a que sus componentes pueden variar dependiendo de las necesidades, de la disponibilidad de los recursos locales y de las condiciones ambientales, sin embargo se debe controlar la relación entre los componentes para evitar la putrefacción. En la biodigestión, la fuente de carbono serán los residuos sólidos orgánicos y la fuente de nitrógeno será el estiércol, gracias a que su composición oscila entre el 3 y el 5 % de compuestos nitrogenados, además es la fuente de la carga bacteriana que va a degradar los residuos.

1.6.3 Ingredientes para la elaboración del biol

Estiércol.

Tiene principalmente la función de aportar los microorganismos que ayudan en el proceso de fermentación, 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 que se encuentran en el tanque de fermentación.

Leche o suero de leche.

Tiene la función de reavivar la mezcla de la misma forma que lo hace la melaza, aporta vitaminas, proteínas, grasa y aminoácidos para la formación de otros compuestos orgánicos que se generan durante el periodo de la fermentación del biol, al mismo tiempo permite la reproducción de la microbiología de la fermentación (Restrepo J, 2007. pp. 20).

Melaza.

Sirven como fuente de energía para los microorganismos, quienes se encargan de descomponer los materiales orgánicos. Además proveen cierta cantidad de boro, calcio y otros nutrientes. Su función es aportar la energía necesaria para activar el metabolismo microbiológico, para que el proceso de fermentación se potencialice además de aportar otros componentes en menor escala como son algunos minerales entre ellos calcio, fósforo boro, hierro, azufre zinc y magnesio (Medina, 2000, pp. 45).

Levadura.

“Se denomina levadura a cualquiera de los diversos hongos microscópicos unicelulares que son importantes por su capacidad para realizar la descomposición mediante fermentación de diversos cuerpos orgánicos, principalmente los azúcares o hidratos de carbono, produciendo distintas sustancias” (Bamforth, 2007, pp. 291)

Agua.

Favorece en la creación de condiciones óptimas para el desarrollo de la actividad y reproducción de los microorganismos durante la fermentación. El exceso de humedad al igual que la falta de ésta, afecta la obtención de un abono de buena calidad. Tiene la función de facilitar el medio líquido donde se multiplica todas las reacciones bioenergéticas y químicas de la fermentación anaerobia del biol (Salgado & Nuñez, 2010, pp. 5).

1.6.4 Factores que intervienen en la formación de biol

Temperatura

Cuando se evidencia un aumento de la temperatura es una señal de que existe un incremento de la actividad microbiológica del abono. Aproximadamente, después de 12 horas de haber iniciado el proceso de fermentación, el abono debe presentar temperatura que puede superar fácilmente los 50°C, lo que es buena señal para continuar con las demás etapas del proceso. Las temperaturas óptimas tienen un rango de entre 35 y 55 °C pues a esa temperatura las bacterias metanogénicas digieren más eficientemente la materia orgánica, además, se consigue eliminar patógenos, malas hierbas y parásitos (López et al, 2013, pp 16).

Humedad interna del biodigestor

La humedad óptima para lograr la efectividad máxima del proceso de fermentación del abono oscila entre el 50% y el 60% en peso. Una humedad inferior al 40% es indicador de una descomposición muy lenta de los materiales orgánicos. Cuando la humedad es superior al 60%, la cantidad de poros que están libres en el agua son muy pocos, lo que dificulta la oxigenación de la fermentación (Restrepo, 2001, pp 18).

Relación Carbono Nitrógeno

La relación ideal de un buen abono de rápida fermentación, se calcula que esta entre 25-35%. Las relaciones menores pueden resultar en pérdidas considerables de nitrógeno por volatilización, mientras que las relaciones mayores provocan una fermentación más lenta (Restrepo, 2007).

Relación materia orgánica-agua.

La cantidad de materia orgánica varía de acuerdo a su origen, pero se puede trabajar con concentraciones de 50-50 o 25-75 respectivamente, dependiendo de la cantidad de materia prima de la que se disponga, aunque lo más recomendable es utilizar 1/3 de materia orgánica y 2/3 de agua, es decir 25-75 (Restrepo J, 2007, pp. 20).

Potencial hidrógeno (pH)

Es un factor muy importante ya que actúa directamente sobre la actividad de los microorganismos, para la fabricación de biol se requiere de un pH que oscile entre un 6 y 7.5, ya que los valores extremos inhiben la actividad microbiológica. Durante los primeros días el pH desciende hasta 5 por la producción de ácidos orgánicos (Restrepo, 2001, pp. 18).

Conductividad eléctrica (CE)

Sirve para medir la concentración total de sales presentes en una solución, aunque no indica que sales están presentes. La conductividad eléctrica se expresa en dS/cm (Restrepo, 2001, pp. 18).

Aditivos

Las levaduras son microorganismos que sintetizan sustancias antimicrobiales y que son útiles para el crecimiento de las plantas a partir de aminoácidos y azúcares secretados por bacterias fototróficas, materia orgánica y raíces de las plantas. Las sustancias bioactivas, como hormonas y enzimas, producidas por las levaduras, promueven la división celular activa. Estos microorganismos cuando entran en contacto con la materia orgánica secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales, y fundamentalmente sustancias antioxidantes que promueven la descomposición de materia orgánica aumentando el contenido de humus (Medina, 2000).

1.6.5 Aplicación del biol

Se utilizan diferentes métodos de aplicación de acuerdo con los requerimientos del suelo o de las plantas, el sistema más común de aplicación de fertilizantes es por rociado, en forma manual o

mecánica. También se puede aplicar disuelto en el agua de riego, pero es necesario tener una buena nivelación o un sistema de riego por aspersión para lograr una distribución uniforme.” (Eusse, 1994). Otra manera de aplicación se basa en el análisis foliar, de tal modo que en presencia de otros fertilizantes (particularmente nitrógeno) no baje el contenido de potasio por debajo del uno por ciento de la materia seca.” (Rodríguez S., 2009, pp. 25)

1.7 Biosol

Es el resultado de separar la parte sólida del “fangos” resultante de la fermentación anaeróbica . Dependiendo de la tecnología empleada, el biosol tratado puede alcanzar entre el 25% a solo 10% de humedad. Su composición depende mucho de los residuos que se emplean para su fabricación (Aparcana Robles. & Jansen, 2008, pp. 6).

1.7.1 Composición química

Tabla 2-1 Características del biosol elaborado a partir de estiércol vacuno

Componentes	%
Materia orgánica seca	60.3
pH	7.6
Nitrógeno total	2.7
Fósforo	1.6
Potasio	2.8
Calcio	3.5
Magnesio	2.3
Sodio	0.3
Azufre	0.3
Boro	64.0
Agua	15.3

Fuente: (Aparcana Robles. & Jansen, 2008)

1.7.2 Forma y dosis de aplicación del biosol

El biosol se aplica en el campo de igual manera que el compost. Las cantidades de biosol que se emplea usualmente depende del tipo de cultivo y suelo, (entre 2 a 4 Ton/ha). Se puede incluir el biosol en el suelo antes de colocar las semillas a una profundidad de 10 a 20 cm aproximadamente. Durante la germinación y el crecimiento se puede seguir abonando el suelo y puede ser reforzado con fertilizantes químicos en cantidades mucho menores a las que normalmente se utilizan. En la agricultura orgánica el biosol es empleado sin fertilizantes químicos. (Aparcana Robles. & Jansen, 2008)

CAPÍTULO II

2 MARCO METODOLÓGICO

2.1 Población de estudio

Para la presente investigación se tomó como población el Camal Frigorífico Municipal Ambato, situado a 3,5 km de la ciudad de Ambato, ubicado en la zona norte de la ciudad en el Parque Industrial

2.2 Tipo y Diseño de Investigación

Es cuantitativa por estudio de caso: adopta una estrategia para la recolección de la muestra y se pone a prueba una hipótesis.

Dentro del nivel de investigación, es de tipo explicativa pues se determinó la influencia que tienen el pH y temperatura en la obtención de biol y biosol.

Es de tipo experimental, pues se estuvo controlando las variables ya mencionadas: pH y temperatura.

Por la utilización del conocimiento: APLICATIVA.

2.3 Obtención de la muestra

2.3.1 Ubicación

La toma de la muestra necesaria para la obtención del abono orgánico, se llevó a cabo en las eras de secado del Camal Municipal ubicado en la ciudad de Ambato cuyas coordenadas UTM son: 17 M 764880 9862639 con una elevación media de 2459 msnm.

