



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

CARRERA AGRÍCOLA

**TESIS PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AGRÍCOLA**

TEMA:

**EFEECTO DE UN BIODEGRADADOR ENZIMÁTICO COMERCIAL
EN LA PRODUCCIÓN DE BIOL A PARTIR DE JACINTO DE
AGUA (*Eichhornia crassipes* Solms)**

AUTORES:

EDWARD EDGARDO MENDIETA MORRILLO

BERNARDO JOSÉ ZAMBRANO VALDÉZ

TUTOR:

ING. FEDERICO FERNANDO DIAZ T. MG.

CALCETA, ABRIL 2019

DERECHOS DE AUTORÍA

EDWARD EDGARDO MENDIETA MORRILLO y **BERNARDO JOSÉ ZAMBRANO VALDEZ**, declaran bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Edward E. Mendieta M.

Bernardo J. Zambrano V.

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

ING. FEDERICO FERNANDO DIAZ T. MG. certifica haber tutelado la tesis “**EFFECTO DE UN BIODEGRADADOR ENZIMÁTICO COMERCIAL EN LA PRODUCCIÓN DE BIOL A PARTIR DE JACINTO DE AGUA (*Eichhornia crassipes Solms*)**” que ha sido desarrollada por **EDWARD EDGARDO MENDIETA MORRILLO** y **BERNARDO JOSÉ ZAMBRANO VALDEZ**, previa la obtención del título de Ingeniero Agrícola, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL**, de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

Ing. Federico Fernando Díaz T. Mg.

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** la tesis “**EFFECTO DE UN BIODEGRADADOR ENZIMÁTICO COMERCIAL EN LA PRODUCCIÓN DE BIOL A PARTIR DE JACINTO DE AGUA (*Eichhornia crassipes Solms*) EN EL ÁREA DE LA CARRERA AGRÍCOLA DE LA ESPAM-MFL**”, que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por **EDWARD EDGARDO MENDIETA MORRILLO** y **BERNARDO JOSÉ ZAMBRANO VALDEZ**, previa la obtención del título de Ingeniero Agrícola, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

Ing. Galo Cedeño García, Mg.Sc
MIEMBRO

Ing. Cristian Valdivieso López, Mg.Sc
MIEMBRO

Ing. Johan Cedeño Dueñas, Mg.Sc
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

A todos los que forman parte de la carrera de Ingeniería Agrícola de la “Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López” por darme la oportunidad de formarme en una educación superior en cual he forjado mis conocimientos día a día.

A mis padres, Ramón Bernardo Zambrano Mejía y Elva Quinche Valdez Guerrero por el apoyo económico y moral que me brindaron, sin el aliento de ellos no hubiese sido posible culminar mis estudios universitarios.

A mis hermanas, Elva María Zambrano Valdez, Hilda Amelia Zambrano Valdez, las cuales siempre estuvieron dispuestas a ayudarme en cualquier inconveniente que tuviera.

Y finalmente, le agradezco a cada una de las personas que de una u otra manera pusieron un granito de arena para así poder avanzar y culminar con este trabajo que ha sido de vital importancia para culminar mis estudios.

Bernardo José Zambrano Valdez

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme salud y sabiduría para poder llegar a conseguir este nuevo objetivo de vida.

Agradezco a la Escuela Superior Politécnica de Manabí “Manuel Félix López” por abrirnos las puertas a muchos compañeros y amigos y darnos la oportunidad de tener una profesión así mismo a la carrera de Ingeniería Agrícola por ser la base fundamental para los conocimientos otorgados.

A mis padres Roberty Mendieta y Rosa Morrillo por estar siempre apoyándome en todo momento de todas las formas siempre queriendo lo mejor, mis hermanos porque de una u otra manera dieron su grano de arena. A mi Esposa que siempre está pendiente de mí.

También a todo el cuerpo docente de la Carrera de Agrícola que fueron pilar fundamental transmitiéndome sus conocimientos con paciencia y dedicación ya que es una labor ardua para el progreso de la sociedad.

Edward Edgardo Mendieta Morrillo

DEDICATORIA

Dedico este logro a Dios, por haberme brindado lo más hermoso del universo que es la vida y por cada una de las pruebas que me ha puesto en la misma y por la voluntad de poder afrontarlas y nunca desmayar para poder seguir adelante.

De igual manera les dedico a mis padres, Ramón Bernardo Zambrano Mejía y Elva Quinche Valdez Guerrero por haber sido el pilar más fundamental en esta etapa de mi vida y no haber perdido las esperanzas de que yo pudiera lograrlo, por el afecto brindado que toda persona necesita para seguir adelante.

Bernardo José Zambrano Valdez

DEDICATORIA

Dedico este nuevo logro a mis padres por siempre apoyarme en mis estudios académicos desde la infancia y siempre tratando de darme lo mejor de ellos, a mis hermanos para que esto sea ejemplo para que también los incentive cumplir las metas que se propongan en el trayecto de sus vidas y a todos los que siempre se preocuparon para poder verme crecer en el ámbito profesional.

Edward Edgardo Mendieta Morrillo

CONTENIDO GENERAL

PORTADA	i
DERECHOS DE AUTORÍA.....	ii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL	iv
AGRADECIMIENTO	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
DEDICATORIA	viii
CONTENIDO GENERAL.....	ix
CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS.....	xi
RESUMEN.....	xii
PALABRAS CLAVE	xii
ABSTRACT	xiii
KEY WORD	xiii
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES.....	1
1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2 JUSTIFICACIÓN	3
1.3 OBJETIVOS.....	4
1.3.1 OBJETIVO GENERAL	4
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
1.4. HIPÓTESIS.....	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	5
2.1 ORIGEN DEL BIOFERTILIZANTE	5
2.2 BIOFERTILIZANTES	5
2.3 DEGRADADORES DE LA MATERIA ORGÁNICA	7
2.3.1 CONCEPTO	7
2.4 DEGRADADOR ENZIMÁTICO BYZ-96.....	7
2.4.1 USO DEL PRODUCTO.....	7
2.4.2 DOSIS.....	7
2.4.3 COMPONENTES ACTIVOS	8
2.4.4 LIPASAS	8
2.4.5 PROTEASA	8
2.4.6 AMILASA	9

2.4.7	SARSAPOGENINA	9
2.5	PROCESO DE LA DESCOMPOSICIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA.....	9
2.5.1	DESCOMPOSICIÓN MESÓFILA	9
2.5.2	DESCOMPOSICIÓN TERMÓFILA	9
2.5.3	MADURACIÓN	9
2.6	DESCOMPOSICIÓN ANAEROBIA	10
2.7	JACINTO DE AGUA (<i>Eichhornia crassipes</i>)	10
2.7.1	GENERALIDADES, TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA.....	10
2.7.2	CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS.....	12
2.7.3	USO DEL JACINTO DE AGUA	12
2.7.4	EUTROFIZACIÓN.....	13
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO		15
3.1	UBICACIÓN	15
3.2	DURACIÓN.....	15
3.3.	FACTORES EN ESTUDIO.....	15
3.4	TRATAMIENTOS	16
3.5	DISEÑO EXPERIMENTAL	16
3.7	ANÁLISIS DE VARIANZA	17
3.8	METODOLOGÍA	17
3.8.7	RECOLECCIÓN DEL JACINTO DE AGUA	17
3.8.8	RECOLECCIÓN DEL ESTIÉRCOL FRESCO DE BOVINO	17
3.8.9	MATERIALES PARA LA PREPARACIÓN DEL BIOL.....	17
3.8.10	PROCEDIMIENTO PARA LA PREPARACIÓN DEL BIOL.....	18
3.8.11	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	18
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		19
4.1.	ESTIMACIÓN ECONÓMICA.....	22
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		24
5.1.	CONCLUSIONES.....	24
5.2.	RECOMENDACIONES.....	25
BIBLIOGRAFÍA.....		26
ANEXOS.....		31

CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 2. 1. Los componentes activos del degradador enzimático BYZ-96	8
Cuadro 2. 2. Clasificación científica del Jacinto de agua	11
Cuadro 2. 3. Composición del Jacinto de agua.	12
Cuadro 2. 4. Composición del Jacinto de agua.	12
Cuadro 3. 1. Tratamientos y códigos.....	16
Cuadro 3. 2. Análisis de varianza.....	17
Cuadro 3. 3. Estimación económica de los tratamientos.....	23
Cuadro 4. 1. Análisis de varianza de la variable volumen de biol.....	19
Cuadro 4. 2. Efectos.....	22
Figura 4. 1. Volumen de biol producido por dosis crecientes de BYZ-96	20
Figura 4. 2. Proporciones utilizadas	21

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, Manuel Félix López con el objetivo de generar una alternativa de uso del Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes* Solms) existente en el embalse “Sixto Durán Ballén” (La Esperanza), teniendo como factores en estudio las dosis del degradador enzimático comercial y proporción de agua más biomasa en la elaboración de biol. Se utilizó un diseño bifactorial de bloques completamente al azar (DBCA) con 5 repeticiones, además se utilizó la prueba de comparación de medias de Tukey al 0,05% de probabilidad de error, presentando diferencias significativas en todos los tratamientos. Se concluye que la dosis del degradador frente a la proporción de Jacinto de agua más biomasa es significativo, se logró identificar que a mayor cantidad de biomasa mayor es el volumen obtenido de biol, dando como mejores tratamientos a T3 (35cc de BYZ-96+50% de agua + 50% de biomasa), T6 (50cc de BYZ-96+25% de agua + 75% de biomasa), y T9 (65cc de BYZ-96+25% de agua + 75% de biomasa).

