



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA ZOOTECNIA

**"VALORACIÓN PRODUCTIVA DE UN BIODIGESTOR COMPACTO
Y SU EFECTO EN LA FERTILIZACIÓN DE KYKUYO (*Pennisetum
clandestinum*)"**

Trabajo de Titulación

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

AUTOR: LUIS FERNANDO ORTIZ VALLEJO.

DIRECTOR: ING. SANTIAGO FAHUREGUY JIMÉNEZ YÁNEZ. Mgs.

Riobamba-Ecuador

2022

© 2022, Luis Fernando Ortiz Vallejo

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos por cualquier medio o procedimiento, incluyendo citas bibliográficas del documento, siempre y cuando se reconozca el derecho de autor.

Yo, Luis Fernando Ortiz Vallejo, declaro que el presente Trabajo de Titulación es de mí autoría, y que los resultados de este son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación: el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 30 de mayo de 2022.

Luis Fernando Ortiz Vallejo

CI. 060430894-0

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIA PECUARIAS
CARRERA ZOOTECNIA

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación, Tipo: Trabajo Experimental, "**VALORACIÓN PRODUCTIVA DE UN BIODIGESTOR COMPACTO Y SU EFECTO EN LA FERTILIZACIÓN DE KYKUYO (*Pennisetum clandestinum*)**", ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Pablo Rigoberto Andino Nájera, Mgs. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	PABLO RIGOBERTO O ANDINO NAJERA <small>Firmado digitalmente por PABLO RIGOBERTO ANDINO NAJERA DN: cn=PABLO RIGOBERTO ANDINO NAJERA, c=EC, ou=SECURITY DATA S.A. 2, ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE INFORMACION Motivo: Soy el autor de este documento. Ubicación: Fecha: 2022-06-27 18:51:05:00</small>	2022-05-30
Ing. Santiago Fahureguy Jiménez Yáñez, Mgs. DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN	 Firmado electrónicamente por: SANTIAGO FAHUREGUY JIMENEZ YANEZ	2022-05-30
Ing. Marco Bolívar Fiallos López, Mgs. MIEMBRO DEL TRIBUNAL	MARCO BOLIVAR FIALLOS LOPEZ <small>Firmado digitalmente por MARCO BOLIVAR FIALLOS LOPEZ DN: cn=MARCO BOLIVAR FIALLOS LOPEZ, c=EC, ou=SECURITY DATA S.A. 1, ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE INFORMACION Motivo: Soy el autor de este documento. Ubicación: Fecha: 2022-06-27 19:08:05:00</small>	2022-05-30

DEDICATORIA

El presente trabajo va dirigido con una expresión de gratitud para mis distinguidos maestros, quienes con sabiduría depositaron en mí, todo su apostolado y dedicarlo a mis padres y familiares, que, con sacrificio, honestidad, supieron motivarme moral y materialmente para culminar con mis estudios superiores, que me he capacitado para un futuro próspero y que siempre pondré al servicio del bien la verdad y la justicia. A mis Padres, Dr. Luis Ernesto Ortiz Manzano e Ing. Marcia Esmilda Vallejo Merino, quienes me apoyaron incondicionalmente para poder concluir con mis estudios profesionales.

Luis

AGRADECIMIENTO

A mis profesores:

Por su entereza al verter sus conocimientos, buscando tierra fértil donde tomen cuerpo sus enseñanzas.

Al Señor ING. Santiago Fahureguy Jiménez Yáñez:

Maestro en su entero significado, sin limitaciones en forma diáfana, por el tiempo y entrega quien transmitió sus profundos y claros conocimientos en la dirección de esta tesis.

A mis padres:

Dr. Luis Ortiz e Ing. Marcia Vallejo, por su indeclinable esfuerzo en la tarea digna de inculcarme preciados valores, por ser el aliciente que me permitió concluir esta meta, por su incondicional apoyo en las diarias luchas y cálido refugio en los interminables senderos de la vida.

A mi hermano:

Abg. Santiago Ortiz, por ser el principal promotor de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me ha inculcado.

Luis

TABLA DE CONTENIDO.

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I	
1. MARCO TEÓRICO.....	4
1.1. Fertilización.....	4
1.1.1. Generalidades.....	4
1.1.2. Fertilización orgánica.....	5
1.1.3. Biodigestores.....	7
1.1.4. Bioabono.....	9
1.2. Kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i>).....	11
1.2.1. Características generales.....	11
1.2.2. Descripción morfológica.....	13
1.2.3. Adaptación.....	14
1.2.4. Manejo.....	14
CAPÍTULO II	
2. MARCO METODOLÓGICO.....	17
2.1. Localización y duración del experimento.....	17
2.2. Unidades experimentales.....	18
2.3. Materiales, Equipos e Instalaciones.....	18
2.3.1. Materiales de campo.....	18
2.3.2. Materiales de oficina.....	19
2.3.3. Equipos.....	19

2.3.4.	<i>Instalaciones</i>	19
2.4.	Tratamiento y diseño experimental	20
2.4.1.	<i>Esquema del experimento</i>	21
2.4.2.	<i>Mediciones experimentales</i>	20
2.4.3.	<i>Técnicas Estadísticas y pruebas de significancia</i>	21
2.4.4.	<i>Esquema del ADEVA</i>	21
2.5.	Procedimiento experimental	22
2.6.	Metodología de la Evaluación	22
2.6.1.	<i>Cobertura basal (%)</i>	22
2.6.2.	<i>Cobertura aérea (%)</i>	22
2.6.3.	<i>Altura de planta en (cm)</i>	22
2.6.4.	<i>Producción de forraje verde t/ha/corte</i>	23
2.6.5.	<i>Producción de forraje en materia seca t/ha/corte</i>	23
2.6.6.	<i>Composición nutricional del Pennisetum clandestinum (kikuyo)</i>	23
2.6.7.	<i>Composición química del Bioabono</i>	23
2.6.8.	<i>Análisis de viabilidad económico</i>	23
 CAPÍTULO II24I		
3.	MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	24
3.1.	Comportamiento agrobotánico del Pennisetum clandestinum	24
3.1.1.	<i>Cobertura Basal y aérea</i>	24
3.1.2.	<i>Altura de planta (cm)</i>	25
3.1.3.	<i>Producción de forraje verde</i>	26
3.1.4.	<i>Producción de forraje en materia seca</i>	28
3.2.	Contenido bromatológico del Pennisetum clandestinum	29
3.2.1.	<i>Materia seca</i>	29
3.2.2.	<i>Proteína cruda</i>	30
3.2.3.	<i>Cenizas</i>	31
3.2.4.	<i>Fibra cruda</i>	31
3.2.5.	<i>Grasa</i>	31
3.3.	Análisis del biofertilizante	32
3.3.1.	<i>Composición química y microbiológica</i>	32
3.4.	Análisis de viabilidad económica	34
 CONCLUSIONES		36

RECOMENDACIONES	38
------------------------------	----

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Nutrientes esenciales de las plantas.....	4
Tabla 2-1:	Comparación entre la agricultura orgánica y la convencional	6
Tabla 3-1:	Ficha técnicas del Biodigestor Compacto HOMEBIOGAS 2.0.....	9
Tabla 4-1:	Factores que intervienen en la obtención del bioabono	12
Tabla 5-1:	Valor nutricional del Pennisetum Clandestinum (cortado y evaluado cuando están presentes 4 hojas).....	15
Tabla 6-1:	Valor nutricional del Pennisetum Clandestinum (20 cm).	16
Tabla 1-2:	Condiciones Agrometeorológicas De Estación Experimental Tunshi “ESPOCH”	18
Tabla 2-2:	Esquema del experimento.....	21
Tabla 1-3:	Comportamiento productivo del “ <i>Pennisetum clandestinum</i> ”	25
Tabla 2-3:	Contenido bromatológico del “ <i>Pennisetum clandestinum</i> ”	30
Tabla 3-3:	Composición química y microbiológica del biofertilizante obtenido en un biodigestor compacto.	32
Tabla 4-3:	Análisis Beneficio – Costo de la producción forrajera del “ <i>Pennisetum clandestinum</i> ”	35

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 1-1:	Características físicas del Biodigestor Compacto HOMEBIOGAS 2.0.....	9
Figura 2-1:	Esquema de un macollo de kikuyo (hojas extendidas, emergidas y.....	13
Figura 1-2:	Mapa De ubicación geográfica de la Hacienda Experimental Tunshi	18
Figura 1-3:	Cobertura del suelo de la parcela de Kikuyo.....	25
Figura 2-3:	Altura del “ <i>Pennisetum clandestinum</i> ”.....	27
Figura 3-3:	Producción de forraje verde del “ <i>Pennisetum clandestinum</i> ”	28
Figura 4-3:	Producción de materia seca del “ <i>Pennisetum clandestinum</i> ”	29

RESUMEN

Esta investigación se realizó con el propósito de cuantificar y valorar el potencial productivo de un bio digestor compacto, mediante la caracterización microbiológica y composición química del biofertilizante y su efecto sobre la fertilización de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). La metodología incluyó la investigación de carácter cuantitativo que estuvo constituida por 12 unidades experimentales (parcelas), cuyas dimensiones fueron de 30 m² (6x5 m) dando una superficie total de 360 m², Se trabajó en función al peso, para lo cual se cortó una muestra representativa de cada parcela, mediante la utilización de un cuadrante de 1 m², el peso obtenido se relacionó con el 100% de la parcela, y posteriormente se estimó la producción en toneladas por hectárea por corte, de cada tratamiento, el estudio de la composición química y microbiológica del bio fertilizante producido en un bio digestor compacto, al igual que el efecto de la fertilización de este producto sobre la producción del Kikuyo, en cuatro tratamientos a los 0 días (testigo), 20 días (T1), 30 días (T2) y 40 días (T3), con 3 repeticiones cada uno. Los resultados mostraron que estadísticamente, la variable altura fue superior en el T3 con 32,40 cm, frente a los 16,60 cm del testigo. No así en cuanto a la producción de forraje, en donde los tratamientos no difirieron estadísticamente entre sí, sin embargo, el tratamiento T3 registró una producción de 66,91 t/ha mientras que el testigo alcanzó apenas 26,03 t/ha. Con respecto al contenido bromatológico del kikuyo, estadísticamente fueron iguales en la mayoría de variables. El contenido químico y microbiológico del biofertilizante, reúne las características de un abono que aporta nutrientes beneficios tanto para el suelo y planta. El análisis beneficio/costo registró el mayor rédito económico, con el tratamiento T3. Se recomienda aplicar el biofertilizante en una parcela de kikuyo cada corte a los 40 días.

Palabras clave: <BIOL>, <BIODIGESTOR COMPACTO>, <KIKUYO (*Pennisetum clandestinum*)>, <FERTILIZACION ORGANICA>, <DESECHOS>.



Firmado electrónicamente por:

CRISTHIAN
FERNANDO
CASTILLO RUIZ

1143-DBRA-UTP-2022

ABSTRACT

This research was carried out with the purpose of quantifying and valuing the productive potential of a compact biodigester, through the microbiological characterization and chemical composition of the biofertilizer and its effect on Kikuyo fertilization (*Pennisetum clandestinum*). The methodology included quantitative research consisting of 12 experimental units (plots), whose dimensions were 30 m² (6x5m) giving a total area of 360 m². A weight function was worked, for which a representative sample of each plot was cut, using a quadrant of 1m², the weight obtained was related to 100% of the plot, and the production in tons per hectare per cut was subsequently estimated, of each treatment, the study of the chemical and microbiological composition of the biofertilizer produced in a compact biodigester. As well as the effect of fertilization of this product on the production of Kikuyo, in four treatments at 0 days (control), 20 days (T1), 30 days (T2), and 40 days (T3), with 3 repetitions each. The results showed that statistically, the height variable was higher in T3 with 32.40 cm, compared to 16.60 cm for the control. Not so with regard to forage production, where treatments did not differ statistically from each other, however, treatment T3 recorded a production of 66.91 t/ha while the control reached only 26.03 t/ha. With respect to the bromatological content of the biofertilizer, meets the characteristics of a fertilizer that provides beneficial nutrients for both the soil and plant. The benefit/cost analysis recorded the greatest economic return, with the T3 treatment. It is recommended to apply the biofertilizer on a plot of kikuyo each cut after 40 days.

Keywords: <BIOL>, <COMPACT BIODIGESTER>, <KIKUYO (*Pennisetum clandestinum*) >, <ORGANIC FERTILIZATION>, <WASTE>.



Firmado electrónicamente por:

**DEYSI
LUCIA**

Mgs. Deysi Lucia Damian Tixi

C.I. 0602960221

INTRODUCCIÓN

El Ecuador es un país eminentemente agropecuario, que en el año 2020 registró una superficie total destinada para esta labor de 5.20 millones de hectáreas, de las cuales, 2,07 M Ha corresponden a pastos cultivados, siendo saboya y las mezclas forrajeras las más abundantes; 1,44 M Ha de cultivos permanentes, 0,82 M Ha de cultivos transitorios y barbecho, finalmente, apenas 0,87 millones de hectáreas corresponden a los pastos naturales (INEC, 2021, p.13).

Dentro del sector pecuario, el ganado vacuno registró un ligero incremento en el año 2020 (0,7%) con respecto al año anterior, siendo la región sierra la que registra el mayor número de cabezas de ganado con el 49,1% del total nacional; uno de los rubros más importante es el lechero, que en el año 2020 fue de 4,8 millones de litros, de los cuales, el 77.2% corresponden a la serranía ecuatoriana, con un promedio de 7,7 litros/vaca (INEC, 2021, p.12).