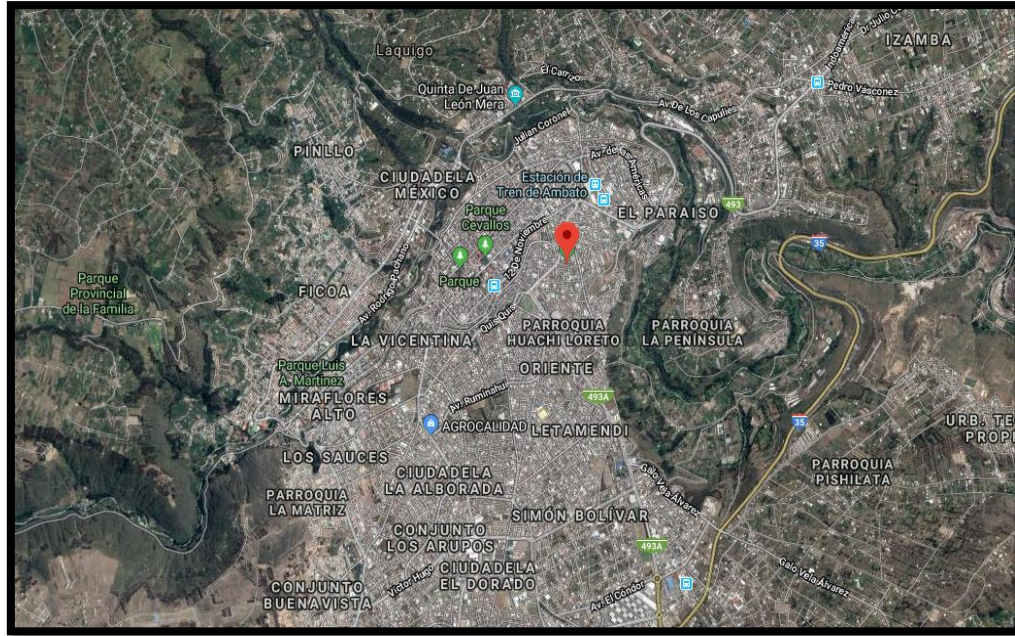


Figura 1-2: Ubicación del Camal Municipal en la ciudad de Ambato

Fuente: Google Earth

Realizado por: Espíndola F. 2018

2.3.2 *Materia prima*

Como materia prima se utilizaron los desechos orgánicos (Lodos) provenientes de los proceso de limpieza de animales instalaciones de sacrificio, faenado, despiece y elaboración del Camal Municipal de Ambato. Este lodo es una mezcla de todos los desechos orgánicos generados en el Camal Frigorífico Municipal Ambato (rumen, orina estiércol, pelo, etc.). Estos residuos no tienen ningún tipo de tratamiento adecuado, únicamente son enviados a las eras de secado del camal y posteriormente se envía al Relleno Sanitario de la Ciudad la parte sólida y la parte líquida enviada al río Pachanlica.



Figura 2-1: Eras de secado del Camal Municipal

Realizado por: Espíndola F. 2018

2.3.3 *Muestreo*

Con la ayuda de los trabajadores del lugar se identificó el sitio donde se disponen los residuos. Una vez en el lugar objetivo del muestreo fue obtener una parte representativa de los residuos, se recolectó 10 kg de lodo aproximadamente en fundas plásticas ziplock los cuales fueron transportados al área escogida para realizar el experimento.

En el lugar existen dos eras de secado y con la ayuda de una pala se realizó un muestreo puntual, la muestra se colocó en fundas ziploc de alrededor de 5 kg de capacidad, posteriormente las muestras se colocaron en un contenedor de plástico de 20L para su correspondiente homogeneización.



Figura 2-2: Extracción del lodo de las eras de secado.

Realizado por: Espíndola F. 2018



Figura 3-2: Recolección de la muestra

Realizado por: Espíndola F. 2018

Tabla 1-2: Materiales utilizados para el muestro

Materiales y equipo	
<ul style="list-style-type: none">• Balde de 10 L• Mandil• Mascarilla• Bolsas de plástico	<ul style="list-style-type: none">• Botas de caucho• Guantes• Pala

Realizado por: Espíndola F. 2018

Obtención del biol

Tomando procedimientos de estudios anteriormente realizados, la relación de materia orgánica/agua recomendada es de 1/3 partes de materia orgánica y 2/3 partes de agua, con esta consideración se realizó el experimento

Insumos	
<ul style="list-style-type: none">• Agua• Melaza• Suero de leche• Humus	<ul style="list-style-type: none">• Levadura• Ceniza de leña

Realizado por: Espíndola F. 2018

Tabla 2-2: Relación de insumos utilizados en la producción de biol

Tratamiento	Desechos del Camal	Estiércol	Agua	Levadura	Suero de leche	Melaza	Ceniza	Humus	Total
Tc Testigo		28,33%	56,66 %	0,90%	2,90%	1,70%	2,30%	7,20%	100 %
B1, B2, B3	28,33%		56,66 %	0,90%	2,90%	1,70%	2,30%	7,20%	100 %

Fuente: Taipicaña, D. 2015

Preparación del sustrato

En un balde de 20 L de capacidad, se colocó el lodo proveniente del camal y agua no potable para realizar una dilución 1:3 mezclando homogéneamente. Durante la mezcla se añadió la melaza que actuará como fuente de energía para el desarrollo de las bacterias metanogénicas. Una vez realizada la mezcla y verificar que no hay grumos se vacía en el bidón de agua de 20 L con la ayuda de un embudo, se toma la temperatura a la que se encuentra la dilución.

Construcción e instalación del biodigestor

Cargado el biodigestor con los materiales a descomponerse, finalmente se sella con una tapa de sellado hermético para evitar el ingreso de aire, en la tapa del biodigestor se coloca una manguera para que sea expulsado los gas metano al exterior.

El biodigestor debe estar a una temperatura adecuada para que pueda acelerar su proceso de producción, por lo que se lo cubrió de plástico de invernadero y se lo adecuó dentro de aislantes térmicos herméticos.

Iniciado el proceso de descomposición de la materia orgánica se deja fermentar por un tiempo de 45 días, lapso en el cual cada una de las unidades experimentales dejaron de burbujear gas indicando el fin del proceso fermentativo.

Se realizó un control permanente de pH y temperatura interna del biodigestor, el proceso de fabricación así lo exige.

Una vez obtenido el biol se procede a envasarlo en recipientes limpios y asépticos, con cierre hermético, debidamente etiquetados, para ser almacenados en un lugar fresco a temperatura ambiente

Calidad nutricional del biol

Al terminar el período de fermentación se tomó una muestra de cada unidad experimental (Tc, B1, B2 y B3) para su posterior análisis químico en un laboratorio para determinar el contenido de N, P, K, Ca, Mg, Zn, Fe, Cu

Determinación de Nitrógeno (N)

Para la determinación del contenido de nitrógeno en muestras orgánicas se utiliza el método **Kjeldahl**. En este método la muestra se destruye por oxidación con ácido sulfúrico concentrado. El nitrógeno se separa sin pérdidas de su matriz de enlace y se transforma completamente en nitrógeno amoniacal inorgánico ($\text{NH}_4^+\text{-N}$). Una vez finalizada la reacción de

digestión, todo el nitrógeno de la muestra debe haberse convertido en nitrógeno amoniacal. La cantidad de amonio presente en la muestra se determina por medio de una titulación.

Determinación de Fósforo (P)

El método se basa en la reacción del ión fosfato con molibdato (MoO_4^{2-}) que da lugar a fosfomolibdato ($[\text{NH}_4]_8\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$). el cual es reducido por ácido ascórbico origina un compuesto, denominado “azul de molibdeno”. La intensidad del color azul va variar con la concentración de fósforo presente en la solución. Se pueden utilizar muchos compuestos como reductores, debido a las diferencias en las condiciones químicas en las soluciones. (Murphy y Ailey, 1962, pp. 31-36)

Determinación de Magnesio (Mg)

El análisis de Manganese se determinó de acuerdo al método; Estándar Methods. Ed 21/2005 3500/3030 E 3111B.