PALABRAS CLAVE

Digestión anaeróbica, fermentación homoláctica, biodigestor, biol.

ABSTRACT

This research was carried out at the Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, Manuel Félix López with the aim of generating an alternative of use of the water hyacinth (*Eichhornia crassipes* Solms) existing in the reservoir "Sixto Durán Ballén" (La Esperanza), taking as factors in study the doses of the commercial enzyme degrader and water proportion more biomass in the elaboration of Biol. A completely randomized block design (DBCA) was used with 5 replications, and Tukey's mean comparison test was used at 0.05% of error probability, presenting significant differences in all treatments. It is concluded that the dose of the gradient against the proportion of water hyacinth more biomass is not significant, however it was identified that the greater quantity of biomass is the volume obtained from Biol, giving as better treatments to T3 (35cc of BYZ-96 + 50% of Water + 50% biomass), T6 (50cc BYZ-96 + 25% water + 75% biomass), and T9 (65cc BYZ-96 + 25% water + 75% biomass).

KEY WORD

Anaerobic digestion, homolactic fermentation, bioreactor, organic liquid fertilizer.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

A nivel mundial el Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes* Solms), causa problemas más serios y amplios que ninguna otra maleza acuática flotante. Esto es el resultado de su alta intensidad de crecimiento y reproducción, alta habilidad competitiva con relación a otras plantas acuáticas flotantes, el movimiento de las plantas por el viento y las corrientes de agua (FAO, 2011); siendo este último punto algo muy crucial ya que en nuestro medio el Jacinto de agua se ha movilizado entre los embalses que forman la red del trasvase de aguas del Plan Hidráulico de Manabí (Daule Peripa - La Esperanza; La Esperanza - Poza Honda; Poza Honda-Mancha Grande) llegando hasta los ríos que reciben las aguas del trasvase Carrizal, Chone, Portoviejo; entre otros.

Por lo cual varios métodos se han probado para la eliminación de esta planta sin que se provoque ningún impacto ambiental severo, muchos de los cuales han resultado muy satisfactorios puesto que la planta responde de manera positiva. Es así que, mediante una investigación profunda del tema, se llegó a determinar que la especie es capaz de generar bio-productos; es decir un abono orgánico, biol y biogás, el gran problema es la difícil degradación de esta planta acuática para la obtención de este. De esta manera no solo se elimina el exceso de la planta en las riberas de los ríos, sino que también se aprovecha la misma para la generación de material orgánico, lo cual otorga una solución a la problemática de la planta, sin generar impacto significativo (López, 2012).

El embalse “La Esperanza” forma parte del Sistemas de Trasvases de Manabí, tiene un área de 2.400 hectáreas, con problemas de hipereutrofización debido a un elevado aporte de nutrientes, producto de la erosión que presentan las laderas, a consecuencia de una alta deforestación en la cuenca, por utilizar los suelos adyacentes en actividades de ganadería y agricultura; por la alta incidencia de nutrientes (fósforo y nitrógeno) en el agua, existe una gran biomasa de Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes* Solms), provocando una serie de problemas socio ambientales (Vera, 2012). El Jacinto de agua es una especie invasora, y por su

alta capacidad adaptativa y reproductiva ha sido catalogada dentro de las 100 malezas más invasoras del mundo. Su crecimiento acelerado contribuye al fenómeno de eutrofización de los cuerpos de agua, y su lenta descomposición genera malos olores y bajo nivel de higiene, ocasionando que dichas aguas no sean aptas para el consumo debido a sus características deplorables, sin embargo el Jacinto de agua es una biomasa rica en material lignocelulósico, su alto contenido de celulosa, lo convierte en una materia prima potencial para la síntesis de productos de interés industrial (Tejada, *et al.* 2018).

Las degradaciones o cambios en la materia orgánica ocurren usualmente en la naturaleza, sin embargo, la velocidad de tales cambios es baja. Mediante una adecuada manipulación, estos sistemas biológicos pueden ser optimizados para aumentar la velocidad del cambio o degradación. En general las manipulaciones involucran producción e inmovilización de enzimas en determinados soportes y cambios genéticos a los organismos involucrados. Es una técnica que está siendo objeto de una gran atención y aplicación, tanto por el sector privado como por el público a nivel mundial, debido a su bajo costo y mínimo impacto ambiental (Mendoza, 2004).

A pesar de lo antes mencionado, son pocas las iniciativas que promueven la propia comunidad o el gobierno local para el aprovechamiento de esta especie vegetal y sus propiedades como una fuente de biomasa con potencialidad para explotarla en la producción de subproductos con valor agregado.

Es decir, que en esta zona del Ecuador este tipo de tecnología no ha sido tan explotada debido al poco conocimiento, tomando como referencia la investigación de ADEL-FIAES (2014), quien manifiesta que existen capacitaciones, pero no hay continuidad para la actualización. Además, las políticas estatales para promover este tipo de procedimientos orgánicos no están fortalecidas, lo cual resulta económicamente negativo porque se está desaprovechando esta materia prima de bajo costo y de gran disponibilidad.

Por estas razones se plantea la siguiente interrogante:

¿Cómo influye el degradador enzimático de la materia orgánica y las proporciones agua – biomasa en la producción de biol a partir de Jacinto de agua?

1.2 JUSTIFICACIÓN

El *Eichhornia crassipes* es una planta acuática de raíces sumergidas muy extensas, es conocida más comúnmente con el nombre de Jacinto de agua, pertenecientes a la familia ponteridácea, oriundas del Continente Americano, viven en las aguas tranquilas de ciénagas, presas, micropresas, lagunas, zanjas, arroyos y ríos (Reyes, 2010).

Por este motivo se ha visto la posibilidad de utilizar esta planta acuática para la producción de abono orgánico y un biol de buena calidad para el uso agrícola, mediante la fermentación, utilizando las hojas trituradas y añadiendo un degradador enzimático como acelerante de la descomposición de biomasa debido a que esta planta acuática presenta dificultad para descomponerse por sí misma.

Mediante este trabajo se busca aprovechar las cualidades que presenta el Jacinto de agua, contribuyendo así a reducir la población de esta especie en la represa Sixto Duran Ballén, facilitando las actividades propias de la misma, y a la vez obteniendo un abono orgánico rico en nutrientes que puedan ser utilizados en la producción agrícola local. Esta investigación se desarrolla porque es necesario aprovechar los recursos naturales del entorno para producir abonos orgánicos como el biol; como una alternativa al uso de fertilizantes sintéticos, ayudando así a los tres ejes del sector agrícola: al productor, para que aumente significativamente la cosecha a bajo costo; al consumidor, para que adquiera productos saludables; y al ambiente porque se contrarresta el deterioro de la calidad del suelo, además al disminuir el lechuguino (jacinto de agua) de la represa, la calidad del agua mejoraría y el ecosistema acuático del embalse también.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Generar una alternativa de uso del Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes Solms*) existente en el embalse “Sixto Durán Ballén” (La Esperanza).

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Establecer la proporción adecuada de agua más biomasa en la elaboración de biol.
- Determinar la dosis óptima del BYZ para acelerar la descomposición del Jacinto de agua a bioabono líquido.
- Realizar la estimación económica de los tratamientos en estudio.

1.4. HIPÓTESIS.

La proporción adecuada de agua más biomasa y la dosis óptima del BYZ-96 producirán un bioabono líquido con convenientes propiedades nutricionales.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 ORIGEN DEL BIOFERTILIZANTE

Desde la década de los años 80 viene revolucionando toda Latinoamérica en Europa el “Súper Magro”, que fue el primer biofertilizante idealizado por el agricultor Delvino Magro con el apoyo de Sebastiao Pinheiro, de la Juquira Candirú Satyagraha en Río Grande Do Sul-Brasil, con sedes en Colombia y México (Salud Orgánica Sostenible, 2018).

La tecnología relativamente simple de la biofertilización se practica desde hace siglos y en la mayoría de los casos se reportan respuestas positivas sobre el rendimiento (Díaz *et al.*, 2012).

2.2 BIOFERTILIZANTES

Un biofertilizante es un producto biológico a base de microorganismos (hongos micorrízicos y bacterias promotoras del crecimiento vegetal, principalmente), cuya actividad fisiológica permite promover el crecimiento de las plantas, con lo cual es posible sustituir o al menos reducir el uso de agroquímicos, así como la contaminación generada por los mismos, cuando el inóculo se aplica en partes específicas de la planta (semilla, tallo, hoja, raíz) o en el agua de riego (Franco, 2009).

Los biofertilizantes están conformados a base de alguna bacteria o de un hongo que a su vez permiten que la planta tenga un mejor desempeño para tomar los nutrientes. Estos microorganismos por lo general son extraídos del mismo suelo para producirlos en masa y posterior a eso vuelven nuevamente al suelo. Entre los elementos que aportan a la planta el nitrógeno y el fósforo son los más importantes (Santillán, 2016).