De acuerdo a los datos proporcionados por la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua del 2020, se evidencia que, la superficie ocupada por los pastos cultivados ha registrado un incremento del 4,1% en su superficie con respecto al año anterior, no así los pastos naturales que han sufrido una variación negativa del 4,9% de la superficie en el último año. Lo que podría deberse a la constante presión sobre los recursos naturales, con el único objetivo de mejorar la producción pecuaria, que redunde en mayores réditos económicos.

La pérdida de fertilidad y degradación de los suelos son unas de las principales causas del avance de la frontera agrícola, además, provoca que los sistemas agropecuarios registren marcados déficits productivos, principiando por un valor nutritivo del forraje ineficiente, que, al ser suministrados a los semovientes, no llega a cubrir sus requerimientos básicos de mantenimiento y producción.

Por lo tanto, la fertilización de las pasturas se considera una estrategia prioritaria dentro de una explotación ganadera, ya que, su principal objetivo es lograr el incremento de la producción de biomasa forrajera tanto en calidad y cantidad, lo que garantizará el éxito de la producción pecuaria.

Dentro de los productos imprescindibles para una agricultura sustentable, se encuentran los biodigestores, que se presentan como una opción accesible, cuyo uso se ha generalizado en virtud de su capacidad y facilidad de contener y convertir materiales orgánicos de desecho como: estiércol, desperdicios de comida, rastrojos de siembra y materia orgánica, en general, dentro del cual se

desarrolla un proceso de biodigestión anaeróbico, convirtiendo cualquier residuo orgánico en gas y fertilizante.

Por lo expuesto anteriormente se plantearon los siguientes objetivos específicos. Determinar el rendimiento de una pradera de Kikuyo a tres edades de corte (20, 30 y 40 días), utilizando una concentración de biofertilizante (1 l/ha). Caracterizar la composición química y microbiológica del biofertilizante con componentes utilizados en la avicultura (desechos de camas de aves, aves muertas, estiércol de aves). Evaluar la viabilidad económica de la instalación de un bio digestor compacto mediante un análisis de costo-beneficio.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Fertilización.

1.1.1. Generalidades.

Uno de los factores principales que juegan un papel trascendental el desarrollo y crecimiento de las plantas, es la fertilización, que consiste en el aporte y cubrimiento carenciales de los nutrientes imprescindibles para la vida y desarrollo óptimo de los cultivos. Dentro de estos nutrientes esenciales, se encuentran los minerales y los no minerales, de acuerdo al siguiente detalle Tabla 1-1 (Zuñiga, 2015, p. 24).

Tabla 1-1: Nutrientes esenciales de las plantas.

NUTRIENTES	PROVENIENCIA	CLASIFICACIÓN	CARACTERÍSTICA
Minerales	Suelo	Macronutrientes	Requerimiento de grandes cantidades
		Micronutrientes	Requerimiento en pequeñas cantidades
No Minerales	Aire y Agua	Oxígeno (O) Hidrógeno (H) Carbono (C)	Nutrientes obtenidos a través del proceso de la fotosíntesis.

Fuente: Zuñiga 2015, pg. 24

Realizado por: Ortiz Luis, 2022.

Por lo tanto, con la fertilización se pretende no solo mejorar la composición nutrimental del suelo, si no también, restituir los elementos nutritivos extraídos por los cultivos, o que se han perdido por diversas causas (Finck, 2021, p.2), esto con el objetivo de asegurar la productividad en calidad y cantidad de los cultivos, y conservar el suelo y evitar su degradación; lo que a corto plazo significa mejorara en la vida del agricultor y de su entorno (Zuñiga, 2015, p.24).

Al respecto, Finck (2021, p.1) asegura que son escasos los suelos cuyo contenido nutricional propio sea suficiente, que permita obtener una producción sostenible en el tiempo, sin que exista la necesidad de cubrir las carencias nutrimentales mediante la fertilización. Ocurriendo una situación contraria, al registrar un empobrecimiento nutrimental del mismo.

Resulta entonces indispensable el uso de fertilizantes para mantener los niveles de producción deseados, constituyéndose este en uno de los mayores costos de la producción pecuaria; sin embargo, es una actividad que debe realizarse de manera individual en cada potrero, previo un análisis de laboratorio del suelo, que detalle sus características actuales y principales carencias (Guaña, 2014, p.14). además, es importante resaltar que, el uso eficiente de los fertilizantes depende de la utilización de las cantidades correctas para las condiciones de cada suelo y pasto. Así como de la forma y época de aplicación.

1.1.2. Fertilización orgánica.

La fertilización orgánica se basa en una visión holística de los ecosistemas, en donde todos los componentes están completamente integrados en el sistema, como el suelo y su microbiota, las condiciones climáticas, las plantas y/o los animales (Flores et al, 2019, p.269); por consiguiente, mantenimiento y el aumento de la fertilidad se basa en el uso de prácticas de manejo y la aplicación de diferentes productos de origen natural, que tienen como objetivo proporcionar una alta disponibilidad de nutrientes para los cultivos de plantas en suelos agrícolas.

De acuerdo a Jiménez (2012, p.3), la fertilización orgánica ha cobrado especial relevancia por la necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales, lo que ha propendido a la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles, que poseen propiedades propias, que ejercen determinados efectos sobre el suelo, que hacen aumentar la fertilidad de este. En la Tabla 2-1, se presenta una breve comparación de la agricultura convencional y la orgánica.

Taipicaña (2015, p.16), afirma que, ante la creciente necesidad de abonos orgánicos, se incrementará la necesidad de impulsar el desarrollo de industrias de fertilizantes naturales cuya materia prima sería residuos orgánicos como estiércol animal, sangre, rumen, y restos de vegetales, cuyo destino final hubiera sido: ríos, botaderos, etc.; lo que a su vez conducirá a minimizar la dependencia a abonos o plaguicidas químicos o sintéticos.

Tabla 2-1: Comparación entre la agricultura orgánica y la convencional.

AGRICULTURA ORGÁNICA	AGRICULTURA CONVENCIONAL
Modelo sistémico de producción	Modelo abierto de producción
Bajo consumo de energía	Alto consumo de energía
Rescata el conocimiento tradicional	Los técnicos son los sabios
Utiliza fertilizantes de baja solubilidad	Utiliza fertilizantes altamente solubles
Utilización de abonos orgánicos	Abonos y plaguicidas de síntesis química
Policultivo y asociaciones	Monocultivo
Labranza mínima	Labranza intensiva
Minimiza el uso de insumos externos	Alto uso de insumos externos
Trabaja sobre la causa de los problemas	Trabaja sobre los efectos del problema
Enfatiza en la calidad interna de los productos	Enfatiza en la calidad externa de los productos
Equilibrio de agroecosistema	Desequilibrio del agroecosistema (Incremento de insectos, hongos, deterioro de la calidad del producto, contaminación ambiental, toxicidad, generación de enfermedades en el hombre)
Eficiencia energética	Ineficiencia energética
Dialogo de saberes técnico-productor	Distanciamiento técnico-productor
Biodiversidad, equilibrio natural	Desequilibrio nutricional
Mantenimiento de la fertilidad y vida del suelo	Compactación del suelo, erosión, pérdida de nutrientes.

Fuente: (Taipicaña 2015, p.15)

Realizado por: Ortiz Luis, 2022.

1.1.2.1. Propiedades de los abonos orgánicos.

Los abonos orgánicos ejercen determinados efectos sobre el suelo, lo que permite aumentar la fertilidad de este:

El abono orgánico por su color oscuro absorbe y retiene las radiaciones solares, contribuyendo a que el suelo mantenga una temperatura adecuada que facilita la absorción de los nutrientes.

Aumenta la fuerza de cohesión a suelos arenosos.

Disminuye ésta en suelos arcillosos.

Favorece la actividad radicular y de los microorganismos aerobios.

Mejoran la permeabilidad del suelo, ya que influyen en su drenaje y aireación.

Mejora y regula la velocidad de infiltración del agua.

Corrige la erosión producida por el escurrimiento superficial.

Previene la erosión eólica.

Aumentan el poder tampón del suelo.

Reducen las oscilaciones de pH de éste.

Aumentan también la capacidad de intercambio catiónico del suelo (Jiménez, 2012, p.4).

1.1.3. Biodigestores.

1.1.3.1. Generalidades.

Arce (2011, p.15), afirma que la historia del biodigestor data del año 1890, cuando se construye el primer de éstos a escala real en la India y posteriormente, en 1896 en Inglaterra; y no es sino después de las guerras mundiales que se fomenta su difusión a gran escala en Europa, China e India, convirtiéndose estos países en líderes en la materia.

Sin embargo, sufre una estancada en la década de los años 70, con la propagación y rápida acogida de los combustibles fósiles. Posteriormente, en los últimos 20 años, se han dado pasos agigantados en el desarrollo e investigación de esta tecnología.

Arrieta (2016, p.41), define un biodigestor, como un contenedor o recipiente herméticamente cerrado (denominado reactor o fermentador anaeróbico) en el que, se deposita el material orgánico o sustrato, y a través de un proceso de digestión (degradación bajo condiciones anaeróbicas), se obtiene el biogás.

Pero además de producir Biogás, entre las ventajas de la utilización de un biodigestor está: (1) obtención de subproductos de excelente calidad como el biol y bioabono (efluentes sin olor), (2) control de patógenos, a pesar de que el nivel de destrucción de patógenos varía de acuerdo a factores como temperatura y tiempo de retención; y (3) mejora la capacidad fertilizante del estiércol (Ruiz, 2020, p.22).

Por su parte, Yugla (2021, p.29), define un biodigestor, como un contenedor cerrado, hermético e impermeable, dentro del cual se deposita el material orgánico a fermentar en determinada dilución de agua, para que a través de la fermentación anaerobia se produzca gas metano y fertilizantes orgánicos ricos en N, P y K, con un potencial contaminante de los excrementos considerablemente disminuido.

Dentro de las características que debe tener un biodigestor se anota las siguientes:

Hermeticidad, para garantizar un proceso anaeróbico.

Aislamiento térmico.

Una válvula de gas para evitar sobrepresiones.

Estar compuesto por una entrada y una salida.

Facilidad de mantenimiento.

Mecanismo para romper las natas que se pudieran formar (Ruiz 2020).

1.1.3.2. Tipos de Biodigestores.

Arrieta (2016, p.42) asegura que existe una gran variedad de biodigestores, que pueden clasificarse de acuerdo con varios criterios, tales como: modo de operación, llenado y vaciado, volumen, número de tanques de proceso, orientación de estos o los sistemas de movilización de biomasa, entre otros.

Sin embargo, se puede considerar hacer una división general en dos grandes grupos:

1. De acuerdo con su tamaño: existiendo plantas de biogás a pequeña escala (familiares) que se alimentan de forma manual o por gravedad y plantas de biogás a escala industrial.
2. De acuerdo y nivel de sofisticación: existen digestores que se alimentan en modo continuo por medio de bombas o en modo batch (discontinuo), o pueden funcionar con una combinación del régimen semicontinuo o discontinuo (Arrieta, 2016, p.42) .

1.1.3.3. Biodigestor Compacto.

Es desarrollado en Israel, su principal característica es en la practicidad de adquisición e instalación; convirtiéndolo en un sistema de digestión autónomo apropiado para tratar adecuadamente los residuos orgánicos (residuos de alimentos, heces animales y humanas) (Barros y Teixeira, 2019, p.89). Debido a sus reducidas dimensiones, en comparación con otros modelos, este sistema produce biogás útil solo para la quema; recomendando su instalación en regiones donde la temperatura promedio anual no es inferior a 17°C.

Las características físicas del biodigestor compacto HOME BIOGAS 2.0 se presentan en el Gráfico 1-1.



FIGURA 1-1. Características físicas del Biodigestor Compacto HOME BIOGAS 2.0.

Fuente: (HOME BIOGAS LD [sin fecha]).

1.1.4. Bioabono.

El Abono orgánico es el producto obtenido a partir de la fermentación anaerobia de restos orgánicos (residuos de animales, plantas, productos de la industria láctea y agua), proceso que se lo lleva a cabo en un recipiente carente de oxígeno, en recipientes cerrados o biodigestores (Yugla, 2021, p.25).

Tabla 3-1: Ficha técnicas del Biodigestor Compacto HOME BIOGAS 2.0.

ITEM	VALOR
Volumen Total del Sistema	2.1M3
Volumen del Tanque Digestor	1200 litros
Volumen do Tanque de Gas	700 litros
Cantidad Diaria Máxima de Residuos de Comida	Hasta 12 litros
Cantidad Diaria Máxima de Estiércol Animal	Hasta 36 litros
Salida Nominal Diaria de Biogás	700 litros (185 gal.)
Presión Nominal del Gas en la Salida del Sistema	10 Milibares
Tiempo de Cocina (Una Hornilla)	Hasta 3 horas diarias
Cantidad de Producción de Fertilizante	Cuanto se introduzca al sistema
Cantidad Diaria Típica de Salida de Energía	4.4 kwh/15.4 mega-joules
Dimensiones del Sistema Armado	130 alto / 230 Largo / 130 ancho (cm)
Dimensiones de la Caja de Entrega	40 alto / 103 Largo / 45 ancho (18 kg)
Distancia de la Cocina	Hasta 20 metros
Temperatura Anual Diaria Promedio	
Mejor Desempeño	T>25,0 C (20,0 C (680 F))*
Buen Desempeño	T>20,0 C (680 F)

Fuente: (HOME BIOGAS LD [2020])

Realizado por: Ortiz Luis, 2022.g

Los efluentes lodosos, obtenidos como subproductos de proceso de obtención del biogás, se caracterizan por contener compuestos líquidos y sólidos que no volatilizaron; además de poseer un alto valor proteico, producto que es utilizado en la posteridad como abonos orgánicos (Jones y Uslenghi, 2012, p.49). Manifiestan además que, este lodo que puede ser utilizado como biofertilizante, al ser una masa homogénea de color pardo-oscuro, relativamente estable, dado que sufrió una degradación anaeróbica.