La metodología consiste en: 2 g (peso seco) de biomasa que se sometieron a digestión con ácido nítrico y peróxido de hidrógeno mediante reflujo a 150°C por dos horas. El digerido que ha reducido su volumen fue diluido hasta 100 mL con agua destilada, posteriormente la solución fue filtrada y en el filtrado se determinó la concentración de los metales mediante absorción atómica.

Determinación de Cobre (Cu)

Las cenizas de la muestra se disuelven en medio ácido y se diluyen con agua. La absorbancia de cada elemento a su longitud de onda específica y las calibraciones con soluciones patrón permite determinar la concentración de cada elemento en la muestra.

Determinación de Hierro (Fe)

La determinación del hierro se basó en la formación de un complejo rojo-naranja de hierro (II) con o-fenantrolina.

Método

En un vaso de precipitación se colocó una alícuota de la muestra y 0.5 mL de hidroxilamina ajustando el pH a 4. La solución se colocó en un balón de 25 mL con la adición de 1 mL de la disolución de la o-fenantrolina, posteriormente se aforó y midió la absorbancia.

Determinación de Zinc (Zn)

El contenido de Zn se determinó por espectrofotometría de absorción atómica. La determinación de Zn (II) se realizó tomando 1 mL y diluyendo con agua desionizada hasta 100 mL y midiendo la absorbancia suministrada.

Monitoreo de parámetros del biol.

Temperatura

Una vez empezado el proceso de fermentación, se tomó la temperatura interna cada 3 días con ayuda de un termómetro de mercurio.

pH

Se realizó la medición en cada tratamiento, cada 3 días, con la finalidad de determinar la curva de comportamiento del potencial de hidrógeno en el biol; para ello se usó el pH-metro.

Rendimiento total

Se determinó mediante la relación de pesos; antes de iniciar el proceso de fermentación y la cantidad de biol obtenido. Para ello se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento} = \frac{PF}{PI} * 100$$

Dónde:

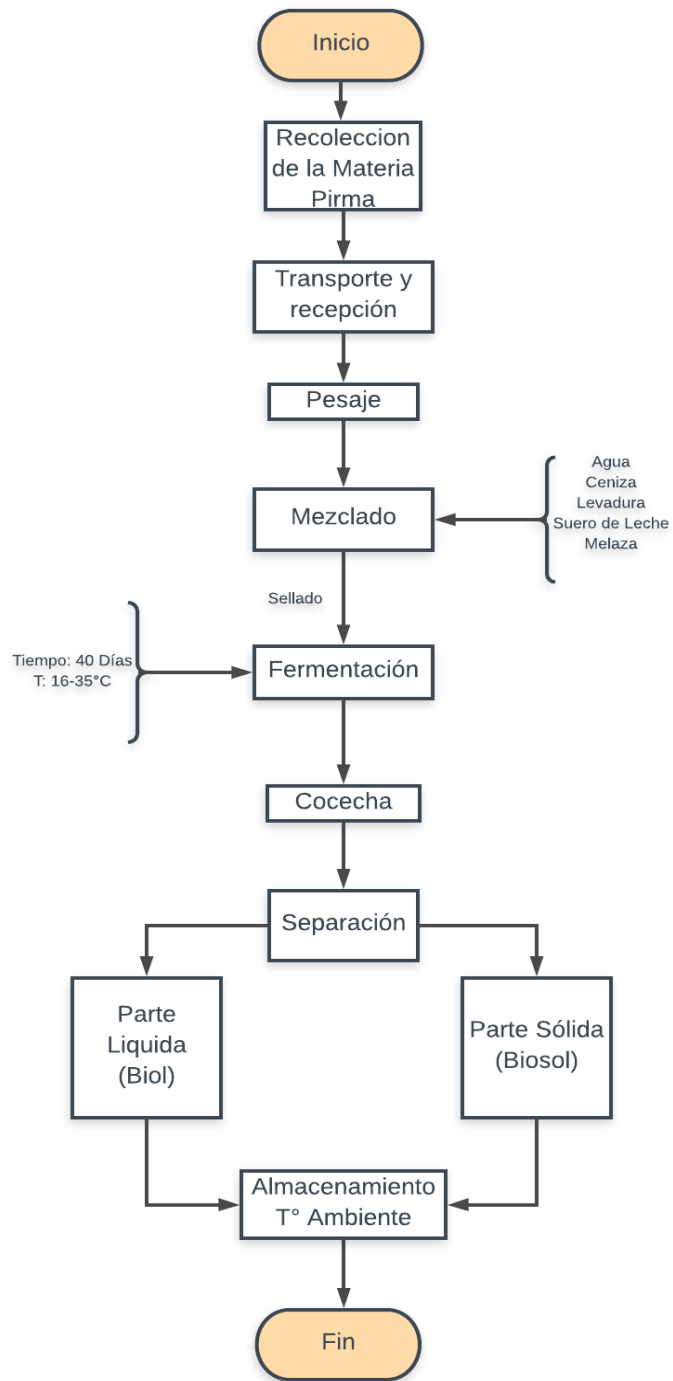
PF= Peso Final

PI= Peso Inicial

Separación de Biol y Biosol

Una vez transcurrido los 45 días el proceso fermentativo terminó, se corroboró que no existan malos olores y se filtró el fango resultante mediante un saco, separando el biol de la parte sólida o biosol. Se dispuso en recipientes en la sombra para su almacenamiento y posterior análisis.

2.4 Diagrama del proceso de elaboración de biol y biosol



Realizado por: Espíndola F. 2018

CAPÍTULO III

3 MARCO DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS

3.1 Obtención de biol

Para determinar si el lodo que se formó por los desechos generados en el Camal Municipal de Ambato es capaz de producir biol se realizó un tratamiento con tres repeticiones (B1, B2 y B3), además se utilizó un tratamiento testigo a base de estiércol, debido a que éste es el más común en cuanto a la obtención de este tipo de abono orgánico.

El tratamiento se realizó a base de 28,33% lodo, 56,66% agua, 0,90% levadura, 2,90% suero de leche, 1,70% melaza, 2,30% ceniza, 7,20% de humus.

El tratamiento testigo se realizó a base de 28,33% de estiércol, 56,66% agua, 0,90% levadura, 0,90% suero de leche, 1,70% melaza, 2,30% ceniza, 7,20% de humus.

Durante el proceso de obtención del biol se tomó datos de temperatura y pH para determinar su comportamiento.

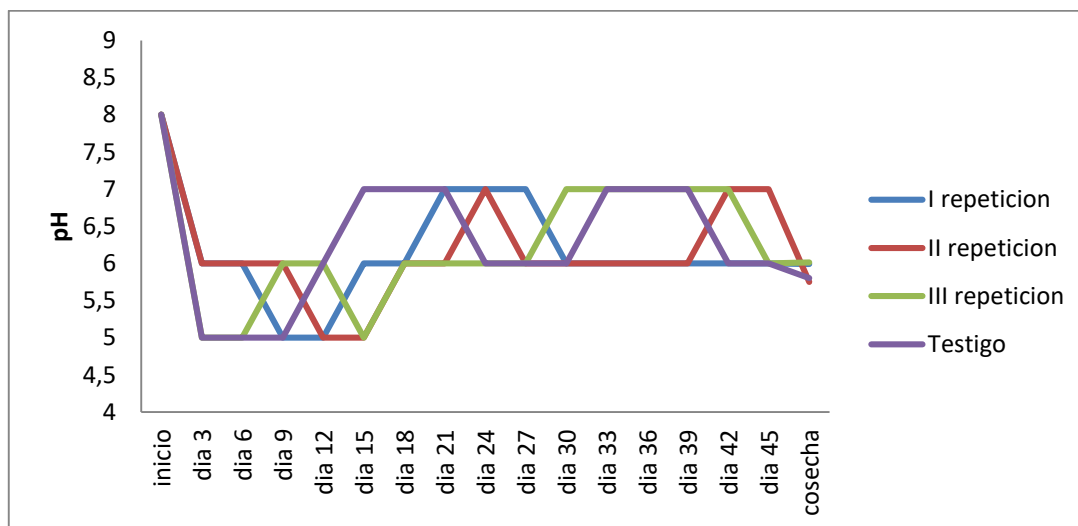


Gráfico 1-3: Comportamiento de pH durante el proceso.
Realizado por: Espíndola, F. 2018

Para la determinación de pH se realizaron mediciones cada tres días. Al comienzo de la parte práctica las tres repeticiones y el tratamiento testigo presentaron un valor de pH de 8, al tercer día de haber iniciado los valores de pH estuvo entre 5-6, y se mantuvieron así hasta el día 15 aproximadamente, al final del proceso de fermentación se obtuvo que los tratamientos adquieren valores de pH entre 5,75, 5,99 y 6,01.

