



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA ZOOTECNIA

**“VALORACIÓN PRODUCTIVA DE UN BIOL Y SU EFECTO EN
LA FERTILIZACIÓN DE LA *Medicago sativa* (ALFALFA
NACIONAL) EN LA HACIENDA PACAHUAN”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

AUTOR:

WILMAN ISAAC LEMA JARAMILLO

Riobamba – Ecuador

2023



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA ZOOTECNIA

**“VALORACIÓN PRODUCTIVA DE UN BIOL Y SU EFECTO EN
LA FERTILIZACIÓN DE LA *Medicago sativa* (ALFALFA
NACIONAL) EN LA HACIENDA PACAHUAN”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

AUTOR: WILMAN ISAAC LEMA JARAMILLO

DIRECTOR: Ing. SANTIAGO FAHUREGUY JIMÉNEZ YÁNEZ, M.Sc.

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, Wilman Isaac Lema Jaramillo

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

Yo, Wilman Isaac Lema Jaramillo, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

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

Riobamba, 11 de abril de 2023

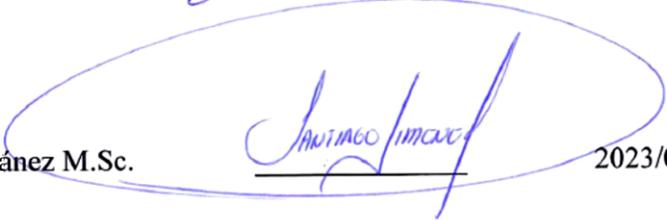


Wilman Isaac Lema Jaramillo

160071074-1

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA ZOOTECNIA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Trabajo Experimental, “**VALORACIÓN PRODUCTIVA DE UN BIOL Y SU EFECTO EN LA FERTILIZACIÓN DE LA *Medicago sativa* (ALFALFA NACIONAL) EN LA HACIENDA PACAHUAN**”, realizado por el señor: **WILMAN ISAAC LEMA JARAMILLO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Dr. Luis Rafael Fiallos Ortega Ph.D. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2023/04/11
Ing. Santiago Fahureguy Jiménez Yáñez M.Sc. DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023/04/11
Ing. Hermenegildo Diaz Berrones M. Sc. ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-04-11

DEDICATORIA

A Dios que ha sido mi guía y fortaleza en los momentos difíciles, a mis padres Germán Lema y Cecilia Jaramillo por el apoyo del día a día que me han otorgado en el transcurso de mi vida académica, por ser un pilar fundamental para cumplir todas mis metas con sus consejos, amor y compañía para poder llegar a ser un profesional. A mis hermanos Joel, Israel y Megan, por su amor y cariño que hemos compartido durante toda nuestra infancia y adolescencia, a mi familia y amigos por todos los conocimientos, valores y respeto que me han enseñado y verlo reflejado en el sueño de ser Ingeniero Zootecnista.

Wilman

AGRADECIMIENTO

Mis más sinceros agradecimientos a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por otorgarme la oportunidad de obtener un título universitario, a mis padres por el apoyo incondicional en mi vida estudiantil y por ser un ejemplo para seguir, al Ing. Vicente Oviedo por su apoyo en la etapa de la realización de mi trabajo de Integración curricular, al Ing. Santiago Jiménez director y al Ing. Hermenegildo Diaz asesor de la presente investigación, por sus aportes de sus conocimientos técnicos. De igual manera al Ing. Edwin Andino por su amistad, consejos y motivación. A mi familia y a amigos que compartieron momentos inolvidables en mi vida universitaria.

Wilman

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	3
1.1. Agricultura Orgánica.....	3
1.1.1. <i>Generalidades.....</i>	3
1.1.2. <i>Concepto.....</i>	4
1.2. Abonos orgánicos.....	5
1.2.1. <i>Utilización de los abonos orgánicos.....</i>	5
1.2.2. <i>Clasificación de abonos orgánicos.....</i>	5
1.3. La materia orgánica en el suelo.....	6
1.3.1. <i>Influencia sobre las características físicas del suelo.....</i>	6
1.3.2. <i>Influencia sobre las características químicas del suelo.....</i>	6
1.3.3. <i>Influencia sobre las características biológicas del suelo.....</i>	7
1.4. Biol.....	7
1.5. Biodigestores.....	7
1.6. Componentes del biol.....	8
1.7. Elaboración del biol.....	8
1.7.1. <i>Preparado tradicional.....</i>	9
1.7.2. <i>Aplicaciones del biol.....</i>	9
1.7.3. <i>Beneficios del biol.....</i>	10
1.8. Estiércol de bovino.....	10
1.8.1. <i>Aspectos medio ambientales del uso del estiércol.....</i>	11
1.9. Manejo de pasturas.....	12
1.9.1. <i>Importancia.....</i>	12
1.9.2. <i>Fertilización de las pasturas.....</i>	12
1.9.3. <i>Requerimientos nutritivos de los pastos.....</i>	12
1.10. Alfalfa Medicago sativa.....	13