El fertilizante obtenido presenta mejores características que el “humus” y es de granulación más fina que el estiércol, lo que facilita su penetración y mezcla en el suelo. Pudiendo ser usado directamente como fertilizante líquido, o bien luego de un proceso de secado como fertilizante sólido, reduciendo su volumen y manteniendo su riqueza de nutrientes (Jones y Uslenghi, 2012, p.49). Una vez terminado el proceso, este material ya no huele y no atrae insectos una vez utilizado en los suelos, por lo tanto es una fuente de fitorreguladores que ayudan a las plantas a tener un óptimo desarrollo, generando mayor productividad a los cultivos (Muñoz, 2014, p.89).

1.1.4.1. Factores que intervienen en la obtención del bioabono.

En la Tabla 4-1. Se presentan los principales factores que juegan un rol determinante sobre la obtención y calidad del bioabono.

Yugla (2021, p.26), afirma que, dependiendo de las características de los residuos que se utilizan para la obtención del biogas, se tiene que en promedio el fango saliente del biodigestor (bioabono) representa aproximadamente de entre el 85 y 90% de la materia entrante. De esto aproximadamente el 90% corresponde al biol y el 10 % restante al biosol, dependiendo de los residuos utilizados y el método de separación empleado.

1.2. KIKUYO (*Pennisetum clandestinum*).

1.2.1. Características generales.

Según Salazar (2016, p.16), esta especie originaria de Kenia – Etiopía, fue introducida a Ecuador en la década de los 40, como un pasto prometedor, netamente útil para la producción animal. Esta especie, a pesar de poseer características propias que hacen que sea considerado como una especie sumamente agresiva ante la invasión de otras forrajeras, ha sido por excelencia base de la alimentación animal de los sistemas de producción lechera.

Esta gramínea se encuentra ampliamente distribuida en la región andina del país y es fácilmente reconocida por técnicos y productores (Correa, Pabón y Carulla, 2008, p.59), pudiendo llegar a ser considerada como una maleza.

Tabla 4-1: Factores que intervienen en la obtención del bioabono.

FACTOR	CARACTERÍSTICA	RANGO ÓPTIMO
Temperatura	Depende de la actividad microbiana de la materia orgánica, producto de la mezcla de todos los ingredientes (aproximadamente a las 14 horas iniciar el proceso).	35 - 55 °C
Humedad	Valores inferiores al 40% indican una descomposición lenta de los materiales orgánicos. Valores superiores al 60%, lo que dificulta la oxigenación de la fermentación.	50 - 60% en peso
Aireación	El oxígeno es necesario para que no exista ningún tipo de limitación en el proceso aeróbico de fermentación del abono.	5 - 10% concentración de oxígeno en los macroporos de la masa
Potencial de hidrógeno	Los valores extremos a partir del 5° día del proceso inhiben la actividad microbológica.	6 - 7,5 pH
Relación Carbono:Nitrógeno	Las relaciones menores pueden resultar en pérdidas considerables de nitrógeno por volatilización, mientras que las relaciones mayores provocan una fermentación más lenta.	1 : 25-35
Relación materia orgánica:agua	Varía de acuerdo al origen de la materia orgánica, dependiendo de la cantidad de materia prima de la que se disponga.	50:50 / 25:75

Fuente: (Taipicaña 2015, pp 24-25).

Realizado por: Ortiz Luis, 2022.

Según Guaña (2014, p.4), la clasificación taxonómica del pasto kikuyo es la siguiente:

- **Reino:** Plantae.
- **División:** Magnoliophyta.

- **Clase:** Liliopsida.
- **Orden:** Poales.
- **Familia:** Poaceae.
- **Subfamilia:** Panicoideae.
- **Género:** Pennisetum.
- **Especie:** Clandestinum.
- **N. común:** Kikuyo.

1.2.2. Descripción morfológica.

León, Bonifaz y Gutiérrez (2018, p.161) la describen como una gramínea rastrera de crecimiento vivaz, de la familia Poaceae, pudiendo ser considerada como una especie invasora, capaz de extenderse superficialmente gracias a sus estolones y rizomas gruesos y succulentos que fácilmente alcanzan gran profundidad, pudiendo alcanzar hasta 100 cm de largo sobre todo en lugares húmedos. Los tallos erectos pero de consistencia fina que pueden llegar a medir hasta 80 cm. Puede formar una pradera hasta 46 cm de alto sin pastoreo, pero bajo pastoreo es un césped denso (Salazar, 2016, p.16). Sus raíces pueden llegar a alcanzar los 2 m de longitud (Rosero, 2016, p.14).

Posee hojas laminadas que alcanzan fácilmente de 10-20 cm de largo y de 8-15 mm de ancho (Gráfico 2-1), las semillas se producen en las axilas de las hojas donde quedan ocultas, característica por la cual esta especie recibe el nombre de clandestinum. Forma un densa alfombra de césped, resistente al pastoreo que puede llegar a cubrir el 100% del terreno, impidiendo el desarrollo de las malezas (León, Bonifaz y Gutiérrez, 2018, p.161).

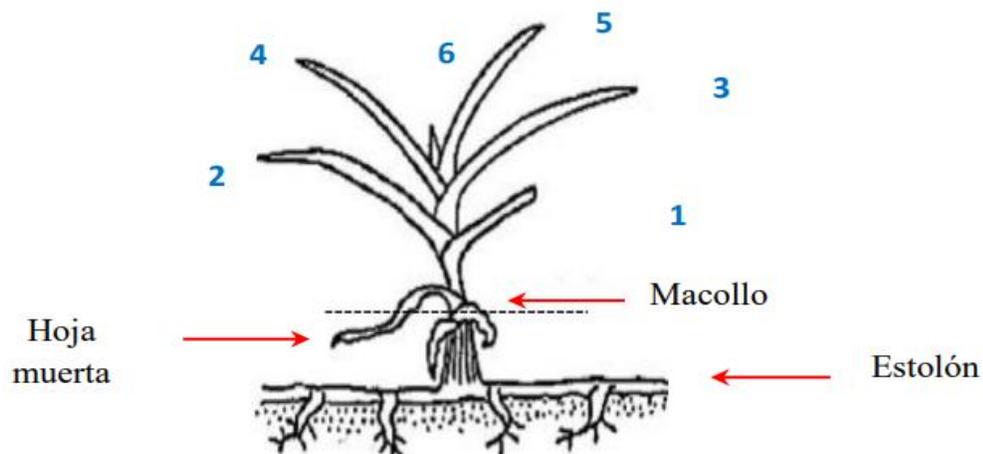


Figura 2-1. Esquema de un macollo de kikuyo.

Fuente: (Fulkerson 2007, adaptado por Guaña, 2014, p.7).

1.2.3. Adaptación.

1.2.3.1. Clima.

Posee una adaptación a diversos pisos climáticos de la región interandina, que van desde los 1 500-3 000 msnm, siendo el rango ideal de 2 000-2 600 msnm, siempre y cuando exista con riego o suficiente humedad, ya que no es una especie resistente a sequías ni las heladas; sin embargo, la temperatura óptima de crecimiento ocurre a 25°C durante el día y 20°C durante la noche (León, Bonifaz y Gutiérrez, 2018, p.161; Salazar, 2016, p.17).

1.2.3.2. Suelo.

Se adapta a cualquier clase de suelo, incluso ligeramente salinos, prefiriendo suelos francos, ricos en materia orgánica, con buen drenaje, pH ligeramente alcalino o neutro (5.5-7.0 de pH), responde bien a la fertilización nitrogenada pudiendo duplicar la producción (Salazar, 2016, p 19-20; León, Bonifaz y Gutiérrez, 2018, p.162).

1.2.3.3. Precipitación.

La precipitación adecuada para el kikuyo varía entre 1000 a 1600 mm, el exceso de humedad afecta el drenaje del suelo, limitando el oxígeno; mientras que, un déficit de precipitación afecta al comportamiento biológico y morfológico de la planta disminuyendo el crecimiento y la calidad del pasto (Salazar, 2016, p.19).

1.2.4. Manejo.

1.2.4.1. Establecimiento.

El establecimiento puede ser de dos tipos, por medio de material vegetativo (estolones y rizomas) y semilla botánica, pudiendo ésta permanecer latente en el suelo por muchos años; debido al hábito agresivo de crecimiento, puede ser considerado como una maleza, llegando a propagarse en forma natural (León, Bonifaz y Gutiérrez, 2018. p.162). El establecimiento por estolones (trozos de 15 a 20 cm) requiere de surcos a una distancia entre 0,5 a 1,0 m y a una profundidad de 5 a 10 cm; mismos

que deben ser dispuestos a chorro continuo y tapar con tierra; mientras que, para el establecimiento por semilla se recomienda sembrar 3 kg/ha, dispuesta a 1 cm de profundidad (Guaña, 2014, p.5).

1.2.4.2. Pastoreo.

El kikuyo es una especie que, bien manejada soporta una alta carga animal, garantizando una alta producción/ha (León, Bonifaz y Gutiérrez, 2018, p.162). Rosero (2016, p.5), sostiene que el kikuyo se debe manejar adecuadamente si se quiere obtener una buena producción y una capacidad de carga alta. En ocasiones, cuando el pastoreo ha sido gestionado de manera inapropiada, el kikuyo tiende a acolchonarse y la producción disminuye significativamente. El adecuado manejo del kikuyo consiste en el pastoreo rotacional cada 40 – 80 días, de 5 a 10 cortes por año.

La etapa más deseable de rebrote de kikuyo, con respecto a garantizar una relación entre la calidad y cantidad de forraje, según Guaña (2014, p.8) es cuando existen 4,5 hojas por macollo, ya que, la proporción de hoja verde disponible sobre los 5 cm de residuo disminuye, y la proporción de tallo y material muerto aumentan después de 4.5 hojas por macollo en el rebrote.

1.2.4.3. Control de malezas.

Esta especie, al poseer un hábito de crecimiento agresivo (rastrero) y al formar una especie de alfombra en el suelo, no requiere de un manejo especial en cuanto al control de malezas se refiere. Sin embargo, cuando se lleva un pastoreo continuo, con una capacidad de carga muy alta puede ocurrir un sobre pastoreo predominancia de especies invasoras (lengua de vaca), (Rosero, 2016, p.17).

1.2.4.4. Productividad y valor nutritivo.

León, Bonifaz y Gutiérrez (2018, p.162), refieren una producción promedio de 90 t/ha/año, con un 15% de proteína cruda, cuando el pasto ha alcanzado los 20 cm de altura aproximadamente. El valor nutricional del kikuyo se presenta a continuación en la Tabla 5-1y Tabla 6-1.

Tabla 5-1: Valor nutricional del *Pennisetum clandestinum* (cortado y evaluado cuando están presentes 4 hojas).

PARÁMETRO	VALOR
Energía Metabolizable (MJ kg MS-1)	9.6
Nitrógeno, %	3.9
Nitrato, %	0.5
Proteína Cruda, %	24.2
Fibra Detergente Acido, %	26.0
Fibra Detergente Neutro, %	64.0
Carbohidratos solubles en agua, %	2.8
Calcio, %	0.4
Fósforo, %	0.3
Potasio, %	2.9
Azufre, %	1.3

Fuente: (Fulkerson 2007, adaptado por Guaña 2014, p.8)

Realizado por: Ortiz Luis, 2022.

Tabla 6-1: Valor nutricional del *Pennisetum clandestinum* (20 cm).

PARÁMETRO	VALOR
Grasa %	1,5
Materia seca %	19,1
Proteína %	17,5
Fibra cruda %	4,9
Elementos no nitrogenados %	46,5
Fósforo %	0,3
Calcio %	0,25

Fuente: (ROSETO 2016, p.19)

Realizado por: Ortiz Luis, 2022.

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO.

2.1. Localización y duración del experimento.

El presente trabajo investigativo, se realizó en la Estación Experimental Tunshi, de propiedad de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, localizada en el kilómetro 12 de la vía Riobamba - Licto, comunidad Tunshi Grande, parroquia Licto, provincia de Chimborazo. Coordenadas Proyectadas UTM Zona 17S Datum WGS 84 X = 764312, Y = 9806733 (Figura 1-2), las características climáticas de la zona se presentan la Tabla 1-2.