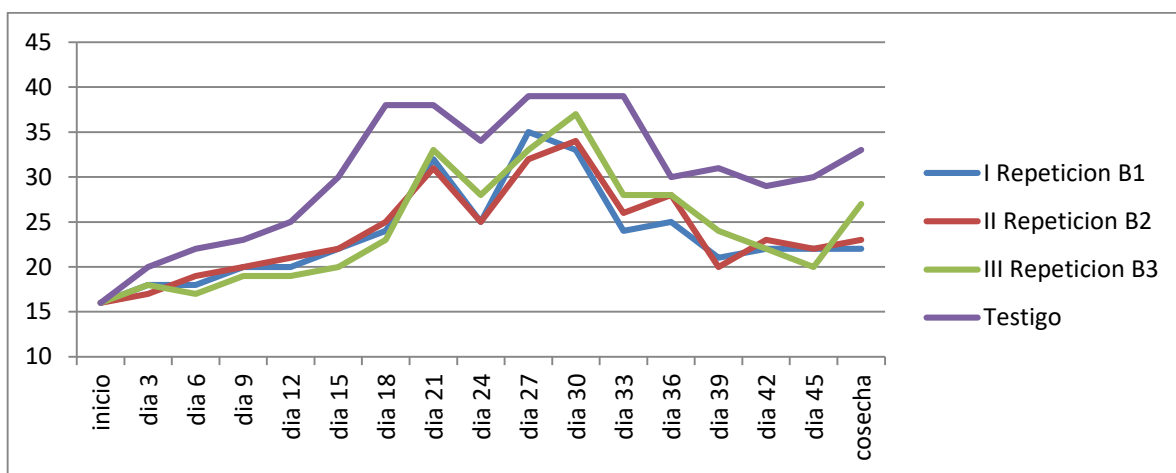


Gráfico 2-3: Comportamiento de la temperatura durante el proceso.

Realizado por: Espíndola, F. 2018

Al inicio del proceso todos los tratamientos partieron de una temperatura de 16°C, a la siguiente semana se elevó hasta los 24°C en el tratamiento a base de desechos orgánicos del Camal y 38 °C en el tratamiento testigo, lo que muestra que si existe actividad microbiana; posteriormente la temperatura descendió a partir de la quinta semana en todos los tratamientos evaluados. La temperatura del Tratamiento testigo que se registró durante todo el proceso de fermentación hasta la cosecha del biol fue más alta en relación a las tres repeticiones del tratamiento a base del lodo del Camal.

Se considera óptimas las temperaturas que oscilan entre los 20 – 55°C, para conseguir la eliminación de patógenos, parásitos y semillas de malas hierbas. (Chiriboga H. et al., 2015, p. 12)

3.2 Análisis Químico del biol

Tabla 1-3: Contenido de Materia Orgánica

CONTENIDO DE MO			
		Concentración (mg/L)	%
Tc		18520	1,852
B	I	16480	1,648
	II	16579	1,657
	III	16257	1,626

Realizado por: Espíndola, F. 2018

Macronutrientes

Tabla 2-3: Contenido de Nitrógeno

CONTENIDO DE N			
		Concentración (mg/L)	%
Tc		1326,96	0,1326
B	I	1269,93	0,1269
	II	1275,61	0,1276
	III	1311,29	0,1311

Realizado por: Espíndola, F. 2018

Tabla 3-3: Contenido de Fósforo

CONTENIDO DE P			
		Concentración (mg/L)	%
Tc		519,70	0,05197
B	I	466,40	0,0466
	II	469,70	0,0469
	III	497,50	0,0497

Realizado por: Espíndola, F. 2018

Tabla 4-3: Contenido de Potasio

CONTENIDO DE K			
		Concentración (mg/L)	%
Tc		5102	0,5102
B	I	6408	0,6408
	II	6586	0,6586
	III	6352	0,6352

Realizado por: Espíndola, F. 2018

Los resultados obtenidos en el análisis las muestras de biol, en cuanto a los macronutrientes principales Nitrógeno, Fósforo y Potasio, tanto en el tratamiento testigo (Tc) realizado con estiércol como materia prima y el tratamiento realizado con el lodo de las eras de secado (B1, B2 y B3), presentan valores que no son muy diferentes entre sí.

En cambio para el contenido de potasio el valor más alto se presentó en ella segunda repetición del tratamiento B con 6408 mg/L,

Tabla 5-3: Contenido de Cobre

CONTENIDO DE Cu			
		Concentración (mg/L)	%
Tc		0,84	0,000084
B	I	0,58	0,000058
	II	0,79	0,000079
	III	0,5	0,000050

Realizado por: Espíndola, F. 2018

Tabla 6-3: Contenido de Hierro

CONTENIDO DE Fe			
		Concentración (mg/L)	%
Tc		36,87	0,00369
B	I	19,61	0,00196
	II	20,56	0,00206
	III	18,78	0,00188

Realizado por: Espíndola, F. 2018

Tabla 7-3: Contenido de Zinc

CONTENIDO DE Zn			
		Concentración (mg/L)	%
Tc		1,87	0,000187
B	I	1,17	0,000117
	II	1,88	0,000188
	III	1,05	0,000105

Realizado por: Espíndola, F. 2018

Tabla 8-3: Contenido de Calcio

CONTENIDO DE Ca			
		Concentración (mg/L)	%
Tc		2821	0,2821
B	I	2566	0,2566
	II	3544	0,3544
	III	2423,3	0,2423

Realizado por: Espíndola, F. 2018

Tabla 9-3: Contenido de Magnesio

CONTENIDO DE Mg			
		Concentración (mg/L)	%
Tc		1502	0,150
B	I	1451	0,145
	II	1335	0,133
	III	1445	0,145

Realizado por: Espíndola, F. 2018

Los valores de estos micronutrientes en general fueron bajos. Para Cobre (0,84mg/L), Hierro (36,87 mg/L) y Zinc (1,87 mg/L), el tratamiento de control adquirió valores más altos en comparación con los otros tratamientos. Los valores para Calcio y Magnesio, el Tratamiento testigo presentó los valores más altos: 2821 mg/L de Ca, 2566 mg/L de Mg.

El análisis de un abono orgánico obtenido con rumen estiércol y orina realizado en la ciudad de Latacunga, mostró que el contenido de calcio fue de 1933.33 ppm y 554.57 ppm de magnesio, lo que indica que la cantidad de calcio fue menor con respecto a la presente investigación, de la misma manera los resultados de Ca y Mg de la investigación fueron mayores a los obtenidos de un abono orgánico obtenido con rumen de ganado bovino realizado en la Universidad de Caldas,(Jaramillo G. y Zapata L., 2008, pp. 35) que muestra que la cantidad de macronutrientes secundarios para las plantas obtenidos tienen una concentración que se considera dentro de los rangos de este tipo de biol.

Tabla 10-3: Sulfatos

CONTENIDO DE SULFATOS			
		Concentración (mg/L)	%
Tc		150	0,015
B	I	50	0,005
	II	75	0,0075
	III	61	0,0061

Realizado por: Espíndola, F. 2018

3.3 Relación Carbono/Nitrógeno

La relación C/N es un indicador sobre la disponibilidad de nitrógeno presente en la materia orgánica. Se expresa como un valor numérico y junto a otros parámetros, cuanto menor sea el valor de la relación mayor será el grado de mineralización de la materia orgánica (Verde Lozano R. 2014, pp. 23)

Cuando la relación C/N es mayor a 40 se considera alta, inhibe el crecimiento, se presenta una baja disponibilidad de nitrógeno y su liberación es escasa. La relación óptima de C/N es de 30 y cuando es menor de 10 se considera como muy estrecha. (Soria et al, 2001, pp. 355)

Para determinar la relación C/N se utilizó la fórmula que utilizó Soria et al. (2000) (citado en Verde Lozano R. 2014, pp. 40) fue:

$$\%C = (\%materia\ orgánica)/1.724$$

$$Relación\ C/N = (\%C\ muestra)/(\%N\ muestra)$$

Tabla 11-3: Relación C/N

Relación C/N		
Tc		8,021
B	I	7,458
	II	7,266
	III	7,324

Realizado por: Espíndola, F. 2018

La relación carbono nitrógeno es un factor que influye sobre la velocidad de descomposición de la materia orgánica fresca en residuos orgánicos de los suelos la relación es variable. Los valores de C/N obtenidos en esta investigación se encuentran entre 8,02; 7,45; 7,26 y 7,32, por lo tanto se considera que la relación es muy estrecha y existe pérdida de nitrógeno asimilable.