1.10.1.	<i>Origen</i>	13
1.10.2.	<i>Descripción y características</i>	13
1.10.3.	<i>Manejo y fertilización</i>	13
1.10.4.	<i>Producción y calidad forrajera</i>	14
1.10.5.	<i>Valor nutritivo de alfalfa</i>	14

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	16
2.1.	Localización duración del experimento	16
2.2.	Unidades experimentales	16
2.3.	Materiales, equipos e insumos	16
2.3.1.	<i>De campo</i>	16
2.3.2.	<i>Materiales de oficina</i>	17
2.3.3.	<i>Equipos</i>	17
2.3.4.	<i>Insumos</i>	18
2.4.	Tratamiento y diseño experimental	18
2.5.	Mediciones experimentales	19
2.6.	Análisis estadísticos y pruebas de significancia	19
2.6.1.	<i>Esquema del Análisis de Varianza</i>	20
2.7.	Procedimiento experimental	20
2.7.1	<i>Descripción del experimento (en orden de ejecución)</i>	20
2.7.1.1.	<i>Ingredientes del biol</i>	20
2.7.1.2.	<i>Preparación del biol</i>	21
2.7.1.3.	<i>Recolección de la muestra inicial del suelo</i>	21
2.7.1.4.	<i>Prácticas culturales</i>	21
2.7.1.5.	<i>Corte de igualación</i>	21
2.7.1.6.	<i>Muestreo y envío para análisis del biol</i>	22
2.7.1.7.	<i>Aplicación de los tratamientos</i>	22
2.7.1.8.	<i>Evaluación de las variables</i>	22
2.7.1.9.	<i>Recolección de la muestra final de suelo</i>	22
2.8.	Metodología de evaluación	22
2.8.1.	<i>Análisis del suelo inicial y final.</i>	22
2.8.2.	<i>Análisis químico y microbiológico del biol.</i>	23
2.8.3.	<i>Altura de la planta, cm.</i>	23
2.8.4.	<i>Cobertura basal, %.</i>	23
2.8.5.	<i>Cobertura aérea, %.</i>	23

2.8.6.	<i>Producción de forraje verde (t/FV/ha/corte).</i>	23
2.8.7.	<i>Producción de materia seca (t/MS/ha/corte).</i>	23
2.8.8.	<i>Análisis proximal.</i>	24
2.8.9.	<i>Análisis económico.</i>	24

CAPÍTULO III

3.	MARCO Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	25
3.1.	Análisis del suelo antes y después de la aplicación del biol.	25
3.1.1.	<i>El pH</i>	25
3.1.2.	<i>Materia orgánica</i>	26
3.1.3.	<i>Nitrógeno</i>	26
3.1.4.	<i>Fósforo</i>	27
3.1.5.	<i>Potasio</i>	27
3.2.	Composición química y microbiológica del biofertilizante a base de residuos de bovinos (Estiércol).	27
3.2.1.	<i>pH de un biol</i>	27
3.2.2.	<i>Nitrógeno Total</i>	28
3.2.3.	<i>Fósforo</i>	28
3.2.4.	<i>Potasio</i>	28
3.2.5.	<i>Análisis microbiológico del biol.</i>	29
3.3.	Rendimiento de una pradera de alfalfa nacional, utilizando diferentes concentraciones de biofertilizante (0, 2, 4 y 6 l/ha) a tres edades de corte (35, 45 y 55 días)	30
3.3.1.	<i>Evaluación de la producción forrajera de Medicago sativa (Alfalfa Nacional) utilizando diferentes niveles de biol (FACTOR A)</i>	30
3.3.1.1.	<i>Altura a la planta (cm)</i>	30
3.3.1.2.	<i>Cobertura basal (%)</i>	31
3.3.1.3.	<i>Cobertura aérea (%)</i>	31
3.3.1.4.	<i>Producción de forraje verde (t/FV/ha/corte)</i>	31
3.3.1.5.	<i>Producción forraje en materia seca (t/MS/ha/corte)</i>	32
3.3.2.	<i>Evaluación de la producción forrajera de la Medicago sativa (Alfalfa Nacional) a diferentes edades de cortes (FACTOR B).</i>	32
3.3.2.1.	<i>Altura a la planta (cm)</i>	33
3.3.2.2.	<i>Cobertura basal (%)</i>	33
3.3.2.3.	<i>Cobertura aérea (%)</i>	34
3.3.2.4.	<i>Producción de forraje verde (t/FV/ha/corte)</i>	35