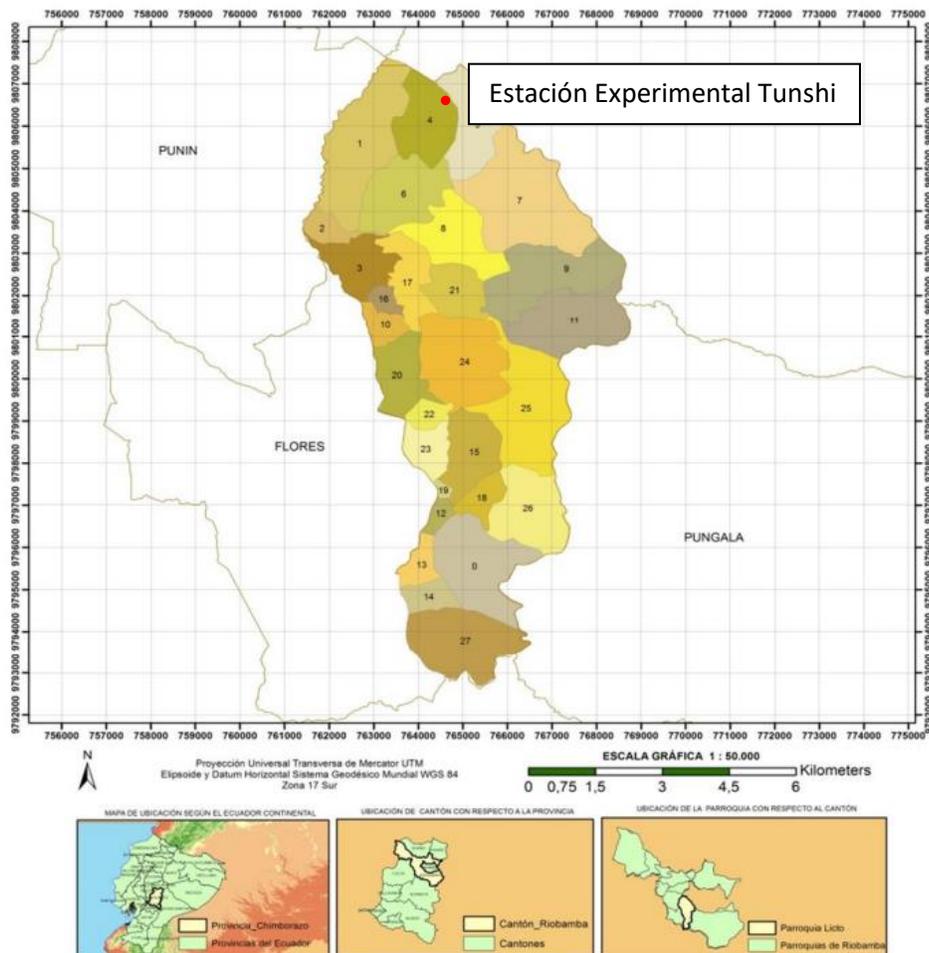


Figura 1-2. Mapa De ubicación geográfica de la Hacienda Experimental Tunshi

Fuente: (Licto 2018, p.21)

Tabla 1-2: Condiciones Agrometeorológicas De Estación Experimental Tunshi “ESPOCH”.

PARÁMETRO	UNIDAD	RANGO
Piso Climático	Ecuatorial mesotérmico semi- húmedo	
Temperatura	°C	13,10°
Altitud	m.s.n.m.	3500
Precipitación	mm/año	558,60
Suelos	INCEPTISOLES Suborden ANDEPTS, Suelo limo-arenoso sobre una capa dura- Duripan en discontinuidad con revestimientos negros y carbonato de calcio a 40/50 cm. de profundidad.	
Relieve	Vertientes regulares de las colinas muy alas de la estribación baja de la cordillera.	
Pendiente	%	5

Fuente: Estación Agrometeorológica de la Facultad de Recursos Naturales ESPOCH (2016).

Realizado por: Ortiz Luis, 2022

El trabajo experimental tuvo una duración de 120 días, tiempo en el cual, se realizó cada actividad a partir del corte de igualación del potrero.

2.2. Unidades experimentales.

La investigación de carácter cuantitativo estuvo constituida por 12 unidades experimentales (parcelas), cuyas dimensiones fueron de 30 m² (6x5 m), cada tratamiento contó con 3 repeticiones, dando una superficie total de 360 m².

2.3. Materiales, Equipos e Instalaciones.

2.3.1. *Materiales de campo.*

- Rótulos de identificación.
- Azadón.
- Hoz.
- Tijera.

- Rastrillo.
- Flexómetro.
- Recipientes.
- Piola de albañilería.
- Botas.
- Manguera.
- Cuadrante.
- Overol.
- Mascarilla.
- Estacas.
- Fundas de papel.
- Fundas plásticas herméticas.

2.3.2. *Materiales de oficina.*

- Regla.
- Calculadora.
- Libreta de campo.
- Esferos.

2.3.3. *Equipos.*

- Balanza.
- Computadora personal.
- Software: Microsoft Excel.
- Software: INFOSTAT.
- Cámara fotográfica.
- Biodigestor Compacto HOME BIOGAS 2.0.

2.3.4. *Instalaciones.*

- Pastizal de *Pennisetum clandestinum* establecido.
- Oficina.

2.4. Tratamiento y diseño experimental.

En el presente estudio se evaluó la composición química y microbiológica de un bio fertilizante producido en un bio digestor compacto HOME BIOGAS 2.0, al igual que el efecto de la fertilización de este producto sobre el rendimiento agro botánico del Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), expresada en forraje verde y materia seca utilizadas, en cuatro tratamientos a los 0 (testigo) 20 días , 30 días y 40 días, cada uno de los cuales tendrá 3 repeticiones, y será aplicado en una dosis de 1 l/ha, para cada tratamiento.

Por lo que, las unidades experimentales se distribuirán bajo un Diseño de Bloques Completamente al Azar y la separación de medias según Tukey.

$$Y_{ijk} = \mu + B_j + T_i + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

- Y_{ijk} = Valor estimado de la variable.
- μ = Media General.
- B_j = Efecto de Bloques o repeticiones.
- T_i = Efecto de los tratamientos.
- ε_{ijk} = Efecto del error experimental.

2.4.1. Mediciones experimentales.

Las variables a considerar dentro del proceso investigativo son las siguientes:

- Cobertura basal y aérea (%).
- Altura del pasto (cm).
- Producción de forraje verde y materia seca (t/ha/corte).
- Análisis proximal (MS, Proteína, Ceniza, Fibra, Extracto etéreo), %.
- Análisis de laboratorio para determinar el valor químico y microbiológico del biofertilizante.

2.4.2. Esquema del experimento.

Tabla 2-2: Esquema del experimento.

Tratamiento	CÓDIGO	T.U.E. (m ²)	BLOQUES	ÁREA (m ²)
Testigo	T0	30	3	90
	T0	30		
	T0	30		
Tratamiento 1	T1	30	3	90
	T1	30		
	T1	30		
Tratamiento 2	T2	30	3	90
	T2	30		
	T2	30		
Tratamiento 3	T3	30	3	90
	T3	30		
	T3	30		

T.U.E: Tamaño de la Unidad Experimental.

Realizado por: Ortiz Luis, 2022

2.4.3. Técnicas Estadísticas y pruebas de significancia.

Los análisis estadísticos utilizados en la presente investigación fueron esquema del ADEVA P menor al 0,05, separación de Tukey menor al 0,05.

En la Tabla 2-3 se explica el esquema del ADEVA.

2.4.4. Esquema del ADEVA.

Tabla 3-3: Esquema del ADEVA.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Tratamientos	3
Bloques	2
Error experimental	6
TOTAL	11

Realizado por: Ortiz Luis, 2022

2.5. Procedimiento experimental.

Se partió con un corte de igualación, delimitando con piola y estacas cada una de las unidades experimentales que contaron con un área de 30 metros cuadrados.

Se realizó el sorteo de los tratamientos en cada unidad experimental.

Se procedió a fertilizar el pasto con el biofertilizante, para luego evaluar a los 0, 20, 30 y 40 días.

Se realizó el análisis químico del biofertilizante para determinar la composición química y microbiológica en un laboratorio autorizado.

Las muestras tomadas fueron llevadas al laboratorio para realizar el análisis proximal, y comparar los resultados.

Los datos obtenidos fueron procesados en Microsoft Excel y el software estadístico Infostat para el correspondiente análisis.

Por último, se realizó el análisis de costo beneficio para así determinar la viabilidad económica de la investigación.

2.6. Metodología de la Evaluación.

2.6.1. Cobertura basal (%).

Para la determinación de esta variable se empleó el método de la línea de Canfield, que consiste en la cuantificación del área en el suelo ocupada por la planta, determinada por medio de un flexómetro. Se sumió el total de cobertura basal en centímetros de las plantas presentes en el transecto y por regla de tres simple se obtuvo el porcentaje de cobertura basal.

2.6.2. Cobertura aérea (%).

El procedimiento es igual que el descrito anteriormente, con la particularidad de que el flexómetro no se ubica en el suelo, sino en la parte media de la planta.

2.6.3. Altura de planta en (cm).

Se determinó la altura de la planta a los 20, 30 y 40 días post aplicación de los tratamientos, cuantificando la altura desde la superficie del suelo, hasta la media terminal de la hoja más ala, y se expresó en cm.

2.6.4. Producción de forraje verde t/ha/corte.

Se trabajó en función al peso, para lo cual se cortó una muestra representativa de cada parcela, mediante la utilización de un cuadrante de 1 m², y se dejó para el rebrote a una altura de 5 cm, el peso a obtenido se relacionó con el 100% de la parcela, y posteriormente se estimará la producción en t/ha/corte.

2.6.5. Producción de forraje en materia seca t/ha/corte.

Del forraje obtenido en materia verde, se tomó una submuestra de 500 g, la cual fue enviada al laboratorio de Bromatología y Microbiología AGROCALIDAD (Tumbaco – Quito), con los resultados obtenidos se determinó por diferencia de pesos, lo cual permitió calcular el rendimiento de materia seca por hectárea.

2.6.6. Composición nutricional del *Pennisetum clandestinum* (kikuyo).

Para la determinación de la composición nutricional del pasto *P. clandestinum* (kikuyo) se tomó una muestra de 500 g de cada parcela, en el primer corte; y posteriormente fueron llevadas al laboratorio de Bromatología y Microbiología AGROCALIDAD Tumbaco-Quito, posteriormente se realizó su respectiva interpretación y análisis de los resultados bromatológicos.

2.6.7. Composición química del Bioabono.

Para esta variable de análisis, se tomó una muestra del bioabono obtenido del biodigestor compacto, misma que fue enviada al laboratorio de Bromatología y Microbiología AGROCALIDAD Tumbaco-Quito, para su respectivo análisis de la composición química y microbiológica del producto.

2.6.8. Análisis de viabilidad económico.

Se determinó a través del indicador beneficio/costo el mismo que se calculó mediante la siguiente expresión:

$$\text{Beneficio/ Costo} = \frac{\text{Ingresos Totales}}{\text{Egresos Totales}}$$

CAPÍTULO III

3. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

3.1. Comportamiento agrobotánico del *Pennisetum clandestinum*.

3.1.1. Cobertura Basal y aérea.

Previo un análisis de campo, recorrido y estudio del potrero que formó parte de la investigación, se determinó que tanto la cobertura aérea y basal es del 100%, esto debido a que ya se trata de un potrero previamente establecido, con una edad de al menos 3 años. Por lo que la medición in-situ era prácticamente innecesaria, tal como se puede observar en la Gráfico 1-3.



Gráfico 1-3. Cobertura del suelo de la parcela de Kikuyo

Fuente: (Licto 2014, p.21)

El *Pennisetum clandestinum*, se caracteriza por ser una especie que desarrolla un césped extremadamente denso por su forma rastrera de crecimiento, capaz de cubrir el suelo al 100%, razón por la cual, se clasifica dentro de las gramíneas de ala cobertura Rosero (2016, p.12). Esta característica hace que sea considerado como un pasto dominante ante otras especies, cuya capacidad de formar macollos permiten una cobertura superior al resto de pastos.

De igual manera, Martínez (2014, p.21), manifiesta que el kikuyo es una planta que se caracteriza por formar una buena cobertura esto debido a que crece de una manera superficial donde sus rizomas forman gran cantidad de macollos.

3.1.2. *Altura de planta (cm).*

En la Tabla 1-3, se presentan los resultados obtenidos del Análisis de la Varianza para la altura, considerando el efecto de un biofertilizante obtenido a partir de un biodigestor compacto evaluado a diferentes días de corte (20, 30, 40) y un tratamiento testigo, obteniéndose un coeficiente de variación del 6,71%.

La separación de medias según Tukey al 5% de la variable altura, permitió determinar diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos, en donde, el testigo fue el que registró la menor altura con 16,60 cm, seguido de los tratamientos T1 y T2, valores numérica y estadísticamente iguales con 24,40 cm y finalmente, el T4, que registró el mayor valor con 32,40 cm (Tabla 1-3, Grafico 2-3).

Tabla 1-3: Comportamiento productivo del *Pennisetum clandestinum* por efecto de un biofertilizante obtenido en un biodigestor compacto evaluado a 20, 30 y 40 días y un tratamiento testigo.

VARIABLES	TRATAMIENTO				E. E	PROB	SIGNIFIC.
	T0	T1	T2	T3			
Altura (cm)	16,60 c	24,40 b	24,40 b	32,40 a	0,95	0,0002	**
Producción Forraje verde (t/ha)	26,03 a	26,70 a	51,66 a	66,91 a	8,9	0,0442	NS
Producción Materia seca (t/ha)	1,24 a	1,30 a	1,46 a	1,89 a	0,16	0,0989	NS

E.E.= Error estándar; Prob. = Probabilidad; Sig. = Significancia. Prob. $\leq 0,05$: Existen diferencias altamente significativas
 Prob. $\geq 0,01$: No existen diferencias estadísticas; Prob. $\leq 0,01$: Existen diferencias altamente significativas.

Realizado por: Ortiz Luis, 2022

Investigaciones similares, tales como la de Rosero (2016, p.50), quien evaluó el manejo agroecológico del *Pennisetum clandestinum* (Kikuyo), con varios niveles de abono orgánico comercial más una base de fertilizante enraizador en suelos, reportó valores promedios de 17,38 y 21,9 cm a los 30 y 45 días respectivamente.