3.4 Rendimiento del biol

Tabla 12-3: Porcentaje de rendimiento para los tratamientos

		Volumen inicial(L)	Volumen final (L)	Rendimiento %
Tc		11,332	9,1	80,30
B	I	11,332	11,2	98,84
	II	11,332	9,8	86,48
	III	11,332	10,9	96,13

Realizado por: Espíndola, F. 2018

Para establecer el rendimiento de cada tratamiento de esta investigación se consideró como volumen inicial a la cantidad de agua que se agregó al biodigestor y como volumen final se considera a la cantidad de biol obtenida.

El producto final obtenido en el tratamiento a base del lodo del camal fue el que mayor cantidad en comparación el biol obtenido a partir de estiércol, esto se debe a que la materia prima utilizada (LODO) en nuestro tratamientos en gran parte era líquida. De igual manera se pudo verificar mediante la cantidad de biosol resultó en menor cantidad en comparación a la cantidad de biosol que se pudo obtener del tratamiento de control que contenía estiércol.

3.5 Análisis Químico del biosol

Tabla 13-3: Ph

Resultado de pH		
Tc		8,3
B	I	8,15
	II	8,11
	III	8,18

Realizado por: Espíndola, F. 2018

Según los resultados del pH obtenido al final del proceso de fermentación se obtuvo valores muy similares entre los biodigestores según (Román et al., 2013, pág. 29), cuando el valor de pH se encuentre entre 4,5-8,5 se encuentra en un rango ideal.

Al tener un pH alcalino indica que existe una predominancia de elementos como el Ca y Na (IFA, 1986). Un valor alto de pH aumenta la capacidad de intercambio catiónico debido a que tiende a atraer a los elementos cargados positivamente, de esta forma los retiene y evitar la pérdida de estos elementos por lixiviación. Esto sería beneficioso para las plantas ya que la raíz de la planta los puede absorber de la solución sustituyéndolos por iones H^+ (Herrera A. 1997, pág. 5).

Tabla 14-3: Contenido de Materia Orgánica

CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA (%)		
Tc		35,73
B	I	49,01
	II	45,57
	III	46,89

Realizado por: Espíndola, F. 2018

La materia orgánica es bastante alta en el tratamiento B (lodo) aproximadamente del 47,15 % , de igual forma influye directamente al contenido de N en el biosol.

Tabla 15-3: Contenido de Nitrógeno

CONTENIDO DE N			
		Concentración (mg/Kg)	%
Tc		10508	1,0508
B	I	14217,35	1,4217
	II	14559,73	1,4559
	III	13875,36	1,3875

Realizado por: Espíndola, F. 2018

Tabla 16-3: Contenido de Fósforo

CONTENIDO DE P			
		Concentración (mg/Kg)	%
Tc		321,71	0,0322
B	I	365,33	0,0365
	II	459,20	0,0459
	III	334,78	0,0334

Realizado por: Espíndola, F. 2018

Tabla 17-3: Contenido de Potasio

CONTENIDO DE K			
		Concentración (mg/Kg)	%
Tc		11156,75	1,116
B	I	9757,78	0,978
	II	9896,14	0,989
	III	9701,36	0,971

Realizado por: Espíndola, F. 2018

La concentración de fósforo más alta que se obtuvo de los tres tratamientos fue del 0.0365% que corresponde al tratamiento B1, este valor es bajo en comparación al obtenido de la parte líquida del mismo.

Tabla 18-3: Contenido de Cobre

CONTENIDO DE Cu			
		Concentración (mg/Kg)	%
Tc		9,51	0,000951
B	I	54,27	0,005427
	II	49,27	0,004927
	III	45,69	0,004569

Realizado por: Espíndola, F. 2018

Tabla 19-3: Contenido de Hierro

CONTENIDO DE Fe			
		Concentración (mg/Kg)	%
Tc		551,56	0,0552
B	I	1031,08	0,1031
	II	614,02	0,0614
	III	1018,99	0,10189

Realizado por: Espíndola, F. 2018

Tabla 20-3: Contenido de Zinc

CONTENIDO DE Zn			
		Concentración (mg/Kg)	%
Tc		21,95	0,002195
B	I	70,01	0,007001
	II	80,47	0,008047
	III	65,88	0,006588

Realizado por: Espíndola, F. 2018

El contenido de cobre, hierro y zinc asimilable es bajo en los tres tratamientos, una causa posible para este resultado podría deberse a que el pH del biosol afecta directamente su disponibilidad en el sustrato. (Ginés y Mariscal, 2002, pg 8). Esto supone un riesgo ya que al aplicarlo en el suelo dificultaría su adecuada absorción por parte de la plantas.

Tabla 21-3: Contenido de Calcio

CONTENIDO DE Ca			
		Concentración (mg/Kg)	%
Tc		18520,49	1,852
B	I	24970,46	2,497
	II	12937,11	1,2937
	III	24869,63	2,487

Realizado por: Espíndola, F. 2018

Tabla 22-3: Contenido de Magnesio

CONTENIDO DE Mg			
		Concentración (mg/Kg)	%
Tc		3445,59	0,345
B	I	3368,94	0,337
	II	3760,43	0,376
	III	3357,11	0,336

Realizado por: Espíndola, F. 2018

Contrario al hierro, cobre y zinc cuando el pH es bajo (ácido), tiene a disminuir la disponibilidad de calcio. (Bloodnick E. 2017). En cambio la disponibilidad del magnesio no es afectada significativamente por el pH. Los valores para Magnesio, el Tratamiento testigo presenta los valores más altos: 0,345%.

Tabla 23-3: Sulfatos

SULFATOS(mg/kg)		
Tc		<8
B	I	<8
	II	<8
	III	<8

Realizado por: Espíndola, F. 2018

3.5.1 Relación Carbono/Nitrógeno

Tabla 24-3: Relación Carbono/Nitrógeno

Relación C/N		
Tc		19,542
B	I	19,811
	II	17,987
	III	19,422

Realizado por: Espíndola, F. 2018

El contenido de materia orgánica en el biosol es mayor al encontrado del biol, Los valores de C/N presentes en el biosol se encuentran entre 19,422 – 19,542, por lo que, de acuerdo al (Soria et al.2001. Pág. 355) se mantienen un valor cercano a 20; entonces, la disponibilidad de nitrógeno es un tanto moderada.

3.6 Discusión de resultados

La materia orgánica presente en el tratamiento testigo es mayor de la que existe en el tratamiento B (lodo), está directamente relacionada con la cantidad de nitrógeno (Tabla 1-3), dado que el contenido de esta depende la disponibilidad de nitrógeno. (Herrera A. 1997, pág. 5), por lo que si el contenido de MO es alto en el tratamiento testigo, la concentración de N también va a ser mayor Para el contenido de nitrógeno el Tc que resultó de la mezcla de estiércol con el resto de ingredientes presentó una mayor concentración con 1326,96 mg/L, 519,70 mg/L de fósforo, se considera que al aumentar la disponibilidad de nitrógeno también aumenta la disponibilidad del fósforo. (Aparcana S., 2008, pp. 59). En cuanto a la concentración de potasio (Tabla 4-3), se considera que nuestro tratamiento fue enriquecido con orina que se encontraba presente en el lodo que se utilizó como materia prima e intervino en la concentración haciendo que el potasio se encuentre en mayor cantidad. (Tapicaña D., 2015 pág. 56).