Según Bojórquez *et al.*, 2010 el aumento de la concientización sobre el cuidado del medio ambiente y la evidencia del deterioro ambiental que causan los agroquímicos ha hecho que los productores agrícolas, vean como buena alternativa la aplicación de los biofertilizantes.

El abono foliar orgánico, también llamado biofertilizante líquido, es el resultado de un proceso de fermentación en ausencia de aire (anaeróbica) de restos orgánicos de animales y vegetales (estiércol, residuos de cosecha). El Biol contiene nutrientes de alto valor nutritivo que estimulan el crecimiento, desarrollo y producción en las plantas. La producción del biol es un proceso relativamente simple y de bajo costo, ya que sus insumos de preparación son locales, aunque su elaboración tiene un periodo de entre dos y tres meses (Álvarez, 2010). Coincidiendo con estos autores como Al Seadi *et al.*, 2008 y Varnero, 2011; citados por Castillo (2013) refiriendo que los biabonos son el sustrato residual generado luego del proceso de generación de biogás y estos pueden presentarse tanto en estado sólido como líquido y comúnmente son identificados como biosol y biol respectivamente.

Según Aliaga (2014) su composición química de los nutrientes es: Nitrógeno 0.1212%, Fósforo 8.6 ppm (partes por millón), Potasio 112 Ppm, Magnesio 1.17%, Boro 0.12 Ppm y un Ph de 3.59

Además, este fertilizante orgánico está compuesto por hormonas que activan el crecimiento y desarrollo de las plantas, llamadas fitohormonas Guerrero (1993) citado por Vargas (2014) o fitorreguladoras las cuales son desechos del metabolismo de las bacterias típicas del proceso de fermentación anaeróbica (Aparcana, 2008) (citado por Rendón, 2013); las mismas que:

- Estimulan la formulación de las raíces
- Inducen a la floración
- Inducen la fructificación
- Estimulan el crecimiento o detiene el mismo

La producción de abono foliar (biol) es una técnica utilizada con el objetivo de incrementar la cantidad y calidad de las cosechas. Puede prepararse en diferentes envases, tales como mangas de plástico y cilindros o bidones. El uso de algunas especies vegetales con características bioscidas en la elaboración del biol, lo convierte adicionalmente en un bioplaguicida que reduce el ataque de ciertas plagas y enfermedades. Algunas plantas bioscidas conocidas son: ajeno

(artemisa sp.), eucalipto (eucaliptos globulus), cicuta (erodium cicutarum), paico (chenopodium ambrosoides), ortiga (urtica sp.) muña (menthostachis espicata), locoto (capsicum pubescens), tarwi (lupinos mutabilis), entre otras (Mamani, *et al.*, 2012).

En el caso del uso del Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes Solms*) para la producción de biol puede considerarse como un acondicionador de suelos debido a que previenen la erosión y aumentan la permeabilidad.

2.3 DEGRADADORES DE LA MATERIA ORGÁNICA

2.3.1 CONCEPTO

Un degradador de materia orgánica es una excelente herramienta biológica para descomponerla en estado sólida o líquida (El despertador, 2015). La materia orgánica sujeta a la degradación microbiana proviene de diferentes fuentes, siendo los remanentes vegetales, los restos de animales y las excreciones de éstos las principales. Además, las células microbianas muertas sirven como fuente de carbono para las generaciones posteriores de la comunidad microbiana.

2.4 DEGRADADOR ENZIMÁTICO BYZ-96.

2.4.1 USO DEL PRODUCTO

Según Castells, (2011) la bioenzima BYZ-96 se deriva de extractos botánicos que incrementan la tasa de degradación microbiana de la materia orgánica, existente tanto en aguas residuales como en desechos sólidos. Al actuar sinérgicamente con las bacterias degradadoras, es también un producto altamente efectivo para el control de olores objetables. Ya que sus componentes estimulan el crecimiento de los microorganismos y por tanto aceleran la biodegradación de desechos orgánicos, la BIOENZIMA BYZ-96 contribuye a evitar la presencia de vectores (moscas, roedores).

2.4.2 DOSIS

La bioenzima BYZ-96 debe ser previamente diluida en agua en proporción 1:10

v/v y su dosis óptima recomendada de aplicación es de un litro de producto puro por metro cúbico de agua residual. El producto debe ser mezclado lo más homogéneamente con las aguas residuales.

2.4.3 COMPONENTES ACTIVOS

Cuadro 2. 1. Los componentes activos del degradador enzimático BYZ-96

Enzimas:	Cepas bacterianas:
Lipasa	<i>Azospirillum brasilense</i>
Amilasa	<i>Lactobacillus acidophilus</i>
Sarsapogenina	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
Proteasa	<i>Acetobacter vulgaris</i>
	<i>Azotobacter chroococcum</i>
	<i>Trichoderma</i>

2.4.4 LIPASAS

Los lípidos son biomoléculas orgánicas ampliamente distribuidas en la biomasa de la tierra, siendo las enzimas denominadas lipolíticas o lipasas las encargadas de la degradación de estas moléculas insolubles en agua. Las lipasas han sido encontradas en muchas especies de animales, plantas y microorganismos. Sin embargo, las lipasas microbianas son mucho más versátiles y presentan características interesantes como estabilidad en solventes orgánicos, actividad bajo diversas condiciones, alta especificidad de sustrato (Aceves, 2012).

2.4.5 PROTEASA

Las proteasas se componen de aminoácidos individuales que están unidos por un enlace covalente, llamado enlace peptídico, durante el proceso de traducción de proteínas, es un tipo de enzima cuyo mecanismo depende de la clase de la misma.

Las proteasas también se caracterizan por su mecanismo de acción; es decir, los aminoácidos que están implicados en el sitio catalítico de la enzima, jugando un papel en la facilitación de la hidrólisis del enlace peptídico (Arriba Salud, 2017).

2.4.6 AMILASA

Las denominadas amilasas son aquellas enzimas con función de romper los enlaces glucosídicos entre monosacáridos dejándolos de forma individual para ser asimilados. Hay tres tipos de amilasas dependiendo de su lugar de origen, estas son la amilasa salival, amilasa pancreática y amilasa intestinal (Cbtis, 2011).

2.4.7 SARSAPOGENINA

Las saponinas constituyen un amplio grupo de heterósidos muy frecuentes en los vegetales. Se caracterizan por sus propiedades tenso-activas; se disuelven en agua formando disoluciones espumosas (Bruneton, 2001); Citado por, (Hernández, 2014).

2.5 PROCESO DE LA DESCOMPOSICIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA

2.5.1 DESCOMPOSICIÓN MESÓFILA

La masa vegetal está a temperatura ambiente y los microorganismos mesófilos se multiplican rápidamente. Como consecuencia de la actividad metabólica la temperatura se eleva y se producen ácidos orgánicos que hacen bajar el pH (Estrada, 2008).

2.5.2 DESCOMPOSICIÓN TERMÓFILA

La descomposición termófila, que comienza cuando el material alcanza una temperatura de 40 °C, caracterizada por una mayor actividad microbiológica. A partir de los 60 °C los hongos termófilos desaparecen y aparecen bacterias esporígenas y actinomicetes. Estos microorganismos son los encargados de descomponer ceras, proteínas y hemicelulosas. En esta etapa se eliminan posibles gérmenes patógenos para plantas y animales, así como el poder germinativo de las semillas de malezas (Tortarolo *et al.*, 2008).

2.5.3 MADURACIÓN

La fase de maduración-estabilización, menos activa biológicamente, caracterizada por una disminución de la temperatura, del grado de descomposición y la

recolonización del material por microorganismos mesófilos. Es un período que requiere meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización de las sustancias húmicas (Tortarolo *et al.*, 2008).

2.6 DESCOMPOSICIÓN ANAEROBIA

En una fermentación anaeróbica, la materia orgánica es catabolizada en ausencia de un aceptor de electrones externo mediante microorganismos anaeróbicos estrictos o facultativos a través de reacciones de oxidación-reducción bajo condiciones de oscuridad. El producto generado durante el proceso acepta los electrones liberados durante la descomposición de la materia orgánica. Por lo tanto, la materia orgánica actúa como dador y aceptor de electrones. En la fermentación, el sustrato es parcialmente oxidado y por lo tanto, sólo una pequeña cantidad de la energía contenida en el sustrato se conserva (FAO, 2011).

Los procesos en donde las bacterias anaerobias hacen degradación se llevan a cabo en ausencia de oxígeno (O^2). Los microorganismos trabajan en serie o grupo para degradar la materia orgánica a través de etapas sucesivas, cada una desencadenando la siguiente. La presencia de materia orgánica y la temperatura son fundamentales para el metabolismo de las bacterias, este último aspecto es un factor condicionante en las interacciones biológicas y de supervivencia que desarrollan las bacterias (Corrales *et al.*, 2015).