Alturas significativamente inferiores a los reportados en la presente investigación, lo que podría deberse al efecto positivo del biofertilizante sobre el desarrollo y crecimiento de la plata.

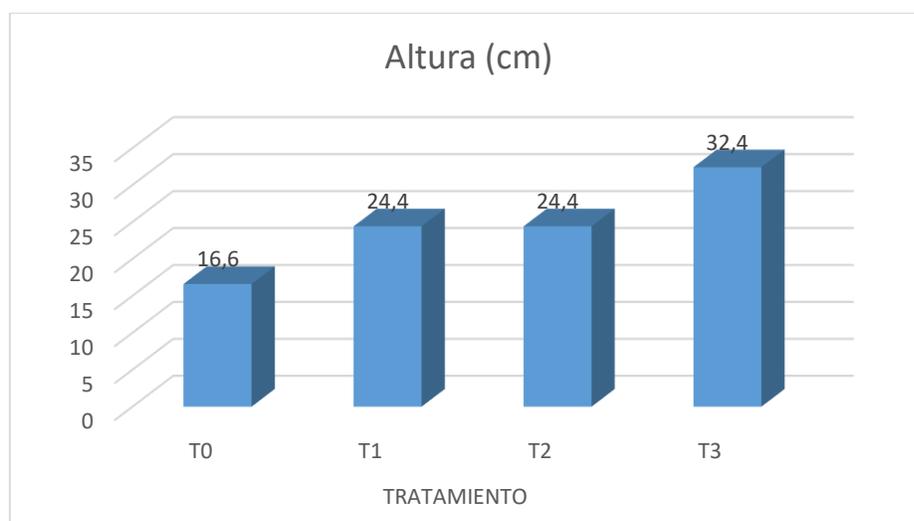


Gráfico 2-3. Altura del “*Pennisetum clandestinum*”

Los datos obtenidos en esta investigación de igual manera, son superiores a los alcanzados por Mena (2013, p.45), quien probó diferentes dosis de fertilización química y orgánica en la producción de Pasto Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), en donde, el tratamiento de fertilización química logró el promedio más alto de la evaluación de 40,28 cm. Valor que superó únicamente al tratamiento testigo de la presente investigación.

Así también, Martínez (2014, p.45), al estudiar diferentes dosis de un biofertilizante foliar, registra datos superiores numérica y estadísticamente con relación a su tratamiento testigo.

3.1.3. Producción de forraje verde.

Al realizar el análisis de la varianza de la producción de forraje verde del kikuyo por efecto de un biofertilizante obtenido a partir de un biodigestor compacto, obtuvo un coeficiente de variación de 39,99 %.

En la separación de medias según Tukey (5%), se determinó una igualdad estadística entre los resultados obtenidos en los cuatro tratamientos, en donde, el tratamiento testigo logró una producción de 26,03 t/ha frente a las 66,91 t/ha obtenidas en el T4.

Pese a que únicamente existieron diferencias numéricas entre los tratamientos, se puede inferir que el uso del bioabono, mejoró notablemente la producción de forraje verde, con respecto a la producción lograda por el tratamiento testigo. Por lo tanto, es posible recomendar el uso del biofertilizante en estudio, debido a que, si causó un efecto positivo sobre la producción de forraje, siendo a los 40 días, el momento más adecuado de aplicación (Gráfico 3-3).

El resultado obtenido se debió a la excelente calidad del bioabono objeto de estudio, mismo que fue hecho a base de desechos de la industria avícola, lo que se sustenta en lo referido por Reyes & Hernández (1995, p.112), quienes estudiaron el efecto de la aplicación de gallinaza sobre las propiedades edáficas y la producción de maíz en suelos de temporal del Valle de Toluca, reportando aumentos significativo en el rendimiento productivo del maíz con las aplicaciones de gallinaza.

Los datos conseguidos coinciden con los reportados por Martínez (2014, p.51), quien no encontró diferencias estadísticas entre la producción de forraje bajo el efecto de un biofertilizante foliar y su tratamiento testigo; pero contrarresta con los hallazgos de Rosero (2016, p.50) y Mena (2013, p.41).

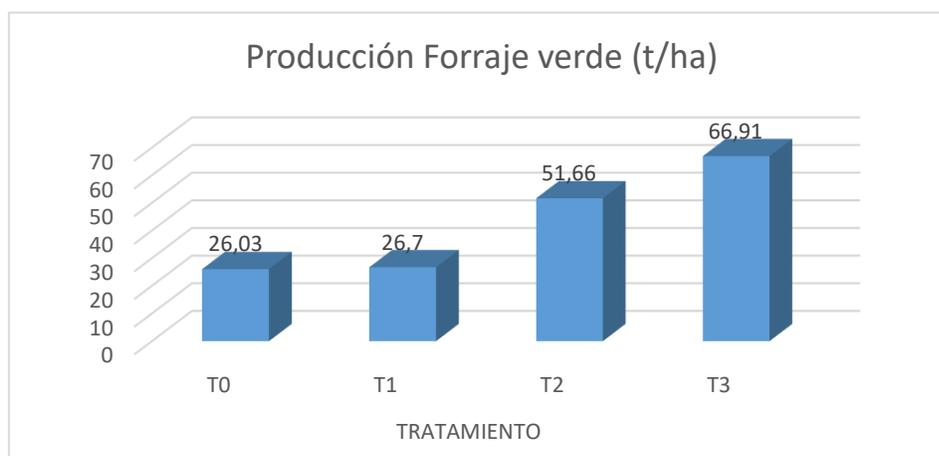


Gráfico 3-3. Producción de forraje verde del “*Pennisetum clandestinum*”.

Lo anterior expuesto se debió a que, dicha producción está relacionada con los beneficios amplios que se obtienen con las aplicaciones de este tipo de materia orgánica, que entre los que se reporta:

mejora la estructura de los suelos; aumenta la retención de nutrimentos; aumenta el número de organismos beneficiosos en el suelo; y ocasiona aumento en producción.

El estudio en particular demostró una mejora en las propiedades químicas del suelo (aumento de materia orgánica y los niveles de N, P, Ca y Mg).

3.1.4. Producción de forraje en materia seca.

Esta variable guarda estrecha relación con la referida en el apartado anterior, cuyo análisis de varianza arrojó un coeficiente de variación 19,2%.

De acuerdo a la separación de medias según Tukey al 5%, los tres tratamientos evaluados son iguales estadísticamente, mientras que, superioridad numérica se reporta en el T4 con 1,82 t/ha de materia seca, lo que se debió a la aplicación del biofertilizante elaborado para la presente investigación, ya que influyó positivamente sobre la producción de materia seca.

Martínez (2014, p.52), reporta valores superiores de materia seca en sus tratamientos a base de biofertilización foliar, con respecto al tratamiento testigo. Situación similar reportaron Rosero (2016, p.50) y Mena (2013, p.41) (Cuadro 1-3, Figura 4-3). La separación de medias con respecto al factor B, indica la superioridad estadística de la aplicación del producto en estudio a los 40 días (Cuadro 2-3).

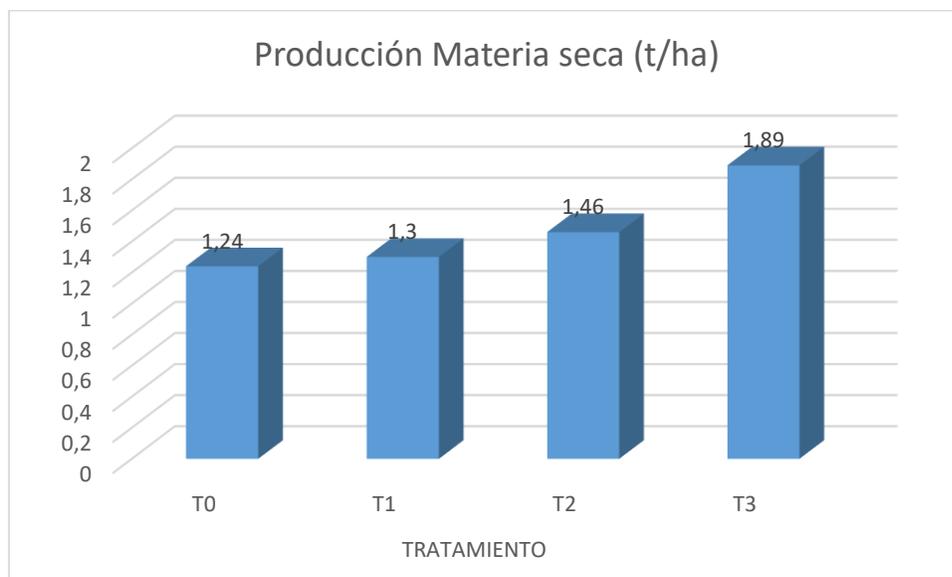


Gráfico 4-3. Producción de materia seca del “*Pennisetum clandestinum*”.

3.2. Contenido bromatológico del *Pennisetum clandestinum*.

3.2.1. *Materia seca.*

La separación de medias del análisis bromatológico con respecto al parámetro materia seca del *Pennisetum clandestinum* (Al analizar los porcentajes de tratamiento testigo con el valor promedio de los que estuvieron bajo el efecto del biofertilizante (95,00 % y 94,74%, respectivamente), permite inferir que no existió efecto significativo del biofertilizante sobre el valor nutricional del pasto para esta variable.

Tabla 2-3), reportó, similitud estadística según Tukey al 5%, entre los tratamientos T3, T2 y testigo con 95,39%, 95,31% y 95,00%, en su orden, mientras que, el menor contenido de esta variable, se obtuvo en el tratamiento T1 (20 días), con un porcentaje de 93,60, siendo este, estadísticamente igual al tratamiento testigo (94,34%). Por lo expuesto, numéricamente, se puede considerar que, de acuerdo este parámetro, el momento óptimo de aplicación del biofertilizante en estudio es entre los 30 y 40 días.

Al analizar los porcentajes de tratamiento testigo con el valor promedio de los que estuvieron bajo el efecto del biofertilizante (95,00 % y 94,74%, respectivamente), permite inferir que no existió efecto significativo del biofertilizante sobre el valor nutricional del pasto para esta variable.

Tabla 2-3: Contenido bromatológico del *Pennisetum clandestinum* por efecto de un biofertilizante obtenido en un biodigestor compacto evaluado a 20, 30 y 40 días y un tratamiento testigo.

VARIABLE	MÉTODO	T0	T1	T2	T3	EE	PROB.	SIG.
Materia Seca	Gravimetría	95,00 ab	93,60 b	95,31 a	95,39 a	0,29	0,0141	**
Proteína Cruda	Kjeldahl	17,39 a	18,04 a	18,16 a	19,58 a	0,43	0,3591	NS
Cenizas	Gravimetría	11,86 a	12,97 a	13,01 a	12,55 a	0,45	0,3337	NS
Fibra Cruda	Gravimetría	26,08 a	26,36 a	26,10 a	26,49 a	0,11	0,0994	NS
Grasa cruda	Gravimetría	1,89 a	2,05 a	2,07 a	2,16 a	0,09	0,3051	NS
Extracto Libre no Nitrogenado	Cálculo	37,78 a	34,38 a	34,63 a	34,62 a	0,79	0,0644	NS

C.V. Coeficiente de variación. E.E.= Error estándar.

Realizado por: Ortiz Luis, 2022

Un resultado similar obtuvo Rosero (2016, p.65), quien evaluó diferentes niveles de un fertilizante orgánico mas un enraizador, donde los resultados bromatológicos reportaron un mayor porcentaje de materia seca en su tratamiento testigo. No así Mena (2013, p.51), que al comparar diferentes tipos de fertilización tanto orgánica como convencional, obtuvo valores superiores al tratamiento testigo.

3.2.2. *Proteína cruda.*

Los porcentajes de proteína cruda, expuestos en la A1 analizar los porcentajes de tratamiento testigo con el valor promedio de los que estuvieron bajo el efecto del biofertilizante (95,00 % y 94,74%, respectivamente), permite inferir que no existió efecto significativo del biofertilizante sobre el valor nutricional del pasto para esta variable.

Tabla 2-3, no presentaron diferencias estadísticas entre sí, sin embargo, el mejor resultado desde el punto de vista numérico, lo obtuvo el T3 (40 días) con 19,58%; demostrando superioridad numérica sobre el resto de tratamientos. El menor porcentaje alcanzado se registró en el tratamiento testigo (17,39).

Similar comportamiento lo reportó Mena (2013, p.65), en su análisis proximal, manifiesta que, la mayor presencia de proteína se registró en el T1 con 16,69%; mientras que la menor se presentó en el T0 con 15,45%.

Los resultados obtenidos, guardan relación en cuanto a su comportamiento, pero presentan superioridad numérica con respecto a los reportados por Martínez (2014, p.56), quien ubica en primer lugar al tratamiento con 2,25 l/ha de proteína de pescado, con una media de 13,95% y en último lugar se ubica el testigo con una promedio de 13,19%. Con lo que se puede deducir que, el biofertilizante sujeto de investigación, elevó notablemente el contenido de esta variable.

Lo anterior expuesto se debió, de acuerdo a lo señalado por Agnusdei y Marino (2001), citados por Mena (2013, p.46), quienes afirman que la deficiencia de N para la síntesis proteica limitaría la demanda aérea de carbono para la síntesis de tejido y aumentaría la disponibilidad del elemento para ser repartido a las partes subterráneas. Deficiencia que habría sido cubierta por el biofertilizante.