La baja concentración de sulfatos (Tabla 10-3) en las tres repeticiones del tratamiento B (50 mg/L), se debe a la acción de las bacterias que efectúan una sulfato reducción desasimiladora; estas bacterias sulfatoreductoras utilizan a los sulfatos como principal aceptor terminal de electrones en el procesos de oxidación anaerobias, tienen la capacidad de activar el sulfato y reducirlo a sulfuro de hidrógeno o ácido sulfhídrico (H_2S) (Torres, A. 2000 pp. 44); esto se pudo comprobar debido a que durante el periodo de fermentación los gases que eran producidos en los biodigestores tenían un olor a “huevos podridos” que es característico cuando existe la presencia de H_2S , mientras que en el tratamiento de control la concentración de sulfatos es de 150 mg/L por lo que se considera la actividad de las bacterias sulfatoreductoras fue menor al de los otros biodigestores.

Para el caso del Biosol, el tratamiento B (Tabla 16-3) en su segunda repetición presenta una mayor cantidad de nitrógeno (1,421 mg/Kg), dado que la materia orgánica es la principal fuente de nitrógeno, al igual que el fósforo están estrechamente relacionado a factores como son el pH y la materia orgánica (Quintana, J. 1988). El porcentaje de potasio asimilable (Tabla17-3) en el biosol es mayor al obtenido en la parte líquida (biol), sin embargo es bastante deficiente en comparación a biosoles obtenidos en otras investigaciones. La cantidad de potasio asimilable no es

significativamente influenciada por el valor del pH del biosol. La poca concentración de potasio es probable que sea a causa de los niveles de calcio o magnesio que son muy altos, pero esto es poco común. (Bloodnick E. 2017).

Según Gines y Mariscal cuando el pH del sustrato sobrepasa los 6,5 la disponibilidad de algunos micronutrientes bajaría notablemente hasta hacerse insoluble. Debido a que el nivel de pH del biosol es de 8,1 a 8,3 la disponibilidad de calcio es alta en los tres tratamientos siendo en B1 el de mayor concentración (2,497%) ya que el calcio está generalmente en forma de caliza (carbonato cálcico), mineral que permite una adecuada disponibilidad de calcio si el pH no es muy elevado, en cambio el nivel de pH del biol está de 5,5 a 6,1 la concentración de calcio es bastante baja

La presencia de sulfatos en el biosol es muy baja en los tres tratamientos de igual forma la concentración de sulfatos se vio afectada por la actividad de las bacterias sulfatoredutoras durante el procesos de producción de biol que transformaron los sulfatos en sulfuro de hidrogeno, otra causas de la deficiencia de sulfatos en el biosol se debe a que pueden moverse con la evaporación del agua, o perderse por lixiviación. (IFA, 1986, pg. 28)

3.7 Análisis estadístico

Análisis estadístico del Biol

Mediante el uso del programa estadístico XLSTAT 2018, se realizó el análisis de varianza para determinar si existen de diferencias significativas entre los tratamientos mediante la prueba de Tukey

Tabla 25-3: Diferencia de medias según el tratamiento en cuanto a Nitrógeno

Category	LS means	Standard error	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	Groups
Tc	1291,670	34,350	1182,353	1400,987	A
B	1285,577	28,047	1196,320	1374,834	A

Realizado por: Espíndola, F. 2018

La tabla 25-3 muestra que no hay diferencias significativas en la concentración de Nitrógeno obtenido según el tratamiento; se evidencia que existe un rango de significancia “A” lo que indica que el tipo de sustrato no influye en el contenido de nitrógeno en el biol.

Tabla 26-3: Diferencia de medias según el tratamiento en cuanto a Potasio

Category	LS means	Standard error	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	Groups
B	6448,667	113,922	6086,117	6811,216	A

Tc	5234,500	139,525	4790,469	5678,531		B
----	----------	---------	----------	----------	--	---

Realizado por: Espíndola, F. 2018

Para el contenido de Potasio el análisis muestra dos grupos, la relación entre el tratamiento testigo y el B es significativa, por lo tanto el sustrato si influye en el contenido de potasio. El tratamiento testigo fue el mejor en cuanto a la cantidad de potasio que contiene.

Tabla 27-3: Diferencia de medias según el tratamiento en cuanto a Fósforo

Category	LS means	Standard error	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	Groups	
Tc	521,850	10,253	489,222	554,478	A	
B	477,867	8,371	451,226	504,508		B

Realizado por: Espíndola, F. 2018

De igual manera se evidencia que existen diferencias significativas entre los tratamientos, el contenido más alto de fósforo se presentó en el tratamiento testigo.

Tabla 28-3: Diferencia de medias según el tratamiento en cuanto a Calcio

Category	LS means	Standard error	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	Groups
Tc	2857,000	353,682	1731,426	3982,574	A
B	2844,433	288,780	1925,406	3763,460	A

Realizado por: Espíndola, F. 2018

Respecto a la cantidad de Calcio; se observa, que no existen diferencias significativas entre el tratamiento testigo Tc y el tratamiento B (lodo), por lo tanto se considera que el sustrato no influye en su contenido.

Tabla 29-3: Diferencia de medias según el tratamiento en cuanto a Magnesio

Category	LS means	Standard error	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	Groups
Tc	1555,500	65,375	1347,448	1763,552	A
B	1410,333	53,378	1240,460	1580,207	A

Realizado por: Espíndola, F. 2018

No se evidencia diferencias significativas entre el tratamiento testigo y el tratamiento B(lodo) para el contenido de magnesio.

Tabla 30-30: Diferencia de medias según el tratamiento en cuanto a Hierro

Category	LS means	Standard error	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	Groups	
Tc	35,850	1,018	32,609	39,091	A	
B	19,463	0,831	16,817	22,109		B

Realizado por: Espíndola, F. 2018

Tabla 31-31: Diferencia de medias según el tratamiento en cuanto a Cobre

Category	LS means	Standard error	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	Groups
Tc	0,835	0,087	0,559	1,111	A
B	0,623	0,071	0,398	0,848	A

Realizado por: Espíndola, F. 2018

Tabla 32-32: Diferencia de medias según el tratamiento en cuanto a Zinc

Category	LS means	Standard error	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	Groups
Tc	1,815	0,260	0,988	2,642	A
B	1,367	0,212	0,692	2,042	A

Realizado por: Espíndola, F. 2018

Al realizar la prueba Tukey para los tratamientos, se observa que para el contenido de Cu y Zn existe solo un rango de significancia, lo que indica que estadísticamente no existe diferencia significativa entre los grupos en cuanto a su contenido.

Sin embargo en cuanto al contenido de hierro de acuerdo al análisis estadístico muestra que si existe una diferencia altamente significativa entre el tratamiento testigo y el tratamiento B (lodo).

Análisis estadístico del Biosol

De la misma manera que los resultados del biol se realizó el análisis de varianza a los resultados del biosol.

Tabla 33-33: Diferencia de medias según el tratamiento en cuanto a Nitrógeno

Category	LS means	Standard error	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	Groups	
B	14217,470	161,300	13704,139	14730,801	A	
TC	10508,000	197,552	9879,301	11136,699		B

Realizado por: Espíndola, F. 2018

Tabla 34-3: Diferencia de medias según el tratamiento en cuanto a Potasio

Category	LS means	Standard error	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	Groups
B	39475,080	24287,111	-37817,414	116767,574	A
TC	11156,750	29745,514	-83506,836	105820,336	A

Realizado por: Espíndola, F. 2018

Tabla 35-3: Diferencia de medias según el tratamiento en cuanto a Fósforo

Category	LS means	Standard error	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	Groups
B	386,437	30,566	289,163	483,711	A
TC	321,710	37,435	202,574	440,846	A

Realizado por: Espíndola, F. 2018

Tabla 36-3: Diferencia de medias según el tratamiento en cuanto a Calcio

Category	LS means	Standard error	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	Groups
B	20925,897	3261,295	10546,991	31304,802	A
TC	18520,490	3994,254	5808,979	31232,001	A

Realizado por: Espíndola, F. 2018

Tabla 37-3: Diferencia de medias según el tratamiento en cuanto a Magnesio

Category	LS means	Standard error	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	Groups
B	3495,360	108,087	3151,378	3839,342	A
TC	3445,590	132,379	3024,300	3866,880	A

Realizado por: Espíndola, F. 2018

Tabla 38-3: Diferencia de medias según el tratamiento en cuanto a Hierro

Category	LS means	Standard error	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	Groups
B	888,290	111,688	532,848	1243,732	A
TC	551,560	136,790	116,234	986,886	A

Realizado por: Espíndola, F. 2018

Tabla 39-3: Diferencia de medias según el tratamiento en cuanto a Cobre

Category	LS means	Standard error	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	Groups
B	49,743	2,032	43,278	56,209	A
TC	9,510	2,488	1,592	17,428	B

Realizado por: Espíndola, F. 2018

Tabla 40-3: Diferencia de medias según el tratamiento en cuanto a Zinc

Category	LS means	Standard error	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	Groups	
B	72,120	3,545	60,838	83,402	A	
TC	21,950	4,342	8,132	35,768		B

Realizado por: Espíndola, F. 2018

De acuerdo a la prueba de Tukey para los contenidos de Potasio, Calcio Fósforo, Magnesio y Hierro no se evidenció una diferencia significativa en el producto final. También se observa que mejor tratamiento en cuanto a la cantidad de estos elementos se presentó en el biosol del tratamiento B (lodo).