2.7 JACINTO DE AGUA (*Eichhornia crassipes*)

2.7.1 GENERALIDADES, TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA

El Jacinto de Agua es una hierba perenne acuática flotante de crecimiento y reproducción precoz. Posee tallos condensados glabros de 15 a 20 cm de largo con nudos y entrenudos de 3 cm de largo. Posee hojas sésiles dispuestas en rosetas basales y hojas pecioladas flotantes. Lámina redondeada de 3 a 8 cm de largo por 4 a 7 cm de ancho. De textura membranosa, hinchada y bulbosa. Sistema radicular copioso de coloración café claro a oscuro (Castillo, 2013).

Según Castillo (2013), el Jacinto de agua es la única planta acuática introducida con el carácter de invasiva en el Ecuador, pudiendo ser hallada en sus tres regiones, oriente, sierra y costa.

Es una planta que se extiende fácilmente en condiciones normales y para ello necesita fósforo y nitrógeno en abundancia. La temperatura óptima para su desarrollo son los 25-30°C y aunque puede tolerar temperaturas más bajas, morirá con las primeras heladas. Las hojas del Jacinto de agua son muy peculiares, están provistas de hinchazones similares a pequeños globos que la ayudan a flotar. Las flores, que son de color azul o malva y por su forma recuerdan a las del Jacinto, aparecen en verano. Se puede multiplicar fácilmente esta planta mediante división de los rizomas. (AERF, 2009).

La macrófita *Eichhornia crassipes* (Jacinto de agua) es una planta acuática flotante conocida por su capacidad de producción y la eliminación de contaminantes del agua. El Jacinto de agua crece en una amplia variedad de tipos de humedales y prefiere aguas con nutrientes enriquecidos. Sin embargo, se puede tolerar una variación considerable en los niveles de nutrientes, temperatura y pH (Poma, 2014).

El nombre científico del Jacinto de Agua corresponde a *Eichhornia crassipes* (Martius) Solms- Laubach y tiene una posición taxonómica dentro de las Pontederiaceae del reino Plantae de la división Magnoliophyta. (Cuadro 2.2) (López, 2012).

Cuadro 2. 2. Clasificación científica del Jacinto de agua

Clasificación científica	
Reino:	Planta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Commelinales
Familia:	Pontederiaceae
Género:	<i>Eichhornia</i>
Especie:	<i>Crassipes</i>
Nombre binomial:	<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms 1883
Sinonimia:	<i>Pontederia crassipes</i> Mart. 1823

Fuente: Aprovechamiento del lechugín (López, 2012)

2.7.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS

El Jacinto de agua tiene un alto contenido de agua entre 93 y 95%. Esta composición varía dependiendo del medio en el cual crezca la planta. Cuando hay escasez de elementos fertilizantes, se inhibe el crecimiento de la planta. Por el contrario, en abundancia de nutrientes, la planta se desarrolla a su máximo límite, adquiriendo un intenso color azul-verdoso, (España, 2017) mientras la composición del Jacinto de agua según (Bhattacharya & Kumar, 2010) se indica en el cuadro 2.3.

Cuadro 2. 3. Composición del Jacinto de agua.

Componentes	Composición (%)
1 Lignina	10
2 Celulosa	25
3 Hemicelulosa	35
4 Ceniza	20
5 Nitrógeno	0.3

Fuente. Bhattacharya & Kumar, 2010.

2.7.3 USO DEL JACINTO DE AGUA

Los intereses de la humanidad pueden ser salvaguardados solamente por medio de la búsqueda de medidas a largo plazo para el control del Jacinto de agua, en lugar de su utilización (citado por Castillo 2013).

Menciona Reyes *et al.*,(2017), que el uso de compostaje del Jacinto de agua sobresale a nivel agrícola por su valioso aporte nutricional, además de ser una económica para el productor y de esta manera resulta una alternativa económica para combatir el problema invasivo de estas plantas acuáticas que requieren por lo general de controles periódicos, caso contrario su estrategia y capacidad invasora cubre rápidamente las superficies del agua, desequilibrando el estado de las aguas, llegando a causar problemas de eutrofización.

Sin embargo, las invasiones masivas de la especie deberían incentivar a las poblaciones afectadas a aprovechar el Jacinto de Agua como una fuente continúa de biomasa y empleándolo de varias maneras según se indica en el cuadro 2.4.

Cuadro 2. 4. Composición del Jacinto de agua.

Empleo	País de referencia	Generalidades
Protección de peces en piscícolas	Nigeria	Se emplea de manera controlada en estanques de cría de peces para protegerlos del sol y depredadores
Sustrato para deposición de huevos	Nigeria	Se emplea de manera controlada en estanques de cría de peces ornamentales para su desove de huevos.
Tratamiento biológico de aguas residuales	Nigeria, Ecuador, India, China, etc.	El JA es un bio acumulador que ha demostrado retener sustancias tóxicas y metales pesados, esta propiedad se le atribuye a su gran capacidad de absorber nutrientes.
Generación de Biogás	Nigeria, Alemania, EEUU, Ecuador, India, China, etc.	A través de la biodigestión anaerobia se genera biogás para generación eléctrica o de energía térmica.
Obtención de fertilizantes	Nigeria, Ecuador, etc.	Los fertilizantes son excelentes mejoradores de suelos y pueden ser obtenidos por compostaje, vermi compostaje o biodigestión.
Producción de papel	Nigeria, Chile, etc.	Su celulosa se emplea en la producción de pulpa de papel.

Fuente: Castillo, 2013.

2.7.4 EUTROFIZACIÓN

La eutrofización se clasifica como uno de los mayores problemas ambientales de los lagos y embalses; este fenómeno que se puede definir como un proceso de deterioro en la calidad del agua, su origen se debe a un incremento de nutrientes, principalmente nitrógeno y potasio, los cuales entran al sistema acuático por las actividades antropogénicas o por un desbalance en el mismo medio acuático; y a su vez, ese aumento en los nutrientes favorece la proliferación de las plantas acuáticas (Vallejo, 2012).

La eutrofización consiste en forzar un sistema acuático desde el exterior, con la incorporación de más nutrientes, y también de materia orgánica, que alteran temporalmente las condiciones de equilibrio, induciendo desviaciones en las características del sistema, en su composición biótica y en su sucesión. Estos procesos introducen cambios físicos, químicos y biológicos en la calidad del agua (Martínez, 2010).

Según menciona Palomino y Tuya (2013), cuando se alteran los balances de los elementos principales como es el caso del fósforo y del nitrógeno, se puede apreciar el efecto de la eutrofización en todos los niveles tróficos.

- **EUTROFIZACIÓN NATURAL**

El proceso natural de eutrofización está altamente regulado, ya que se tiende a un equilibrio entre las entradas (precipitación, escorrentía, erosión...) y salidas de nutrientes. Existen tres estados tróficos en los cuerpos de agua cerrados: el oligotrófico, el mesotrófico y el eutrófico, dependiendo de ciertas características del agua como la concentración de nutrientes y oxígeno, la turbulencia del agua, la producción primaria, entre otros Ledesma *et al.*, 2013.

- **EUTROFIZACIÓN ANTROPOGÉNICA**

La eutrofización antropogénica haciendo referencia al tipo de eutrofización causada por el hombre. Aguas residuales, aguas ricas en fertilizantes y otro tipo de contaminación son las principales causas de este tipo de eutrofización. El ecosistema no tiene la capacidad de eliminar tantos nutrientes de forma equilibrada y tienden a acumularse. En este caso, el proceso dura mucho menos que el natural: tan solo unas décadas son suficientes Ledesma *et al.* 2013.

- **HIPEREUTROFIZACIÓN**

Un río, un lago o un embalse sufren eutrofización cuando sus aguas se enriquecen en nutrientes. Podría parecer a primera vista que es bueno que las aguas estén bien repletas de nutrientes, porque así podrían vivir más fácil los seres vivos. Pero la situación no es tan sencilla. El problema está en que si hay exceso de nutrientes crecen en abundancia las plantas y otros organismos. Más tarde, cuando mueren, se pudren y llenan el agua de malos olores y le dan un aspecto nauseabundo, disminuyendo drásticamente su calidad.

El proceso de putrefacción consume una gran cantidad del oxígeno disuelto y las aguas dejan de ser aptas para la mayor parte de los seres vivos. El resultado final es un ecosistema casi destruido.

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1 UBICACIÓN

La presente investigación se realizó durante los meses de diciembre del 2016 a abril del 2017, en la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, ubicada en el sitio El Limón, parroquia Calceta, cantón Bolívar, provincia de Manabí, está situada geográficamente entre las coordenadas 0°49'27,9" de Latitud Sur y 80°10'47,2" de Longitud Oeste con una elevación de 15 m.s.n.m.

3.2 DURACIÓN

El presente trabajo tuvo una duración de 5 meses, a partir del mes de diciembre del 2016 y finalizando en el mes de abril del 2017.

3.3. FACTORES EN ESTUDIO

Factor A dosis del degradador enzimático comercial

1. 35cc de BYZ-96
2. 50cc de BYZ-96
3. 65cc de BYZ-96

Factor B proporción de agua más biomasa en la elaboración de biol

1. 50% de agua + 50% de biomasa (25% de Jacinto de agua y 25% de estiércol)
2. 25% de agua + 75% de biomasa (50% de Jacinto de agua y 25% de estiércol)
3. 25% de agua + 75% de biomasa (50% de estiércol y 25% de Jacinto de agua)

3.4 TRATAMIENTOS

Cuadro 3. 1. Tratamientos y códigos.