Los resultados obtenidos guardan relación con los logrados por (Mejía et al. 2019, p.1071), quienes reportan un promedio de proteína cruda de $16,64 \pm 2,40$. Pero son inferiores al valor promedio

descrito por León, Bonifaz y Gutiérrez (2018, p.176), que indican que, el contenido ideal de proteína cruda del kikuyo es del 25%; lo que se debió a la edad del potrero estudiado ya que se trata de una parcela establecida hace por lo menos 4 años.

3.2.3. Cenizas.

Este parámetro tuvo similar comportamiento al anteriormente citado, sin diferencias estadísticas entre si, presentando el menor porcentaje de ceniza el tratamiento testigo y al mayor el T2 con 11,86% y 13,01% en su orden. Dichos valores se encuentran dentro del rango reportado por Martínez (2014, p.49), con un promedio de 12,88%, pero ligeramente inferiores a los obtenidos por Rosero (2016, p.68), quien también determinó el menor porcentaje de ceniza en su tratamiento testigo.

3.2.4. Fibra cruda.

La fibra cruda, desempeña un papel trascendental en la nutrición animal, ya que, entre otras características: promueve la motilidad del aparato digestivo, mantiene estable el pH ruminal y estimula la rumia.

Este estudio no determinó diferencias estadísticas entre los tratamientos, sin embargo, el menor contenido de fibra se obtuvo en el tratamiento testigo con 26,08% y el mayor en el T3 con 26,49% (análisis numérico).

Lo que se debió, más allá de un efecto del biofertilizante sobre este parámetro, se sabe que, a medida en que se incrementa la edad de rebrote, aumenta el porcentaje de fibra; así lo expresa Guña (2014, p.33), que, la disminución del Contenido Celular (proteínas, azúcares, lípidos) y al aumento en el contenido de fibra (celulosa, hemicelulosa, lignina) se da cuando la edad del pasto aumenta, lo cual incrementa el porcentaje de Materia Seca y por lo tanto también incrementa el rendimiento.

3.2.5. Grasa.

El contenido de grasa tuvo valores estadísticamente similares entre sí, comportamiento similar a los parámetros anteriores, en donde, el tratamiento T3 (2,16%), supera al resto. Rosero (2016, p.66), halló similitud con los datos reportados, en donde, el tratamiento con la aplicación de abono orgánico comercial más una base de fertilizante enraizador presentó un porcentaje de 1,86%, frente al 1,48%

del tratamiento testigo. Al igual que Mena (2013, p.49) y Mejía et al. (2019, p.1071) con 2,09% y 1,98 ± 0,38 % respectivamente.

3.3. Análisis del biofertilizante.

3.3.1. Composición química y microbiológica.

La composición química del biofertilizante objeto de estudio se presenta en la Tabla 3-3, en cuanto al contenido de fósforo, que desempeña un papel trascendental en la nutrición vegetal, ya que es generador de energía, encargado de la fotosíntesis y forma parte del ácido fítico que es una forma de fósforo en las semillas.

El presente estudio reportó que un litro de bioabono elaborado a partir de los subproductos de la industria avícola, contiene 108,00 mg/l; valor que guarda relación con el reportado por Álvarez (2010) citado por Taipicaña (2015, pp.27) quien reporta un valor de 112,8 mg/l de un biol elaborado a base de estiércol vacuno con leguminosas; pero significativamente superior al promedio registrado por Nieves (2019, pp. 53), quien expone un valor de 6,7 mg/l en un biol obtenido a partir de pollinaza.

Tabla 3-3: Composición química y microbiológica del biofertilizante obtenido en un biodigestor compacto.

VARIABLE	UNIDAD	RESULTADO
Fósforo total	mg/l	108,00
Ph	Unidades pH	4,70
Potasio	mg/l	2332,71
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/l	332,06
Mohos	UPC/ml	<10
Levaduras	UFC/ml	<10

Realizado por: Ortiz Luis, 2022

Al respecto, Nieves (2019, pp. 21) afirma que el contenido químico del biol depende del sustrato que se utilizó como base, por ejemplo el estiércol de pollo (Pollinaza), el cual posee un alto contenido

de proteína, así como una cantidad aceptable de energía y minerales, a pesar de que se encuentra mezclado con el material utilizado para cama de galpón (aserrín o pajas).

El contenido de potasio fue de 2332,71 mg/l, valor que supera ampliamente a los mencionados por Álvarez (2010) citado por Taipicaña (2015, pp.27) y (Peñañiel y Ticona 2015), quienes reportan apenas 860,40 mg/l (estiércol vacuno) y 1807,72 mg/l (residuos del matadero), respectivamente; pero es inferior al obtenido por Nieves (2019, pp. 53) que fue de 6335.01 mg/l.

Lo que se debió como manifiesta Nieves (2019, pp. 22) a que la influencia de la fórmula química del alimento es lo que afecta directamente en el estiércol de pollo (pollinaza). Este nutriente de pollinaza es de especial importancia ya que: es un activador de procesos como la conservación de agua en las plantas y la presión de la turgencia de las células y regula la temperatura de los vegetales, Taipicaña (2015, pp.30).

Por otro lado, se obtuvo un pH de 4,70, ligeramente ácido, valor que al ser el bioabono diluido en agua para la aplicación foliar fue corregido, ya que el valor óptimo es el neutro, el valor antes mencionado, tuvo este resultado ya que al momento que se envió el biofertilizante al laboratorio, el producto entro en una etapa acidogénica, así como también al origen del sustrato, al ser la gallinaza un desecho que fluctúa en una escala ligeramente ácida, valor similar al reportado Alvarado (2017, pp.38). Finalmente, se obtuvo un total de 332,06 mg/l de nitrógeno total, valor inferior al reportado por Nieves (2019, pp. 53) y Peñañiel y Ticona (2015, pp.89) con 500 y 400 mg/l en su orden.

En cuanto al contenido microbiológico del biofertilizante, Chungata (2014, pp.32), señala que, los microorganismos presentes en el biol, intervienen sobre el contenido nutricional del mismo, con respecto al Nitrógeno, Fosforo, Calcio y Magnesio; ya que, algunos hongos son capaces de recuperar el Nitrógeno, Fosforo y otros micronutrientes que no pueden ser asimilados, lo vuelven asimilables por las plantas para una mejor energía e intercambio.

En esta investigación, se reporta la presencia tanto de mohos como levaduras, en un total de <10 UFC/ml tanto para ambos casos, valor que es superado ampliamente por el reportado por Villacís et al. (2016, pp.17), quienes citan valores promedios de que van entre 20000 y 30000 UFC/ml. Dicha diferencia podría deberse no solo al origen los ingredientes del biol de este estudio, sino también, al proceso de elaboración del mismo; ya que los autores antes mencionados inocularon diferentes dosis de microorganismos benéficos para enriquecer la preparación.

Al respecto, Peñafiel y Ticona (2015, pp.91), manifiestan que el biol es un producto estable biológicamente, rico en humus y una baja carga de patógenos, sin embargo, se caracteriza por tener una buena actividad biológica, desarrollo de fermentos nitrosos y nítricos, microflora, hongos y levaduras que son un excelente complemento a suelos improductivos o desgastados.

Así mismo, Chungata (2014, pp.35), señala que a una mayor la población de UFC de Microorganismos benéficos en el biol, influyen favorablemente los efectos del mismo en la multiplicación de los EMs del suelo y el control biológico de agentes patógenos. Manifiesta además que, un factor determinante para el crecimiento de las UFC en el biol es el pH, estimándose como adecuado un rango 4,0 y 6,5 de pH.

3.4. Análisis de viabilidad económica.

El análisis de viabilidad económica encontramos en la Tabla 4-3 de la producción de forraje verde del *Pennisetum clandestinum*, registró el mayor rédito económico, con el tratamiento T3, con un índice 5,69, lo que significa que, al aplicar el biofertilizante cada 40 días, por cada dólar invertido, se registra una ganancia de 4,69 dólares, valor ligeramente superior al obtenido en el tratamiento testigo, con una ganancia de 3,65 dólares por cada dólar invertido. Seguido de el tratamiento T2, con apenas 2,73 dólares de ganancia por dólar invertido.

Finalmente, el tratamiento T2, es el que registra los ingresos más bajos, al indicar que con este período de fertilización (cada 20 días) por cada dólar invertido se gana tan solo 47 centavos.

Tabla 4-3: Análisis Beneficio – Costo de la producción forrajera del *Pennisetum clandestinum* por efecto de un biofertilizante obtenido en un biodigestor compacto evaluado a 20, 30 y 40 días y un tratamiento testigo.

EGRESOS	T0	T1	T2	T3
Biofertilizante ¹ (\$)	0,00	1,70	1,70	1,70
Materiales de fertilización (\$)	0,00	50,00	50,00	50,00
Riego (\$)	25,00	25,00	25,00	25,00
Mano de Obra ² (\$)	50,00	239,00	156,00	117,00
Transporte (\$)	30,00	30,00	30,00	30,00
TOTAL, DE EGRESOS	105,00	345,70	262,70	223,70
Producción de forraje (t/ha)	19,52	20,27	39,24	50,93
Costo del forraje (\$)	25,00	25,00	25,00	25,00
TOTAL, DE INGRESOS	488,06	506,81	981,06	1273,31
BENEFICIO/COSTO	4,65	1,47	3,73	5,69

1: Costo del litro de biofertilizante

2: Costo de la hora de trabajo al 2021 \$1,66/h, Jornal 8 horas/día; T1(18 aplicaciones/año), T2 (12 aplicaciones/año), T3 (9 aplicaciones/año)

Realizado por: Ortiz Luis, 2022

CONCLUSIONES

La variable altura presentó diferencias estadísticas entre los tratamientos, siendo el testigo el que registró el valor más bajo con 16,60 cm, seguido de los tratamientos T1 y T2 con 24,40 cm cada uno y finalmente, fue el T3 (40 días) el que registró la mayor altura con 32,40 cm, lo que se debe al efecto positivo del biodigestor sobre el desarrollo y crecimiento de la planta.

En cuanto a la producción de forraje, los tratamientos no difirieron estadísticamente entre sí, sin embargo, numéricamente, existió una diferencia de 40,88 t/ha entre los valores extremos, En dónde, registró apenas 26,03 t/ha con respecto a las 66,91 t/ha obtenidas en el T3 (40 días). Pese a la no inferencia estadística entre los tratamientos, la contundente diferencia numérica antes indicada, permitiría concluir que el uso del bioabono, si mejoró notablemente la producción de forraje verde. Un comportamiento similar se registró con la variable producción de materia seca.

Con respecto al análisis bromatológico del kikuyo, en cuanto al parámetro materia seca, la separación de medias permitió determinar que los porcentajes del T3, T2 y testigo fueron iguales estadísticamente entre si, superando al tratamiento T1 (20 días). Por lo expuesto, numéricamente, se puede considerar que, de acuerdo este parámetro, el momento óptimo del efecto del biofertilizante en estudio es entre los 30 y 40 días.

Por otro lado, en cuanto al contenido nutricional de proteína cruda, cenizas, fibra cruda y grasa cruda, no presentaron diferencias estadísticas entre sí, sin embargo, el mejor resultado desde el punto de vista numérico, lo obtuvo el T3 (40 días) para todas los parámetros antes mencionados.

En cuanto al contenido químico del bioabono, este presentó valores acordes a los establecidos en investigaciones de similar característica, la principal diferencia entre ellas, radica en el tipo de materia prima utilizada para la obtención del producto. Así mismo, el bioabono se caracterizó por la presencia de hongos y levaduras, microbiota considerada como benéfica necesaria para obtener los efectos en la multiplicación de los EMs del suelo y el control biológico de agentes patógenos.

El análisis beneficio/costo de la producción de forraje verde del *Pennisetum clandestinum*, registró el mayor rédito económico, con el tratamiento T3 lo que significa que, al aplicar el biofertilizante cada 40 días, por cada dólar invertido, se registra una ganancia de 4,69 dólares, valor ligeramente superior al obtenido en el tratamiento testigo, con una ganancia de 3,65 dólares por cada dólar

invertido. Finalmente, el peor tratamiento desde el punto de vista económico fue el T2, con una ganancia de 47 centavos por cada dólar invertido.

RECOMENDACIONES

Aplicar el biofertilizante en una parcela de kikuyo cada corte a los 40 días, ya que se determinó la influencia numérica positiva sobre las variables altura, producción de materia verde y seca, así también sobre el contenido nutricional de esta especie en cuanto al contenido de materia seca. Esto a pesar de no registrar respaldo estadístico, únicamente apoyados en la concluyente evidencia numérica entre los tratamientos evaluados.

Realizar futuras investigaciones que replique este estudio, empleando diferentes modelos estadísticos que permitan analizar e interpretar de manera más específica el comportamiento productivo del por efecto del biofertilizante obtenido de un biodigestor compacto.

Recomendar y difundir el uso de un biodigestor compacto no solo para la obtención de bioabono, sino más bien, aprovechar en la finca el biogas, producto principal de dicho biodigestor, a partir de la utilización eficiente de los subproductos de la granja, pudiendo incluso utilizarse productos de desecho humano.

Estudiar la calidad de distintos bioabonos así como su efecto en la producción forrajera, obtenidos del biodigestor compacto utilizando diferentes tipos de materia prima, para determinar las principales diferencias entre éstos.

BIBLIOGRAFÍA

ALVARADO, Susan. *ELABORACIÓN DE BIOL A PARTIR DE GALLINAZA Y ESTIÉRCOL DE GANADO VACUNO* [en línea]. Tingo - Perú: UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA, 2009 [Consulta: 30 marzo 2022]. Disponible en: https://web2.unas.edu.pe/sites/default/files/web/archivos/actividades_academicas/PPP-FINALISIMO-CORREGIDO.pdf.