Con respecto a los elementos: Nitrógeno, Cobre y Zinc la prueba estadística muestra diferencias significativas bastante altas, esto indica que el tipo de sustrato si influye en el contenido de dichos elementos; de igual manera el mejor tratamiento en cuanto a la concentración de N, Cu y Zn es el tratamiento B(lodo).

3.7.1 Análisis de costos

Para la determinación del costo de producción del biol no se tomó en cuenta los análisis químicos del biol realizados en el laboratorio.

Tabla 41-3: Costo de producción de un litro de biol

	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total (USD)
Desechos orgánicos del Camal	L	11	0,01	0,11
Levadura	Kg	0,25	3	0,75
Ceniza	Kg	0,3	0,01	0,003
Melaza	Kg	0,45	1	0,45
Suero de leche	L	0,7	1	0,7
MATERIALES				
Baldes	Unidad	1	4	4
Manguera	m	1	0,5	0,5

Grifos	Unidad	1	0,6	0,6
Plástico	m ²	2	2,5	5
TOTAL				12,11
MANO DE OBRA (10%)				1,211
IMPREVISTOS (3%)				0,363
SUBTOTAL				13,688
UTILIDAD (5%)				0,684
COSTO DE PRODUCCIÓN				14,372
RENDIMIENTO				10,633
COSTO POR LITRO				1,352

Realizado por: Espíndola, F. 2018

Se consideró el valor de los materiales utilizados en la elaboración del biol obtenido a partir del lodo de las eras de secado del Camal de Ambato, también la mano de obra e imprevistos, el costo de un litro de biol es de 1,35 USD

CONCLUSIONES

Se obtuvo biol y biosol a partir de lodos que se extrae de las eras de secado del Camal Municipal del Cantón Ambato, lo cual ha proporcionado experiencia y conocimiento al procesar residuos orgánicos, equipos de bajo costo, fáciles de conseguir, con el objetivo de obtener un producto biodegradable y ofrece una alternativa para mejorar las condiciones de desecho en la que actualmente se encuentran

Se determinó mediante un diagrama de flujo todo el procedimiento de elaboración del biol y biosol a partir del lodo residual de faenamiento, desde la recolección de la materia prima hasta su cosecha y almacenamiento.

Se determinó que el tipo de residuo orgánico influye significativamente en su calidad nutricional debido a que el biol obtenido del tratamiento testigo (Tc) resultó ser el abono orgánico con las más altas concentraciones de NPK y micronutrientes,

La concentración de potasio es mayor en el biol obtenido a partir del lodo residual esto se debe a que la orina presente en el lodo que se utilizó como materia prima intervino en la concentración haciendo que el potasio se encuentre en mayor cantidad.

El Biosol obtenido a partir de lodo residual presentó las concentraciones más altas de N, P, K, Ca, Fe, Cu, Mn, Zn, pH 8,15 ligeramente alcalino, en relación al otro tratamiento B2 y el tratamiento testigo (Tc) que si bien los resultados obtenidos no presentan concentraciones altas de los parámetros analizados, por sus características orgánicas, son fácilmente empleadas en la agricultura para el tratamiento de suelos y plantas.

Se realizó el análisis de costo de un litro de biol elaborado con el lodo proveniente de las eras de secado del Camal Municipal de Ambato, considerando que los materiales utilizados en la elaboración del biol en su mayor parte son desperdicios sin valor alguno, hace que este producto sea de muy bajo costo y accesible para el productor agrícola, teniendo como resultado 1,35 USD,

RECOMENDACIONES

Se sugiere ampliar el estudio mediante la comparación de Bioles obtenidos a partir del lodo variando la relación materia orgánica/agua

Para una mejor calidad nutricional se recomienda adicionar algunos materiales como roca fosfórica o sales minerales.

Aplicar el biol y biosol obtenido en esta investigación en la producción agrícola para evaluar el efecto del desarrollo de cultivos diferentes.

Se recomienda aplicar los residuos sólidos del Camal Municipal de Ambato para la producción de biogás.

GLOSARIO.

Camal.- Los mataderos son establecimientos en los que se sacrifican y preparan para el consumo humano determinados animales. Constituye la primera etapa en la industrialización de la carne. El producto final del proceso es la carne, denominada así a la pieza limpia sin vísceras.

Considerando que un matadero de ganado es el establecimiento debidamente autorizado y registrado por la autoridad competente, que cuenta con la tecnología requerida para realizar los procesos de industrialización de las diversas especies de abasto. También se le denomina camal, rastro, centro de beneficio o planta faenadora de carne.

Proceso biotecnológico.- son las aplicaciones de los principios de la ingeniería a procesos basados en la utilización de células vivas o subcomponentes de tales células, sean éstas silvestres o sometidas a manipulación genética. Es así como los procesos biotecnológicos se han incorporado a diversos ámbitos industriales, tales como la industria agro-alimentaria, farmacéutica, minería, química, entre otras, con el consiguiente aumento en la productividad y la mejora de los procesos productivos.

Compostaje.- Materia orgánica procedente de residuos orgánicos tratados para acelerar su descomposición y ser utilizados como fertilizante.

Materia orgánica.- La materia orgánica de los suelos es el producto de la descomposición química de las excreciones de animales y microorganismos, de residuos de plantas o de la degradación de cualquiera de ellos tras su muerte. En general, la materia orgánica se clasifica en compuestos húmicos y no húmicos. En los segundos persiste todavía la composición química e incluso la estructura física de los tejidos animales o vegetales originales.

Aguas residuales.- Las aguas residuales son cualquier tipo de agua cuya calidad se vio afectada negativamente por influencia antropogénica. Las aguas residuales incluyen las aguas usadas domésticas y urbanas, y los residuos líquidos industriales o mineros eliminados, o las aguas que se mezclaron con las anteriores (aguas pluviales o naturales). Su importancia es tal que requiere sistemas de canalización, tratamiento y desalojo. Su tratamiento nulo o indebido genera graves problemas de contaminación.

Sistemas de tratamiento.- El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos presentes en el agua efluente de uso humano.

Eras de Secado.- Las eras de secado se utilizan en pequeñas plantas de tratamiento para concentrar los sólidos antes de su utilización o aplicación final.

Los sólidos, normalmente biosólidos, se aplican sobre el lecho de arena a diferentes profundidades, dependiendo del tipo de sólidos. Se dejan secar durante unas 3 semanas o hasta que la superficie comienza a quemarse. El tiempo de secado depende del clima y de la condición de los sólidos.

Bacillus subtilis.- es una bacteria Gram positiva, Catalasa-positiva, aerobio1 comúnmente encontrada en el suelo. Miembro del Género *Bacillus*, *B. subtilis* tiene la habilidad para formar una resistente endospora protectora, permitiéndole tolerar condiciones ambientalmente extremas.