Tratamientos	Código	Descripción
T1	A1B1	35cc de BYZ-96 + 50% de agua + 50% de biomasa (25% de Jacinto de agua y 25%de estiércol)
T2	A1B2	35cc de BYZ-96 + 25% de agua +75% de biomasa (50% de Jacinto de agua y 25% de estiércol)
T3	A1B3	35cc de BYZ-96 + 25% de agua + 75% de biomasa (50% de estiércol y 25% de Jacinto de agua)
T4	A2B1	50cc de BYZ-96 + 50% de agua + 50% de biomasa (25% de Jacinto de agua y 25%de estiércol)
T5	A2B2	50cc de BYZ-96 + 25% de agua +75% de biomasa (50% de Jacinto de agua y 25% de estiércol)
T6	A2B3	50cc de BYZ-96 + 25% de agua + 75% de biomasa (50% de estiércol y 25% de Jacinto de agua)
T7	A3B1	65cc de BYZ-96 + 50% de agua + 50% de biomasa (25% de Jacinto de agua y 25%de estiércol)
T8	A3B2	65cc de BYZ-96 + 25% de agua +75% de biomasa (50% de Jacinto de agua y 25% de estiércol)
T9	A3B3	65cc de BYZ-96 + 25% de agua + 75% de biomasa (50% de estiércol y 25% de Jacinto de agua)
T10	A0B1	50% de agua + 50% de biomasa (25% de Jacinto de agua y 25%de estiércol)
T11	A0B2	25% de agua +75% de biomasa (50% de Jacinto de agua y 25% de estiércol)
T12	A0B3	25% de agua + 75% de biomasa (50% de estiércol y 25% de Jacinto de agua)

Fuente. Autores

3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó el diseño completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial AxB+3 con tres repeticiones.

- Factor A (tres dosis de degradador enzimático).
- Factor B (proporción agua + biomasa)

3.6 VARIABLES RESPUESTA

Tasa de conversión de biol, en un tanque con capacidad para 60 litros colocamos los componentes con las dosis y composición indicada en los tratamientos, al finalizar la fermentación se filtró se separó la biomasa del abono líquido, para poder calcular la diferencia del volumen de producto final y de volumen inicial.

3.7 ANÁLISIS DE VARIANZA

Cuadro 3. 2. Análisis de varianza.

FV	GL
TRATAMIENTO	11
A	2
B	2
A*B	4
A0 vs B1	1
A0 vs B2	1
A0 vs B3	1
ERROR	18
TOTAL	26

Fuente. Autores

3.8 METODOLOGÍA

3.8.7 RECOLECCIÓN DEL JACINTO DE AGUA

Se ingresó al río Carrizal y con la ayuda de 8 sacos se extrajo el jacinto de agua, esto fue bajo el puente del sitio “El Limón” ya que por motivo de reparación se realizó un paso provisional donde se represaba el mismo.

3.8.8 RECOLECCIÓN DEL ESTIÉRCOL FRESCO DE BOVINO

Se recogió manualmente con una pala y se depositó en 4 tanques de 60 L en una propiedad ubicada en el sector las Cañitas de la parroquia La Estantilla del Cantón Tosagua.

3.8.9 MATERIALES PARA LA PREPARACIÓN DEL BIOL

Para producir el Biol se necesitarán los siguientes materiales:

- Estiércol fresco de bovino.
- Jacinto de agua.
- 1000 ml de melaza.
- 1/4 libra de levadura de cerveza.
- 500 ml de leche.
- 1 libra de ceniza.
- Dosis programada del degradador enzimático.
- Agua.

3.8.10 PROCEDIMIENTO PARA LA PREPARACIÓN DEL BIOL

La preparación del biol de Jacinto de agua se realizó utilizando todos los ingredientes antes mencionados y la dosis programada del degradador enzimático (35 ml, 50 ml y 65 ml).

El Jacinto de agua fue picado manualmente con machete, luego se procedió a colocar cada ingrediente en la dosis establecida en el tanque de 60 litros, de la siguiente manera se colocó 500 ml de leche, 1/4 libra de levadura de cerveza, 1 libra de ceniza, 1000 ml de melaza, agua hasta completar 12.5 L o 25 L según el tratamiento, estiércol fresco de bovino (25% en los siguientes tratamientos T1, T2, T4, T5, T7, T8, T10, T11 y 50% en los siguientes tratamientos T3, T6, T9, T12), Jacinto de agua (25% en los siguientes tratamientos T1, T3, T4, T6, T7, T9, T10, T12 y 50% en los siguientes tratamientos T2, T5, T8, T11) y dosis programada del degradador enzimático 35 ml, 50 ml y 65 ml después se revolvió hasta obtener una mezcla homogénea, se cerró herméticamente el tanque en la tapa del tanque se procedió a colocar una manguera y al otro extremo una botella descartable con agua para facilitar la salida del gas metano que se produjo durante el proceso de fermentación y se dejó fermentar en condiciones anaeróbicas bajo sombra.

3.8.11 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis de datos se realizó través del análisis de varianza (ANOVA) y la separación de medias mediante la prueba de Tukey 0,05 de probabilidad de error. El proceso fue realizado con la ayuda del paquete estadístico INFOSTAT PROFESIONAL versión 2008.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza aplicado al volumen de biol mostró diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) para los tratamientos, para el factor producción de biomasa, y para los contrastes 2 y 3. Esto indica que las dosis de BYZ-96 no influyeron sobre la cantidad de biol producido, por el contrario, la cantidad final de biol producida está en función de la cantidad de biomasa que se utilice en la preparación de biol.

Cuadro 4. 1. Análisis de varianza de la variable volumen de biol.

FV	SC	GL	CM	F	p-valor	Significancia
Trat	4261,67	11	387,42	10,22	<0,0001	**
Rep	81,5	2	40,75	1,08	0,3585	
BYZ-96	54,74	2	27,37	1,03	0,3792	NS
Proporción biomazas	3075,85	2	1537,93	57,92	<0,0001	**
BYZ -96 x Biomasa	70,81	4	17,70	0,67	0,6243	NS
Contraste 1 (T ₁₀ vs T ₁ , T ₄ , T ₇)	20,25	1	20,25	0,53	0,4725	NS
Contraste 2 (T ₁₁ vs T ₂ , T ₅ , T ₈)	324	1	324,00	8,55	0,0079	**
Contraste 3 (T ₁₂ vs T ₃ , T ₆ , T ₉)	1667,36	1	1667,36	43,99	<0,0001	**
Error	833,83	22	37,90			
Total	5177	35				

T₁= 35ML BYZ-96+ 50A + 25J + 25E; T₂= 35ML BYZ-96 + 25A +50J + 25E; T₃= 35ML BYZ-96 +25A + 50E + 25J; T₄= 50ML BYZ-96 + 50A + 25J + 25E; T₅= 50ML BYZ-96 + 25A + 50J + 25E; T₆= 50ML BYZ-96 + 25A + 50E + 25J; T₇= 65ML BYZ-96 + 50A +25J + 25E; T₈= 65ML BYZ-96 + 25A + 50 J +25E; T₉= 65ML BYZ-96 + 25A + 50E + 25J T₁₀=50A + 25J + 25E; T₁₁= 25A + 50J + 25E; T₁₂= 25A + 50E + 25J

La figura 4.1, muestra que los tratamientos 3, 6 y 9 con dosis de 35, 50 y 65 ml de BYZ-96 con mayor proporción de estiércol bovino (25% agua + 50% estiércol bovino + 25% de Jacinto de agua), obtuvo la mayor cantidad de biol, lo cual indica que una mayor proporción de estiércol bovino es más efectivo que el Jacinto de agua para una mayor producción de biol, resultados similares a los encontrados en la investigación de Peralta, *et al.*, (2016) mismo que indica que con excretas frescas de ganado bovino se obtiene grandes cantidades de biol.

Cabe mencionar que en esta investigación uno de los factores tenía como finalidad establecer la dosis óptima de BYZ-96 para la transformación del

Jacinto de agua a biol, sin embargo al evaluar cada uno de los tratamientos no se encontró diferencias significativas entre las diferentes dosis (35cc, 50cc y 65cc) de BYZ-96, pero sí tuvo diferencia significativa en los Contraste 2 (T11 vs T2, T5, T8) y el Contraste 3 (T12 vs T3, T6, T9) teniendo este la mayor rendimiento, lo que significa que la utilización del biodegradador enzimático si tuvo influencia en la producción de biol ya que los contrastes comparan a los testigos versus los tratamientos con dosis de BYZ-96 (Figura 4.1). Medina *et al.*, (2015) indica que el estiércol de bovino es un residuo de las actividades agropecuarias con alto potencial de ser aprovechado como abono orgánico, al ser utilizado como materia prima en los procesos de biodigestión anaeróbica (Biol I-G) y de fermentación láctica (Biol II-G), procesos mediante los cuales se mejoran las concentraciones de sus nutrientes, con esta referencia se determina que la biomasa utilizada lleva un papel fundamental en la producción de biol y que se puede mejorar resultados utilizando consorcios de bacterias ácido lácticas.