ARCE, Jorge. *Diseño de un Biodigestor para generar biogás y abono a partir de desechos orgánicos de animales aplicable en las zonas agrarias del litoral* [en línea]. Guayaquil - Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana, 2011. [Consulta: 15 marzo 2022]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/1593>.

ARRIETA, Winston. *Diseño de un biodigestor doméstico para el aprovechamiento energético del estiércol de ganado* [en línea]. Piura - Perú: Universidad de Piura 2016 . [Consulta: 15 marzo 2022]. Disponible en: <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/2575>.

BARROS, Thiago y TEIXEIRA, Buente. PROJETO E IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA BIODIGESTOR PARA FORNECIMENTO ALTERNATIVO DE GÁS E ENERGIA NAS COMUNIDADES DA REGIÃO AMAZÔNICA-AM. *Revista Engenho*, vol. 11. 2019.

CHUNGATA, Luis. *Determinar la compatibilidad y el tiempo de sobrevivencia en cuatro microorganismos benéficos de uso agrícola: Trichoderma harzianum, Metarhizium anisopliae* [en línea]. Ambato - Ecuador: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, 2014. [Consulta: 30 marzo 2022]. Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/7876>.

CORREA, HJ, PABÓN, ML y CARULLA, JE. *Valor nutricional del pasto kikuyo (Pennisetum clandestinum Hoechst Ex Chiov.) para la producción de leche en Colombia (Una revisión): I- Composición.* *Livestock Research for Rural Development*, [en línea], vol. 20, no. 4, pp. 59, 2008. [Consulta: 15 marzo 2022]. Disponible en: <https://lrrd.cipav.org.co/lrrd20/4/corra20059.htm>.

FINCK, Arnold, *Fertilizantes y fertilización: Fundamentos y métodos para la fertilización de cultivos* [en línea]. 2. Barcelona, Bogotá, Buenos Aires, México: Editorial Reverté, 2021. [Consulta: 14 marzo 2022]. ISBN 978-84-291-1010-4. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=2VApEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=fertilización+&ots=AwTfJCoUYB&sig=0xghnWtk93xPCpLosS4tH6Vk6gg&redir_esc=y#v=onepage&q=fertilización&f=false.

FLORES-FÉLIX, José David, MENÉNDEZ, Esther, RIVAS, Raúl y ENCARNACIÓN VELÁZQUEZ, Ma. Future Perspective in Organic Farming Fertilization: Management and Product. *Organic Farming: Global Perspectives and Methods*, pp. 269-315. DOI 10.1016/B978-0-12-813272-2.00010-0, 2019.

GRAGEDA, Oscar, DÍAZ, Arturo, PEÑA, Juan y VERA, José. Impacto de los biofertilizantes en la agricultura. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* [en línea], vol. 3, no. 6, 2012 [Consulta: 14 marzo 2022]. ISSN 2007-0934. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v3n6/v3n6a15.pdf>.

GUAÑA, Luis. *Producción del kikuyo ((Pennisetum clandestinum Hochst) con dos aluras de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (Trifolium repens L).* [en línea]. Quito - Ecuador: Universidad Central del Ecuador, 2014 [Consulta: 15 marzo 2022]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/2485>.

HOMEBIOGAS LD, [sin fecha]. Ficha Técnica del Biodigestor HomeBiogas 2.0. [en línea]. [Consulta: 15 marzo 2022]. Disponible en: <https://www.revolucionambiental.mx/higienepersonal/Biodigestor-HomeBiogas-2-0-p114300762>.

INEC, 2021. *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2020.* [en línea]. Quito: [Consulta: 13 marzo 2022]. Disponible en: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2020/Presentacion ESPAC 2020.pdf.

JIMÉNEZ, Alejandra. *Evaluación del Efecto de tres Abonos Líquidos Foliare Orgánicos, Enriquecidos con Microelementos en la Producción Primaria Forrajeras de Diferentes Especies de Pastos Promisorios e Introducidos* [en línea]. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo ESPOCH, 2012 [Consulta: 15 marzo 2022]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/1403>.

JONES, Waler y USLENGHI, José. *DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE UN BIODIGESTOR* [en línea]. Uruguay: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL. [Consulta: 15 marzo 2022]. Disponible en: <https://ria.ut.edu.ar/bitstream/handle/20.500.12272/4510/PFC1209A - Jones Uslenghi.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, 2012.

LEÓN, Ramiro, BONIFAZ, Nancy y GUTIÉRREZ, Francisco, *Pastos y forrajes del Ecuador: Siembra y producción de pasturas* [en línea]. 1°. Quito - Ecuador: Editorial Universitaria Abya-Yala, 2018. [Consulta: 15 marzo 2022]. ISBN 978-9978-10-318-0. Disponible en:

<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19019>.

LICTO, GADP. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Parroquia Licto. . S.l, 2014.

MARTINEZ, Rubén. *Evaluación de cuatro niveles de fertilización foliar 0, 75; 1, 5; 2, 25; y 3, 0 l/ha (40% proteína de pescado) en el valor nutricional del kikuyo (Pennisetum [en línea]. S.l.: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCH, 2014 [Consulta: 28 enero 2022]. Disponible en: <http://190.15.129.74/bitstream/123456789/25/1/113> EVALUACION DE CUATRO NIVELES DE FERTILIZACION FOLIAR Y 3 OLHA CARCHI - MARTINEZ CHUGA%2C RUBÈN.pdf.*

MEJÍA, F. YOPLAC, I., BERNAL, W., INVESTIGACIONES, W. Castro-Revista de y 2019, Undefined. *Evaluación de modelos de predicción de composición química y energía bruta de kikuyo (Pennisetum clandestinum) usando espectroscopía en infrarrojo. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú [en línea], vol. 30, no. 3, 2019 [Consulta: 18 marzo 2022]. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172019000300009&script=sci_arttext.*

MENA, Aída. *Fertilización química y orgánica en la producción depasto Kikuyo (Pennisetum clandestinum) en el sector salache cantón Latacunga. Quevedo [en línea]. Quevedo: Universidad técnica estatal de Quevedo, 2013. [Consulta: 29 enero 2022]. Disponible en: <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/497>.*

MUÑOZ, Eloy. *BIODIGESTORES: Alternativa energética y fertilización ecológica como tecnología vigente. Ciencias Agrícolas [en línea], vol. 1, pp. 88-91. Disponible en: <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/SIEMBRA/article/download/3472/4223/17527>, 2014.*

NIEVES, Fernando. *Evaluación de las concentraciones de Nitrógeno, Fósforo y Potasio del Biol y Biosol obtenidos a partir de Pollinaza en un Biodigestor de Geomembrana de [en línea]. S.l.: Universidad Nacional de Trujillo, 2019. [Consulta: 28 marzo 2022]. Disponible en: <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/11595>.*

PEÑAFIEL, Wilfredo y TICONA, Delia. *ELEMENTOS NUTRICIONALES EN LA PRODUCCIÓN DE FERTILIZANTE BIOL CON DIFERENTES TIPOS DE INSUMOS Y CANTIDADES DE CONTENIDO RUMINAL DE BOVINO-MATADERO MUNICIPAL DE LA PAZ Nutritional elements in the production of biol fertilizer obtained with different types. Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales, vol. 2, no. 1, pp. 1-118, 2015.*

REYES, Gabriel y HERNÁNDEZ, Teresa. *Efecto de la aplicación de gallinaza sobre las propiedades edáficas y la producción de maíz en suelos de temporal del Valle de Toluca.* *CIENCIA ergo-sum*, ISSN 1405-0269, Vol. 2, N^o. 1, 1995, págs. 109-113 [en línea], vol. 2, no. 1, pp. 109-113. [Consulta: 29 enero 2022]. ISSN 1405-0269, 1995. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5128793&info=resumen&idioma=SPA>.

ROSETO, Roberto. *Manejo agroecológico del Pennisetum clandestinum (Kikuyo) con varios niveles de abono orgánico comercial más una bases de fertilizante enraizador en suelos* [en línea]. S.l.: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2016a. [Consulta: 28 enero 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/5354>.

ROSETO, Roberto. *Manejo agroecológico del Pennisetum clandestinum (Kikuyo) con varios niveles de abono orgánico comercial más una bases de fertilizante enraizador en suelos volcánicos, 2016b.* [en línea]. Riobamba - Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. [Consulta: 15 marzo 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/5354>.

RUIZ, Bill. *Diseño de un biodigestor para generación de energía a partir del estiércol de ganado vacuno para una vivienda rural en el CC.PP. Las Canteras del distrito de Pátapo – Chiclayo – Lambayeque* [en línea]. Lambayeque - Perú: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. 2020. [Consulta: 15 marzo 2022]. Disponible en: <https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/2498>.

SALAZAR, Alba. *Determinación del cambio de la distribución altitudinal del Kikuyo (pennisetum clandestinum l), como posible indicador biológico del cambio climático.* [en línea]. Quito - Ecuador: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR, 2016. [Consulta: 15 marzo 2022]. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/11386>.

TAIPICANA, Deysi. *Obtención de biol a partir de desechos orgánicos generados por el ganado bovino del Camal Municipal del Cantón Latacunga* [en línea]. Latacunga - Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2015. [Consulta: 15 marzo 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4869>.

VILLACÍS, Luis, CHUNGATA, Luis, POMBOZA, Pablo y LEÓN, Olger. *Compatibilidad y tiempo de sobrevivencia de cuatro microorganismos benéficos de uso agrícola en biol.* *Journal of the Selva Andina Biosphere* [en línea], vol. 4, no. 1, 2016. [Consulta: 30 marzo 2022]. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2308-38592016000100004&script=sci_arttext.

YUGLA, Jorge. *Propuesta para la elaboración de Biol mediante fermentación a partir de*

Residuos Orgánicos generados por el Faenamiento de Bovinos [en línea]. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo, 2021. [Consulta: 15 marzo 2022]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/8626>.

ZUÑIGA, Abner. *ANÁLISIS PROSPECTIVO DE UNA LÍNEA PRODUCTIVA CON FERTILIZANTES GRANULADOS PARA LA EMPRESA SOLVESA ECUADOR* [en línea]. Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana, 2015. [Consulta: 14 marzo 2022]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/9194/1/UPS-GT000884.pdf>.



Firmado electrónicamente por:

**CRISTHIAN
FERNANDO
CASTILLO RUIZ**

ANEXOS.

Anexo A. Evaluación de la producción de forraje verde del *Pennisetum clandestinum* por efecto de un biofertilizante obtenido en un biodigestor compacto evaluado a 20, 30 y 40 días y un tratamiento testigo.

1. Resultados Experimentales

Tratamientos	Repeticiones			Suma	Media
	I	II	III		
0	6,75	27,76	43,58	78,09	19,52
1	30,98	29,86	19,25	81,09	20,27
2	44,39	63,97	46,61	156,97	39,24
3	52,09	55,7	92,94	203,73	50,93

CV= 39,99

Realizado por: Ortiz, L. 2022

2. Análisis de Varianza

F. V	S.C	g. l	CM	F	p-valor
Tratamientos	3600,84	3	1200,28	5,05	0,0442
Error	1424,89	6	237,48		
Total	5620,11	11			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

3. Separación de medias según Tukey.

Tratamientos	Medias	n	E. E
40 días	66,91	3	8,90
30 días	51,66	3	8,90
20 días	26,70	3	8,90
testigo	26,03	3	8,90

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo B. Evaluación de la producción de materia seca del *Pennisetum clandestinum* por efecto de un biofertilizante obtenido en un biodigestor compacto evaluado a 20, 30 y 40 días y un tratamiento testigo.

1. Resultados Experimentales

Tratamientos	Repeticiones			Suma	Media
	I	II	III		
0	1,33	1,29	1,1	3,72	0,93
1	1,1	1,48	1,31	4,89	1,22
2	1,6	1,99	0,79	6,38	1,60
3	1,78	2,3	1,6	8,68	2,17
CV= 19,2					
Realizado por: Ortiz, L. 2022					

2. Análisis de Varianza

F. V	S.C	g. l	CM	F	p-valor
Tratamientos	0,64	2	0,32	4,04	0,0773
Error	0,48	6	0,08		
Total	1,90	11			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

3. Separación de medias según Tukey

Tratamientos	Medias	n	E. E
40 días	1,89	3	0,16
30 días	1,46	3	0,16
20 días	1,30	3	0,16
testigo	1,24	3	0,16

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo C. Evaluación de la altura del *Pennisetum clandestinum* por efecto de un biofertilizante obtenido en un biodigestor compacto evaluado a 20, 30 y 40 días y un tratamiento testigo.

1. Resultados Experimentales

Tratamientos	Repeticiones				
	I	II	III	Suma	Media
0	17,2	17,2	15,4	49,8	12,45
1	25,2	23	25	74,2	18,55
2	25,2	23	25	75,2	18,80
3	33,4	28,8	35	100,2	25,05

CV= 6,71

Realizado por: Ortiz, L. 2022

2. Análisis de Varianza

F. V	S.C	g. l	CM	F	p-valor
Tratamientos	374,49	3	124,83	46,41	0,0002
Error	16,14	6	2,69		
Total	403,29	11			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

3. Separación de medias según Tukey

Tratamientos	Medias	n	E. E
40 días	32,40	3	0,95
30 días	24,40	3	0,95
20 días	24,40	3	0,95
testigo	16,60	3	0,95

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo D. Evaluación bromatológica del contenido de materia seca del Pennisetum clandestinum por efecto de un biofertilizante obtenido en un biodigestor compacto evaluado a 20, 30 y 40 días y un tratamiento testigo.