BIBLIOGRAFÍA

1. **Abellán, M. A.** *La evaluación del impacto ambiental de proyectos y actividades agroforestales*. [en línea]. Castilla, España. 2006, pp.65. [consulta: 18 de enero 2018]. Disponible en:
https://books.google.com.ec/books/about/La_evaluaci%C3%B3n_del_impacto_ambiental_de.html?id=uYkQp1MGSH0C&redir_esc=y
2. **Álvarez, A.** *El sistema de faenamiento bovino del camal municipal del cantón Ambato y su incidencia en el desarrollo económico local del sector curtiembre*. [en línea]. (Tesis) (Pregrado). Universidad Técnica de Ambato., Ambato-Ecuador. 2015. pp 27-36. [Consulta: 10 de noviembre 2018]. Disponible en:
<http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/17490/1/T3188e.pdf>
3. **Añasco, a., & Picado, j.** *Preparación y uso de abonos orgánicos*. San Jose: Corporación Educativa para el Desarrollo Costarricense. San José-Costa Rica, (2005), pp. 25
4. **Aparcana Robles., s., & Jansen, a.** "Estudio sobre el Valor Fertilizante de los productos del Proceso "Fermentación Anaeróbica" para producción de biogas", *Profec*, [en línea], 2008, (Lima), pp. 6, [Consulta: 14 de enero de 2018], Disponible en:
http://www.germanprofec.com/cms/upload/Reports/Estudio%20sobre%20el%20Valor%20Fertilizante%20de%20los%20Productos%20del%20Proceso%20Fermentacion%20Anaerobica%20para%20Produccion%20de%20Biogas_ntz.pdf
5. **Asamblea Nacional República Del Ecuador.** (2010). [Consulta: 20 de enero de 2018]. Disponible en:
<http://documentacion.asambleanacional.gob.ec/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/46f86955-7590-4b57-95c3-61add786d93c/Constitucion%2bReforma.pdf>
6. **Devore, J. L.** *Probabilidad y Estadística para Ingenierías y Ciencias*, [en línea], Mexico D.F.- Mexico (7). Cengage Learning Editores 2008. pp. 371-375 [Consulta: 20 de Abril de 2018]. Disponible en:
<https://books.google.com.ec/books?id=DazQgzN6zwc&printsec=frontcover&dq=Probabilidad+y+Estadistica+para+Ingenierias+y+Ciencias&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjuzNCKi8jbAhW>

H2lMKHawHB2AQ6AEIJjAA#v=onepage&q=Probabilidad%20y%20Estadística%20para%20Ingenierías%20y%20Ciencias&f=false

7. **Inen 209:1998.** *Fertilizantes y abonos definiciones.* Ecuador, 1998. [Consulta: 2 de febrero de 2018]. Disponible en: http://www.emurplag.gob.ec/sites/default/files/LM_0.pdf
8. **Inen 2176.1998.** Agua. *Calidad del agua. Muestreo. Técnicas de muestreo.* (1998) 1, pp. 2-4. Quito, Ecuador, pp. 12 [Consulta: 2 de febrero de 2018]. Disponible en: archive.org/stream/ec.nte.2176.1998
9. **Jiménez, J.** Elaboración de abono orgánico fermentado (biol), a partir de vísceras de trucha arco iris, de los criaderos piscícolas de la parroquia de Tufiño. (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica Estatal del Carchi. Tulcán-Ecuador, 2012, p 28-32.
10. **Lara, Sebastián.** *Diseño de un Biodigestor y conducción del Biogás generado por las excretas de ganado vacuno, estación Tunshi –Epoch- Riobamba* (Tesis) (Pregrado), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Ciencias Químicas. Riobamba-Ecuador. 2011, pp. 22-24
11. **Matutei, S. et al.** Absorción de Hierro Total En Plantas Acuáticas Como Fitorremediadora En Aguas Residuales Industriales. ASA, [en línea], 2014, (Venezuela). pp. 39-48. [Consulta: 2 de febrero de 2018]. Disponible en: http://bibvirtual.ucla.edu.ve/db/psm_ucla/edocs/ASA/Vol1Nro2/articulo3.pdf
12. **Metcalf, L., & Eddy, H.** (1991). Ingeniería de aguas residuales, tratamiento, vertido y reutilización. (3ra ed.). Madrid, España: Mc Graw Hill Interamericana Editores.
13. **Ministerio Del Ambiente Ecuador** *Ley de Gestión Ambiental.* (2004) Disponible en: <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEY-DE-GESTION-AMBIENTAL.pdf>
14. **Oefa.** Fiscalización Ambiental en residuos sólidos de gestión municipal provincial. Lima-Perú. (2014) [Consulta: 2 de febrero de 2018]. Disponible en: <http://www.oefa.gob.pe/wp>

-content/uploads/2016/08/Gu%C3%ADa-para-la-fiscalizaci%C3%B3n-ambiental-RRSS-FINAL-10.08.16.pdf

15. **Paniagua, J., et al.** Preparación de biol, un biofertilizante o abono líquido fermentado. *Fundesraym*, Ancash-Perú. 2012. [Consulta: 5 de enero 2018], Disponible en: <http://www.fundesyram.info/biblioteca/displayFicha.php?fichaID=1775>
16. **Parker, A.** *Contaminación del aire por la industria*, Bogota-Colombia: Editorial Reverte, [en línea]. 2001, Bogota, .pp: 33. [Consulta: 25 de mayo de 2018], Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=LHSI6tJfpoIC&printsec=frontcover&dq=contaminacion+del+aire+por+la+industria+albert+parker+pdf&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjcxJP0jsjbAhVNuVMKHbjwAl4Q6AEIJjAA#v=onepage&q&f=false>
17. **Realpe, Suelen**, *Estudio de la contaminación del agua por productos febricados a base de PVC usando espectroscopia de absorcion atomica*. (Tesis) (Pregrado), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Ciencias Químicas. Riobamba-Ecuador. 2009, pp. 25-26
18. **Porrás, D.** *Obtención de Bioabono mediante biodegradación de desechos orgánicos generados en la ciudad de Latacunga*. Universidad Central del Ecuador, Quito- Ecuador, 2013, pp. 20
19. **Restrepo, J.; et al.** *Utilización de los residuos orgánicos en la agricultura*. [en línea], Colombia: Grafitextos, 2014, p 18-31. Disponible en: https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/56825/Residuos_Organicos_Agricultura_FIDAR.pdf?sequence=1
20. **Sans Fonfría, R., & Ribas, J. D.** *Ingeniería ambiental: contaminación y tratamientos*. [en línea], Barcelona: Marconbo. (1989), pp. 98. Disponible en: https://books.google.com.ec/books/about/Ingenier%C3%ADa_ambiental.html?id=kumplOJs6T0C
21. **Sistema biobolsa.** *Manual de BIOL*. [en línea], Mexico (2013), pp. 4 [Consulta: 15 de marzo de 2018) Disponible en: <http://sistemabiobolsa.com/pdf/manualDeBiol.pdf>

22. **Soria, m. Et al.,** Producción de biofertilizantes mediante biodigestion de excreta liquida de cerdo. *Terra*, [en línea], 2001 (Mexico) 4(19), pp. 335. [Consulta: 2 de febrero de 2018]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/573/57319408.pdf>

23. **Taipicaña Proaño, D.,** *Obtención de Biol a Partir de Desechos Orgánicos Generados por El Ganado Bovino Del Camal Municipal del Cantón Latacunga.* (tesis) (Pregrado), Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador. (2015), pp. 38-56.

ANEXOS
ANEXO A: MARCO LEGAL

CUERPO LEGAL	ARTICULO
Constitución de la República del Ecuador (Ecuador, 2010)	Art. 14 Art. 66 Art. 71
Ley de Gestión Ambiental	Art. 2
Normas Técnicas De Control Externo Ambiental	CÓDIGO NTCA 003 TITULO: ÁMBITO
Reglamento de Gestión Integral De Desechos Sólidos en Cantón AMBATO	TITULO V Obligaciones y Responsabilidades
	Art. 88 CAPÍTULO II De los mataderos o camales frigoríficos Requisitos generales para su funcionamiento
	Art. 8
Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización	Art. 136 Art. 431
Texto Unificado de Legislación Secundaria del MAGAP	TITULO II Del Reglamento General A La Ley De Sanidad Animal
	Art. 10
Acuerdo ministerial 061	Art. 3. Aprovechamiento de residuos no peligrosos
	CAPÍTULO VI Gestión Integral de Residuos Sólidos No Peligrosos, y Desechos Peligrosos y/o Especiales
	Art. 49
	CAPÍTULO XV De las normas técnicas ambientales consideraciones generales de las normas técnicas de calidad ambiente
	Art. 329

ANEXO B: Eras de Secado del Camal Municipal de Ambato



ANEXO C: Recolección de la muestra



ANEXO D: Ingredientes utilizados para la elaboración del biol

Lodo proveniente de las eras de secado le Camal



Estiércol



Suero de leche



Ceniza



Levadura comercial



Melaza



ANEXO E: Biodigestores





ANEXO F: cosecha del biol





ANEXO B: Etiquetado del biol.



ANEXO H: biosol