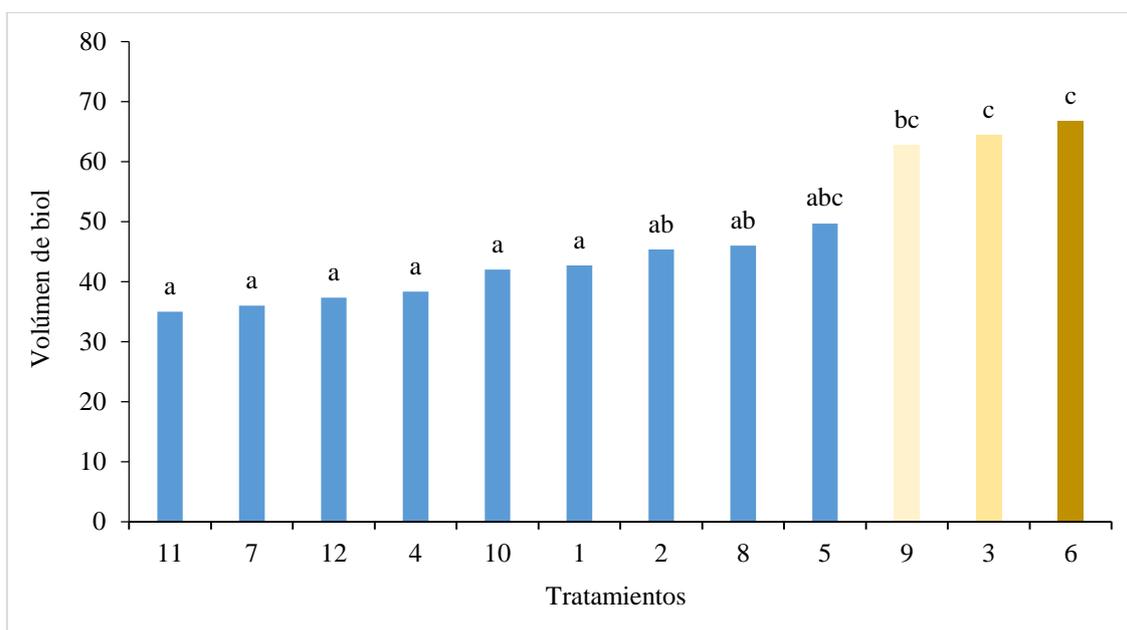


Figura 4. 1. Volumen de biol producido por dosis crecientes de BYZ-96 y varias proporciones de Jacinto de agua.

En la Figura 4.2 se aprecia el volumen de biol producido por tres proporciones (Jacinto de agua, estiércol bovino y agua), recalando que la proporción 3 compuesta por 25% de agua + 75% de biomasa (50% de estiércol y 25% de Jacinto de agua) es la que obtuvo mayor producción de biol, lógicamente con

menos cantidad biomasa. Además, las barras con letras distintas difieren significativamente de acuerdo a la prueba de Tukey al 95% de confianza.

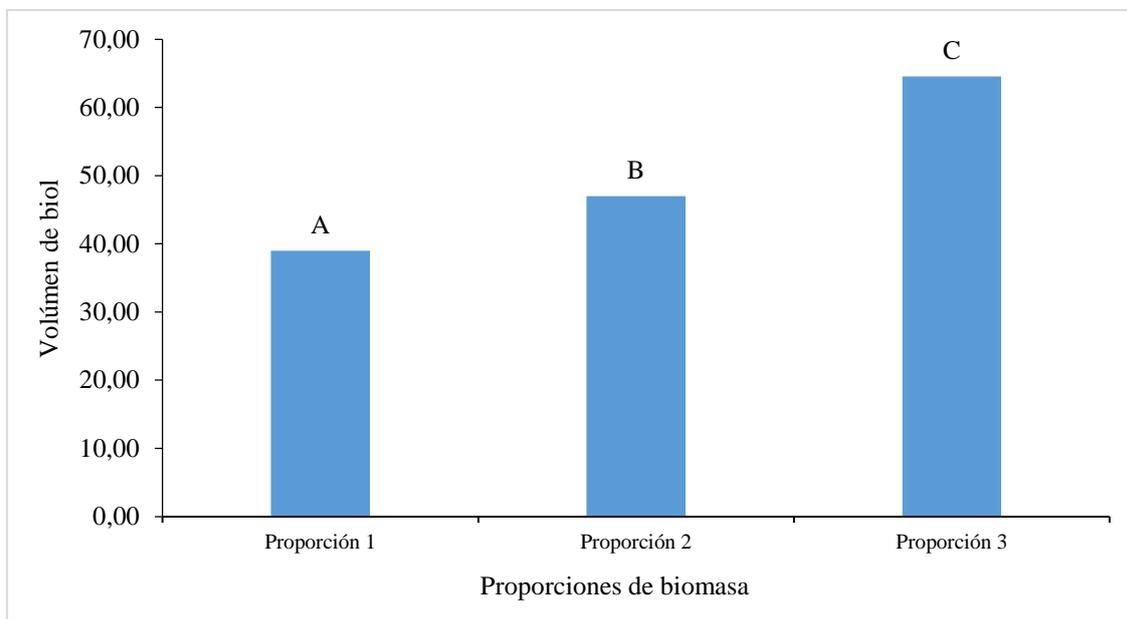


Figura 4. 2. Proporciones de biomasa vs Volumen de Biol.

Según el análisis de varianza aplicado a la variable producción de biomasa sólida (cuadro 4.2) indica que hubo diferencia significativa para el factor dosis de BYZ-96, proporciones de biomasa y la respectiva interacción entre factores.

En el cuadro 4.2. se puede apreciar el efecto de dosis de BYZ-96 en función a biomasa sólida, siendo la mejor dosis de 50 mL, ya que estos generaron la menor cantidad de biomasa sólida, esto concuerda con lo expuesto por Castells (2011) el cual menciona que la dosis recomendada es de 1:10 v/v ($1l/1m^3$) de BYZ-96 ya que con esta proporción tiene un efecto eficaz sobre la materia orgánica.

Correspondiente a las proporciones de biomasa todos los tratamientos resultaron estadísticamente diferentes, siendo el mejor el tratamiento que posee 25% de agua, 25% de Jacinto de agua y 50% de estiércol, indicando que es el que menos residuo deja en la producción de biol.

Por su parte, la separación de medias en la interacción mostro que la menor cantidad de biomasa sólida fue alcanzada por la combinación de 50 mL de BYZ-96 y la proporción conformada por 25%de agua, 25% de jacinto de agua y 50% de estiércol, dado que esta combinacion fue estadísticamente diferente a las demás combinaciones evaluadas (cuadro 4.2).

Cuadro 4. 2. Influencia de dosis de BYZ-96 y proporciones de biomasa sobre la producción de biomasa sólida.

Tratamientos		Biomasa sólida
Efecto de dosis de BYZ-96		
	35 ml	20,78 a
	50 ml	17,00 b
	65 ml	19,44 a
Efecto de proporciones de biomasa		
	25A-25J-50E	15,22 a
	25A-50J-25E	19,00 b
	50A-25J-25E	23,00 c
Efecto de interacción BYZ-96 x Proporción de biomasa		
35 ml BYZ-96	25A-25J-50E	18.33 bc
	25A-50J-25E	22.63 cd
	50A-25J-25E	21.33 cd
50 ml BYZ-96	25A-25J-50E	12.00 a
	25A-50J-25E	16.33 ab
	50A-25J-25E	22.67 cd
65 ml BYZ-96	25A-25J-50E	15.33 ab
	25A-50J-25E	18.00 bc
	50A-25J-25E	25.00 d
p-valor ANOVA		
	Error estándar	9,17
	BYZ-96	0,0007 **
	P. Biomasa	<0,0001 **
	BYZ-96 x P. Biomasa	0,0018 **

Efecto de Proporción de biomasa= 25A-25J-50E (25% Agua-25% Jacinto de agua-50 Estiércol); 25A-50J-25E (25% Agua-50% Jacinto de agua-25 Estiércol); 50A-25J-25E (50% Agua-25% Jacinto de agua-25 Estiércol).

4.1. ESTIMACIÓN ECONÓMICA

Para realizar esta estimación se procedió a calcular el costo total de cada tratamiento según la cantidad y precio de los materiales que se utilizó en estos, los resultados se aprecian en el cuadro 4.3.

Cuadro 4. 3. Estimación económica de los tratamientos.

TRTAMIENTOS	CANTIDAD	COSTO
T1	200 Litros	\$ 12,90
T2	200 Litros	\$ 13,90
T3	200 Litros	\$ 13,90
T4	200 Litros	\$ 13,80
T5	200 Litros	\$ 14,80
T6	200 Litros	\$ 14,80
T7	200 Litros	\$ 14,70
T8	200 Litros	\$ 15,70
T9	200 Litros	\$ 15,70
T10	200 Litros	\$ 10,80
T11	200 Litros	\$ 11,80
T12	200 Litros	\$ 11,80

Como se puede apreciar en el cuadro 4.3 Los costos más bajos de producción corresponden a los tratamientos T10, T11 y T12 pero esto es debido a que son los tratamientos testigos (no poseen adición de BYZ-96).