1. Resultados Experimentales

Tratamientos	Repeticiones				
	I	II	III	Suma	Media
0	94,34	95,47	95,18	284,99	71,25
1	93,29	93,11	94,4	281,8	70,45
2	95,6	95,2	95,13	287,93	71,98
3	95,32	95,42	95,44	289,18	72,30

CV= 0,521

Realizado por: Ortiz, L. 2022

2. Análisis de Varianza

F. V	S.C	g. l	CM	F	p-valor
Tratamientos	6,26	3	2,09	8,48	0,0141
Error	1,48	6	0,25		
Total	8,07	11			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

3. Separación de medias según Tukey

Tratamientos	Medias	n	E. E
40 días	95,39	3	0,29
30 días	95,31	3	0,29
testigo	95,00	3	0,29
20 días	93,60	3	0,29

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo E. Evaluación bromatológica del contenido de proteína cruda del *Pennisetum clandestinum* por efecto de un biofertilizante obtenido en un biodigestor compacto evaluado a 20, 30 y 40 días y un tratamiento testigo.

1. Resultados Experimentales

Tratamientos	Repeticiones				
	I	II	III	Suma	Media
0	17,39	16,61	18,17	52,17	13,04
1	18,17	18,01	17,93	55,11	13,78
2	16,7	18,95	18,83	56,48	14,12
3	18,23	18,25	19,27	58,75	14,69

CV= 4,17

Realizado por: Ortiz, L. 2022

2. Análisis de Varianza

F. V	S.C	g. l	CM	F	p-valor
Tratamientos	2,20	3	0,73	1,29	0,3591
Error	3,39	6	0,57		
Total	7,36	11			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

3. Separación de medias según Tukey

Tratamientos	Medias	n	E. E
40 días	18,58	3	0,43
30 días	18,16	3	0,43
20 días	18,04	3	0,43
testigo	17,39	3	0,43

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo F. Evaluación bromatológica del contenido de cenizas del *Pennisetum clandestinum* por efecto de un biofertilizante obtenido en un biodigestor compacto evaluado a 20, 30 y 40 días y un tratamiento testigo.

1. Resultados Experimentales

Tratamientos	Repeticiones				
	I	II	III	Suma	Media
0	12,21	12,1	11,26	35,57	8,89
1	13,06	12,97	12,87	39,9	9,98
2	12,16	13,45	13,41	41,02	10,26
3	11,2	12,73	13,71	40,64	10,16

CV= 6,23

Realizado por: Ortiz, L. 2022

2. Análisis de Varianza

F. V	S.C	g. l	CM	F	p-valor
Tratamientos	2,57	3	0,86	1,39	0,3337
Error	3,69	6	0,62		
Total	7,40	11			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

3. Separación de medias según Tukey

Tratamientos	Medias	n	E. E
30 días	13,01	3	0,45
20 días	12,97	3	0,45
40 días	12,55	3	0,45
testigo	11,86	3	0,45

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo G. Evaluación bromatológica del contenido de fibra cruda del *Pennisetum clandestinum* por efecto de un biofertilizante obtenido en un biodigestor compacto evaluado a 20, 30 y 40 días y un tratamiento testigo.

1. Resultados Experimentales

Tratamientos	Repeticiones				Suma	Media
	I	II	III			
0	25,98	26,18	26,08		78,24	19,56
1	26,35	26,29	26,43		80,07	20,02
2	26,23	26,05	26,02		80,3	20,08
3	26,12	26,72	26,64		82,48	20,62

CV= 0,73

Realizado por: Ortiz, L. 2022

2. Análisis de Varianza

F. V	S.C	g. l	CM	F	p-valor
Tratamientos	0,37	3	0,12	3,30	0,0994
Error	0,22	6	0,04		
Total	0,63	11			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

3. Separación de medias según Tukey

Tratamientos	Medias	n	E. E
40 días	26,49	3	0,11
20 días	26,36	3	0,11
30 días	26,10	3	0,11
testigo	26,08	3	0,11

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo H. Evaluación bromatológica del contenido de grasa cruda del *Pennisetum clandestinum* por efecto de un biofertilizante obtenido en un biodigestor compacto evaluado a 20, 30 y 40 días y un tratamiento testigo.

1. Resultados Experimentales.

Tratamientos	Repeticiones				
	I	II	III	Suma	Media
0	1,99	1,82	1,86	5,67	1,42
1	2,14	2,18	2,15	7,47	1,87
2	1,84	2,19	2,17	8,2	2,05
3	1,81	2,06	2,29	9,16	2,29

CV= 7,67

Realizado por: Ortiz, L. 2022

2. Análisis de Varianza.

F. V	S.C	g. l	CM	F	p-valor
Tratamientos	0,11	3	0,04	1,51	0,3051
Error	0,15	6	0,02		
Total	0,32	11			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

3. Separación de medias según Tukey

Tratamientos	Medias	n	E. E
20 días	2,16	3	0,09
30 días	2,07	3	0,09
40 días	2,05	3	0,09
testigo	1,89	3	0,09

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Anexo I. Evaluación bromatológica del contenido de extracto libre no nitrogenado del *Pennisetum clandestinum* por efecto de un biofertilizante obtenido en un biodigestor compacto evaluado a 20, 30 y 40 días y un tratamiento testigo.

1. Resultados Experimentales

Tratamientos	Repeticiones				Media
	I	II	III	Suma	
0	36,76	38,76	37,81	113,33	28,33
1	33,56	35,7	33,88	104,14	26,04
2	32,85	34,56	36,47	105,88	26,47
3	35,83	34,49	33,53	106,85	26,71

CV= 3,89

Realizado por: Ortiz, L. 2022

2. Análisis de Varianza

F. V	S.C	g. l	CM	F	p-valor
Tratamientos	23,67	3	7,89	4,18	0,0644
Error	11,32	6	1,89		
Total	37,57	11			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

3. Separación de medias según Tukey

Tratamientos	Medias	n	E. E
testigo	37,78	3	0,79
30 días	34,63	3	0,79
40 días	34,62	3	0,79
20 días	34,38	3	0,79

Media s con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo J. Modelo de exámenes bromatológicos a las muestras de forraje.



LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO

INFORME DE ENSAYO

LTC-AL-008-2021

MATRIZ: ALIMENTOS

Empresa

INVENTAGRI.

Atención

Luis Fernando Ortiz Vallejo

Dirección

Km 12 vía Licto

Teléfono

032998200

Tipo de muestra

Balanceado

Código de la empresa

T3R3

Punto de muestreo

Estación Experimental Tunshi - ESPOCH

Oferta N° 03

Fecha de muestreo

2022/01/12

Fecha de Ensayo

2022/01/12 - 2022/01/18

Fecha de Emisión

2022/01/18

Condiciones ambientales

Tmin: 15 °C T max: 25 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS

PARÁMETRO	MÉTODO DE ANÁLISIS	UNIDAD	RESULTADO
Humedad	Gravimetría	g/100g	4,56
Materia Seca	Gravimetría	g/100g	95,44
Proteína Cruda	Kjeldahl	g/100g	19,27
Cenizas	Gravimetría	g/100g	13,71
Fibra Cruda	Gravimetría	g/100g	26,64
Grasa cruda	Gravimetría	g/100g	2,29
Extracto Libre no Nitrogenado	Cálculo	g/100g	33,53

OBSERVACIONES:

- Los resultados del presente informe corresponden únicamente a la muestra analizada (base seca).
- Se prohíbe la reproducción total o parcial sin autorización del laboratorio.
- TOX-CHEM Libera su responsabilidad por la información proporcionada por el cliente y el uso que se le dará a los resultados.

Documento aprobado por:



Firmado digitalmente por:
EDWIN FERNANDO
BASANTES BASANTES

BQ. Edwin F. Basantes B, MSc.

DIRECTOR

Av. 21 de Abril y Otto Arosemena. RIOBAMBA-ECUADOR
toxchemgroup@gmail.com
0998341037

Anexo K. Análisis químico del biofertilizante.



INFORME DE RESULTADOS

INF. LASA-28-03-22-1245
ORDEN DE TRABAJO No. 22-1218

INFORMACIÓN DEL CLIENTE		
SOLICITADO POR: LUIS FERNANDO ORTIZ VALLEJO		DIRECCIÓN: AV. MILTON REYES Y 11 DE NOVIEMBRE
TELÉFONO/FAX: 32398493	TIPO DE MUESTRA: ESPECIAL	PROCEDENCIA: PLANTA
IDENTIFICACIÓN: BIOFERTILIZANTE		CODIGO INICIAL: M1 - F.E: 09-03-2022 F.V: 09-09-2022
<i>Información suministrada por el cliente</i>		
INFORMACIÓN DEL LABORATORIO		
MUESTREO POR: SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: -	INGRESO AL LABORATORIO: 17/03/2022
FECHA DE ANÁLISIS: 17-28/03/2022	FECHA DE ENTREGA: 28/03/2022	NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)
CÓDIGO DE MUESTRA: 22-3436	REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO	

ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	FOSFORO TOTAL	mg/l P	108.00	± 29%	^a PEE.LASA.FQ.09c APHA 4500-P B y E *
2	NTK	mg/l	332.06	-	^b PEE.LASA.FQ.06 APHA 4500 Norg C *
3	pH	Unidades de pH	4,70	-	^b PEE.LASA.FQ.03 4500 H+ B *
4	POTASIO	mg/l	2332.71	-	^b Absorción Atómica – Llama *

Los ensayos marcados con * NO están incluidos en el alcance de acreditación del SAE
Los ensayos marcados con (b) NO están incluidos en el alcance de acreditación de A2LA.
Los ensayos marcados con (a) ESTÁN incluidos en el alcance de acreditación de A2LA.

QUÍM. PABLO SAAVEDRA
JEFE DE DEPARTAMENTO

Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio.
LASA se responsabiliza exclusivamente del resultado correspondiente a los ensayos en la muestra recibida en el laboratorio, por el contrario no se responsabiliza de la información proporcionada por el cliente asociada a la muestra así como sus datos descriptivos.
Los criterios de conformidad serán emitidos solamente si el cliente lo solicita por escrito.
El laboratorio se compromete con la Imparcialidad y Confidencialidad de la información y los resultados (la aceptación de este informe implica la aceptación de la política relativa al tema y declarada en www.laboratoriolasa.com)

Pág. 1 de 1

Anexo L. Análisis microbiológico del biofertilizante.



INFORME DE RESULTADOS

INF.LASA 28/03/2022- 2129
ORDEN DE TRABAJO N° 22-1218

DATOS DEL CLIENTE	
SOLICITANTE: LUIS FERNANDO ORTIZ VALLEJO	DIRECCIÓN: AV. MILTON REYES Y 11 DE NOVIEMBRE
TELÉFONO: 32398493	TIPO DE MUESTRA: ESPECIAL

INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE	
IDENTIFICACIÓN: BIOFERTILIZANTE F.E: 09-03-2022 F.V: 09-09-2022	PROCEDECENCIA: PLANTA□□□

DATOS DEL LABORATORIO		
MUESTREO POR: SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: -	NÚMERO DE MUESTRAS: UNA (1)
FECHA DE RECEPCIÓN: 17/03/2022	FECHA DE ANÁLISIS: 17 AL 28/03/2022	FECHA DE ENTREGA: 28/03/2022
CÓD. MUESTRA: 22-3436	REALIZACIÓN DEL ENSAYO: LABORATORIO	

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE %U (K=2)	MÉTODOS DE ENSAYO
MOHOS	UPC/ml	<10	N.A	PEE.LASA.MB.04; RECuento EN PLACA VERTIDA
LEVADURAS	UFC/ml	<10	N.A	PEE.LASA.MB.04; RECuento EN PLACA VERTIDA

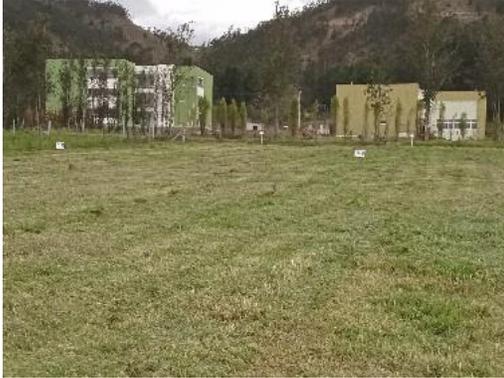
<10: Ausencia de microorganismos
N.A: No aplica

(x) Mcb. David Bonifaz
JEFE DE DEPARTAMENTO

Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio
LASA se responsabiliza exclusivamente del resultado correspondiente a los ensayos en la muestra recibida en el laboratorio
, por el contrario no se responsabiliza de la información proporcionada por el cliente asociada a la muestra así como sus datos descriptivos.
El laboratorio se compromete con la imparcialidad y confidencialidad de la información y los resultados
(La aceptación de este informe implica la aceptación de la política relativa al tema y declarada en www.laboratoriolasa.com.
Los criterios de conformidad serán emitidos solamente si el cliente lo solicita por escrito

Página 1 de 1

Anexo M. Registro fotográfico.



CORTE DE IGUALACIÓN Y DELIMITACION DE PARCELAS.



APLICACION DEL BIOFERTILIZANTE.



PREPARACION DEL BIOFERTILIZANTE.



MEDICIONES EXPERIMENTALES.



epoch

**Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje**

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL**

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 24/ 06 / 2022

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Luis Fernando Ortiz Vallejo
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias Pecuarias
Carrera: Zootecnia
Título a optar: Ingeniero Zootecnista
f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz



Firmado electrónicamente por:

**CRISTHIAN
FERNANDO
CASTILLO RUIZ**

1143-DBRA-UTP-2022