De acuerdo a la obtención de volumen de biol los mejores tratamientos resultaron ser el T3, T6 y T9, los cuales si contaban con la adición de BYZ-96 incluso se puede apreciar el aumento del costo a medida se incrementó la cantidad de BYZ-96 utilizada ya que el tratamiento T9 termina con un costo de producción de \$15.70; mientras que el T3 posee un costo de producción de \$13.90, haciéndolo más accesible para la producción.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Las dosis de BYZ-96 influye sobre la cantidad de biol producido, debido que al aplicar con 50 ml del mismo tuvo la menor cantidad de residuo de biomasa sólida que fue de 17,00 lb.
- Los tratamientos 3, 6 y 9 con dosis de 35, 50 y 65 ml de BYZ-96 con mayor proporción de estiércol bovino (25% agua + 50% estiércol bovino + 25% de Jacinto de agua), obtuvieron la mayor cantidad de biol, lo cual indica que una mayor proporción de estiércol bovino es más efectivo que el Jacinto de agua para una mayor producción de biofertilizante líquido
- De acuerdo a la estimación económica el tratamiento de menor costo para la producción de biol resulto el T3 (35cc de BYZ-96 + 25% de agua + 50% de estiércol y 25% de Jacinto de agua) con un valor de \$13,90 por cada 200 litros de biol producido.

5.2. RECOMENDACIONES

- Experimentar con otro tipo de materia prima con buenas cantidades de nutrientes la dosis de 50 ml de BYZ-96 para determinar su eficiencia como biodegradador enzimático.
- Probar la producción de biol utilizando otros tipos de estiércol en su formulación (porcino, aviar) para contrastar con los resultados de esta investigación los costos, las calidades y el volumen de biol producido.
- Comprobar en pruebas de campo la eficacia biofertilizante del biol obtenido.

BIBLIOGRAFÍA

- Aceves, A. 2012. Producción Biotecnológica De Lipasas Microbianas, Una Alternativa Sostenible Para La Utilización De Residuos Agroindustriales. (En línea). Consultado, 18 de ene. 2016. Formato (PDF). Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-40042012000300001
- ADEL-FIAES, 2014. Investigación de la caracterización del Jacinto de Agua *Eichornia crassipes* del humedal Cerrón Grande, para determinar su aprovechamiento como materia prima para la elaboración de productos agroindustriales, industriales o artesanales, Chalatenango, El Salvador, Centro América, 86 pp. En línea). Consultado, 13 de enero. 2016. Formato PDF. Disponible en http://www.fiaes.org.sv/library/1920905875_20150216014513.pdf
- AERF (Fundación de Restauración de Ecosistemas Acuáticos). 2009. Biología y control de plantas acuáticas: Un Manual de Gestión de buenas prácticas. Atlanta. p 143.
- Aliaga, N. 2014. Producción de biol SUPERMAGRO. (En línea). PE. Consultado, 24 de oct. 2017. Formato PDF. Disponible en http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/Manual_de__Bioles_rina.pdf
- Álvarez, F. 2010. Preparación y uso de biol. (En línea). Consultado, 6 de ene. 2016. Formato PDF. Disponible en www.solucionespracticas.org.pe/Descargar/290/2593
- Arriba Salud. 2017. Proteasa: Clasificación, Composición, Proteólisis, Mecanismo, Tipos de Inhibidores y Preparación. (En línea). Consultado, 13 de enero. 2016. Formato PDF. <https://arribasalud.com>

- Bhattacharya, A., & Kumar, P. 2010. Water hyacinth as a potential biofuel crop. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, 112-122.
- Bojórquez, A; Dagoberto, A; Gutiérrez, C; Báez, J; Apocada, R; Montoya, G; Pérez, L. *Biofertilizantes en el Desarrollo agrícola de México*. Vol 9, núm. 1. Pág 51-56.
- Castells, A. 2011. Ficha técnica y de seguridad de la bioenzima BYZ-96.
- Castillo, R. 2013. "Valores agregados de la biodigestión anaerobia del jacinto de agua". (En línea). Consultado, 18 de ene. 2016. Formato PDF. Disponible en dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/5052/1/TESIS.pdf
- Cbtis, G. 2011. Enzimas. (En línea). Consultado, 18 de ene. 2016. Formato HTML. Disponible en <http://lccbtis7.blogspot.com/2011/06/enzimas.html>
- Corrales, L; Antolinez, D; Bohórquez, J; Corredor, A. 2015. Bacterias anaerobias, vol 13, núm. 23. Pág 55
- Díaz, A; Grageda, O; Peña, J; Vera, J. 2012. Impacto de los biofertilizantes en la agricultura *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, vol. 3, núm. 6. (En línea). Consultado, 20 de oct. 2015. Formato PDF. Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/2631/263123222015.pdf>
- El Despertador. 2015. Degradadores de Materia Orgánica. (En línea). Consultado, 13 de enero. 2016. Formato HTPL. Disponible en <https://www.quiminet.com>
- España, J. 2017. Estanques de Jacinto de agua para tratamiento de residuos industriales. (En línea). Consultado, 02 de julio de 2018. Formato HTML. Disponible en: <https://www.Jacinto.com/trabajos37/estanques-de-jacinto/estanques-de-jacinto2.shtml>

- FAO 2011. Manual de biogás. (En línea). Consultado 22 de febrero de 2016. Formato PDF. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/019/as400s/as400s.pdf>
- Franco, M. 2009. Utilización de los actinomicetos en procesos de biofertilización. *Revista Peruana de Biología*, 16(239-242): 2009. ISSN 1727-9933.
- Hernández, A. 2014. Efecto de la concentración de saponinas en la actividad hemolítica de extractos de ocho plantas de uso medicinal en Guatemala. <http://www.repositorio.usac.edu.gt>
- López, D. 2012. Aprovechamiento del lechuguín (“*Eichhornia crassipes*”) para la generación de abono orgánico mediante la utilización de tres diseños diferentes de biodigestores. Tesis. Ing. Ambiental. Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca, EC. p 41-42.
- Mamani, P; Chávez, E; y Ortuño, N. 2012. El biol. (En línea). Consultado, 24 de oct. 2017. Formato PDF. Disponible en <http://www.proinpa.org/tic/pdf/Bioinsumos/Biol/pdf59.pdf>
- Martínez, A. 2010. Diagnóstico y descripción del proceso de eutrofización en lagunas costeras del norte de Sinaloa. *Ciencias Marinas*. Pag. 25
- Medina, A; Quipuzco, L; Juscamaita, J. 2015. Evaluación de la calidad de biol de segunda generación de estiércol de bovino producido a través de biodigestores. Lima, PE. *Revista Anales Científicos*. Vol.76. p 116-124
- Mendoza, J. 2004. Estado actual del conocimiento de la biorremediación en México. (En línea). EC. Consultado, 06 de nov. 2018. Formato PDF. <https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/14190/1/2004%20JUAN%20MIREYA%20MENDOZA%20VERA.PDF>
- Palomino, J; Tuya, E. Evaluación de la eutrofización de la Laguna Conocoha- Ancash. (En línea). Consultado, 13 de ene. 2019. Formato

PDF. Disponible en biorem.univie.ac.at/fileadmin/user_upload/p_biorem/education/research/publications/Theses/Tesis_Diaz_y_Sotomayor_2013.pdf

Peralta, L; Juscamaita, J; Meza, V. 2016. Obtención y caracterización de abono orgánico líquido a través del tratamiento de excretas del ganado vacuno de un establo lechero usando un consorcio microbiano ácido láctico. Lima, PE. Revista Ecología aplicada. Vol.15. p 1-10

Poma, V. Valderrama, A. 2014. Estudio de los parámetros fisicoquímicos para la fitorremediación de cadmio (ii) y mercurio (ii) con la especie *Eichhornia Crassipes* (jacinto de agua). Perú. Revista Scielo. Vol. 80. Num. 3.

Rendón, A. 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). Consultado, 13 de ene. 2016. Formato PDF. Disponible en <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6642/1/BQ%2049.pdf>

Reyes, D. 2010. Jacinto de Agua. Santiago de Cuba. Revista Ecuared.

Reyes, J. Luna, R. Murillo, B. Nieto, A. Hernández, L. Rueda, E. Preciado, P. 2017. Uso de vermicompost y compost de jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) en el crecimiento de col morada (*Brassica oleracea*). Interciencia, vol 42, n°9. Disponible en <https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2017/10/09-610-42-9.pdf>

Salud Orgánica Sostenible. 2018. Súper Magro Fertilizante Natural. Consultado en línea el 10 de febrero 2018. Disponible en: <https://saludorganicasostenible.com>

Santillán, M. 2016. Así funcionan los biofertilizantes. Universidad Nacional Autónoma de Chapingo, México. Ciencia UNAM. Consultado en línea

el 10 de febrero 2018. Disponible en http://ciencia.unam.mx/leer/570/Asi_funcionan_los_biofertilizantes

Tejada, C; Paz, I; Villabona, A; Espinosa, M; López, C. 2018. Aprovechamiento del Jacinto de Agua (*Eichhornia crassipes*) para la síntesis de carboximetilcelulosa. Cartagena, CO. Revista Cubana de Química. Vol. 30. p 211-221.

Tortarolo; M, Pereda; M, Arrigo; N. 2008. Influencia de la inoculación de microorganismos sobre la temperatura en el proceso de compostaje. Buenos Aires.Revista Scielo. Vol. 26. Num.1.

Vargas, J. 2014. Uso de biofertilizantes provenientes de los biodigestores: biosol y biol. Proyecto Fomento a la producción de plantas medicinales. p. 14.

Vallejo, J. 2010. Eutrofización: Causas y Efectos. Consultado en línea el 10 de febrero 2019. Disponible en: <https://triplenlace.com/2012/09/27/eutrofizacion-causas-y-efectos/>

Vera, J (2012). LA TÉCNICA: REVISTA DE LAS AGROCIENCIAS. E-ISSN 2477-8982.

ANEXOS

Anexo 1

Recolección de estiércol bovino



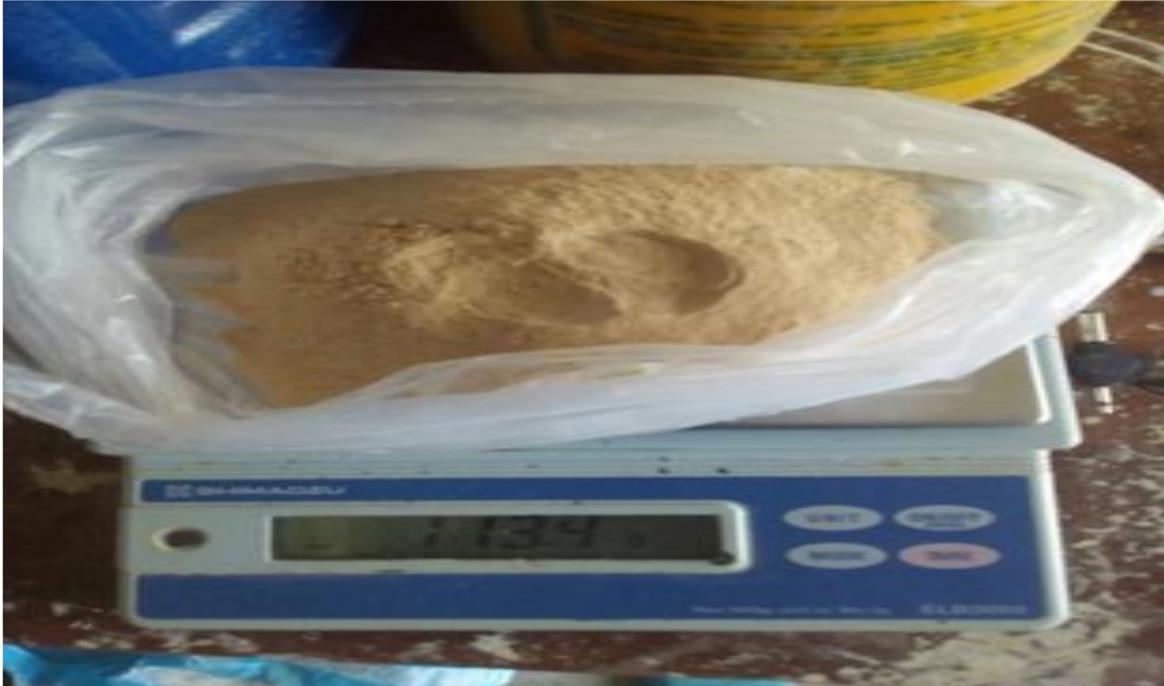
Anexo 2

Recolección y picado de jacinto de agua



Anexo 3

Pesado de la levadura de cerveza



Anexo 4

Medición y colocado de melaza



Anexo 5

Medición y colocado de BYA-96



Anexo 6

Medición y colocado de leche



Anexo 7

Colocación de estiércol



Anexo 8

Colocación del Jacinto de agua



Anexo 9

Colocación de agua



Anexo 10

Mezcla de todos los componentes



Anexo 11

Sellado con trampa de aire



Anexo 12

Tiempo de fermentación



Anexo 13

Rerevisión de la fermentación



Anexo 14

Cosecha y toma de datos



Anexo 15

Separación de biol con la materia orgánica



Anexo 16

Toma de peso de materia orgánica



Anexo 17
Toma de volumen de biol



Anexo 18

Estimación económica del tratamiento 1.

Tratamiento 1			
Materias	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Estiércol bovino	50 litros	0,02	1
Jacinto de agua	50 litros	0,02	1
Melaza	4 litros	0,5	2
levadura de cerveza	1 libra	7,5	5,5
Leche	2 litros	0,65	1,3
Ceniza	4 libra	0	0
BYZ-96	0,14 litros	15	2,1
Suma total			12,9

Anexo 19

Estimación económica del tratamiento 2.

Tratamiento 2			
Materias	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Estiércol bovino	50 litros	0,02	1
Jacinto de agua	100 litros	0,02	2
Melaza	4 litros	0,5	2
levadura de cerveza	1 libra	7,5	5,5
Leche	2 litros	0,65	1,3
Ceniza	4 libra	0	0
BYZ-96	0,14 litros	15	2,1
Suma total			13,9

Anexo 20

Estimación económica del tratamiento 3

Tratamiento 3			
Materias	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Estiércol bovino	100 litros	0,02	2
Jacinto de agua	50 litros	0,02	1
Melaza	4 litros	0,5	2
levadura de cerveza	1 libra	7,5	5,5
Leche	2 litros	0,65	1,3
Ceniza	4 libra	0	0
BYZ-96	0,14 litros	15	2,1
Suma total			13,9

Anexo 21

Estimación económica del tratamiento 4

Tratamiento 4			
Materias	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Estiércol bovino	50 litros	0,02	1
Jacinto de agua	50 litros	0,02	1
Melaza	4 litros	0,5	2
levadura de cerveza	1 libra	7,5	5,5
Leche	2 litros	0,65	1,3
Ceniza	4 libra	0	0
BYZ-96	0,2 litros	15	3
Suma total			13,8

Anexo 22

Estimación económica del tratamiento 5

Tratamiento 5			
Materias	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Estiércol bovino	50 litros	0,02	1
Jacinto de agua	100 litros	0,02	2
Melaza	4 litros	0,5	2
levadura de cerveza	1 libra	7,5	5,5
Leche	2 litros	0,65	1,3
Ceniza	4 libra	0	0
BYZ-96	0,2 litros	15	3
Suma total			14,8

Anexo 23

Estimación económica del tratamiento 6

Tratamiento 6			
Materias	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Estiércol bovino	100 litros	0,02	2
Jacinto de agua	50 litros	0,02	1
Melaza	4 litros	0,5	2
levadura de cerveza	1 libra	7,5	5,5
Leche	2 litros	0,65	1,3
Ceniza	4 libra	0	0
BYZ-96	0,2 litros	15	3
Suma total			14,8

Anexo 24

Estimación económica del tratamiento 7

Tratamiento 7			
Materias	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Estiércol bovino	50 litros	0,02	1
Jacinto de agua	50 litros	0,02	1
Melaza	4 litros	0,5	2
levadura de cerveza	1 libra	7,5	5,5
Leche	2 litros	0,65	1,3
Ceniza	4 libra	0	0
BYZ-96	0,26 litros	15	3,9
Suma total			14,7

Anexo 25

Estimación económica del tratamiento 8

Tratamiento 8			
Materias	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Estiércol bovino	50 litros	0,02	1
Jacinto de agua	100 litros	0,02	2
Melaza	4 litros	0,5	2
levadura de cerveza	1 libra	7,5	5,5
Leche	2 litros	0,65	1,3
Ceniza	4 libra	0	0
BYZ-96	0,26 litros	15	3,9
Suma total			15,7

Anexo 26

Estimación económica del tratamiento 9

Tratamiento 9			
Materias	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Estiércol bovino	100 litros	0,02	2
Jacinto de agua	50 litros	0,02	1
Melaza	4 litros	0,5	2
levadura de cerveza	1 libra	7,5	5,5
Leche	2 litros	0,65	1,3
Ceniza	4 libra	0	0
BYZ-96	0,26 litros	15	3,9
Suma total			15,7

Anexo 27

Estimación económica del tratamiento 10

Tratamiento 10			
Materias	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Estiércol bovino	50 litros	0,02	1
Jacinto de agua	50 litros	0,02	1
Melaza	4 litros	0,5	2
levadura de cerveza	1 libra	7,5	5,5
Leche	2 litros	0,65	1,3
Ceniza	4 libra	0	0
Suma total			10,8

Anexo 28

Estimación económica del tratamiento 11

Tratamiento 11			
Materias	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Estiércol bovino	50 litros	0,02	1
Jacinto de agua	100 litros	0,02	2
Melaza	4 litros	0,5	2
levadura de cerveza	1 libra	7,5	5,5
Leche	2 litros	0,65	1,3
Ceniza	4 libra	0	0
Suma total			11,8

Anexo 29

Estimación económica del tratamiento 12

Tratamiento 12			
Materias	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Estiércol bovino	100 litros	0,02	2
Jacinto de agua	50 litros	0,02	1
Melaza	4 litros	0,5	2
levadura de cerveza	1 libra	7,5	5,5
Leche	2 litros	0,65	1,3
Ceniza	4 libra	0	0
Suma total			11,8