3.3.2.5.	<i>Producción de forraje en materia seca (t/MS/ha/corte)</i>	35
3.3.3.	<i>Evaluación de la producción forrajera de la Medicago sativa (Alfalfa Nacional) utilizando diferentes niveles de biol a tres edades de cortes (INTERACCIÓN FACTOR A x B).....</i>	36
3.3.4.	<i>Análisis bromatológico de Medicago sativa (ALFALFA NACIONAL), utilizando diferentes niveles de biol (0, 2, 4 y 6 l/ha) a tres edades de corte 35, 45 y 55 días....</i>	39
3.3.4.1.	<i>Materia Seca (%).....</i>	39
3.3.4.2.	<i>Cenizas.....</i>	40
3.3.4.3.	<i>Fibra</i>	40
3.3.4.4.	<i>Extracto Etéreo.....</i>	40
3.3.4.5.	<i>Proteína</i>	41
3.4.	Rendimiento económico a través del indicador beneficio-costo.....	41
	CONCLUSIONES.....	43
	RECOMENDACIONES.....	44
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Composición del biol.....	8
Tabla 2-1:	Insumos para elaboración de un biol.....	9
Tabla 3-1:	Composición media de estiércoles	11
Tabla 4-1:	Taxonomía de la alfalfa	14
Tabla 1-2:	Condiciones meteorológicas de la parroquia Quimiag.....	16
Tabla 2-2:	Esquema del experimento	19
Tabla 3-2:	Esquema del ADEVA	20
Tabla 4-2:	Ingredientes para la preparación del biol.....	20
Tabla 1-3:	Análisis del suelo antes y después de la aplicación del biol.....	25
Tabla 2-3:	Composición química del biofertilizante a base de estiércol bovino.	27
Tabla 3-3:	Composición microbiológica del biofertilizante a base de estiércol bovino.	29
Tabla 4-3:	Evaluación de la producción forrajera de <i>Medicago sativa</i> (Alfalfa Nacional) utilizando diferentes niveles de biol (FACTOR A).....	30
Tabla 5-3:	Evaluación de la producción forrajera de la <i>Medicago sativa</i> (Alfalfa Nacional) a diferentes edades de cortes (FACTOR B).	33
Tabla 6-3:	Evaluación de la producción forrajera de la <i>Medicago sativa</i> (Alfalfa Nacional) utilizando diferentes niveles de biol a tres edades de cortes (INTERACCIÓN FACTOR A x B).	38
Tabla 7-3:	Análisis bromatológico de <i>Medicago sativa</i> (ALFALFA NACIONAL), utilizando diferentes niveles de biol (0, 2, 4 y 6 l/ha) a tres edades de corte 35, 45 y 55 días.	39
Tabla 8-3:	Rendimiento económico a través del indicador beneficio-costos.....	41

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-3:	Regresión de la altura a la planta (cm) de <i>Medicago sativa</i> (Alfalfa Nacional) a 3 edades de corte.....	34
Ilustración 2-3:	Regresión de la cobertura aérea (%) de <i>Medicago sativa</i> (Alfalfa Nacional) a 3 edades de corte	35
Ilustración 3-3:	Regresión de la Producción de forraje en materia seca (t/MS/ha/corte) de <i>Medicago sativa</i> (Alfalfa Nacional) a 3 edades de corte	37

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LA VARIABLE ALTURA DE LA PLANTA (CM) DE LA *Medicago sativa* (ALFALFA NACIONAL) A 3 EDADES DE CORTE
- ANEXO B:** ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LA VARIABLE COBERTURA BASAL (%) DE LA *Medicago sativa* (ALFALFA NACIONAL) A 3 EDADES DE CORTE
- ANEXO C:** ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LA VARIABLE COBERTURA BASAL (%) DE LA *Medicago sativa* (ALFALFA NACIONAL) A 3 EDADES DE CORTE
- ANEXO D:** RESULTADOS EXPERIMENTALES DE LA VARIABLE PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE (T/FV/HA/CORTE) DE LA *Medicago sativa* (ALFALFA NACIONAL) A 3 EDADES DE CORTE
- ANEXO E:** ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LA VARIABLE PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA (TN/MS/HA/CORTE) DE LA *MEDICAGO SATIVA* (ALFALFA NACIONAL) A 3 EDADES DE CORTE
- ANEXO F:** ANÁLISIS PROXIMAL DE *MEDICAGO SATIVA* (ALFALFA NACIONAL) A 3 EDADES DE CORTE
- ANEXO G:** CERTIFICADO DE LABORATORIO DE NUTRICIÓN ANIMAL Y BROMATOLOGÍA DEL ANÁLISIS PROXIMAL
- ANEXO H:** INFORME DE LABORATORIO DEL ANÁLISIS DE SUELO INICIAL
- ANEXO I:** INFORME DE LABORATORIO DEL ANÁLISIS DE SUELO FINAL
- ANEXO J:** INFORME DEL ANÁLISIS QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DEL BIOL
- ANEXO K:** ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN DE PARCELAS
- ANEXO L:** ARCHIVO FOTOGRÁFICO

RESUMEN

En las instalaciones de la Hacienda “Pacahuan”, perteneciente a la parroquia Quimiag del cantón Riobamba, se evaluó la composición química de un biofertilizante producido en un biodigestor artesanal, y el efecto sobre la fertilización (Factor A: 0, 2, 4 y 6 l/ha) de este biocompuesto sobre la tasa de productividad expresada en forraje verde (FV) y materia seca (MS) de *Medicago sativa*, que fue evaluada luego del corte de igualación a los 35, 45 y 55 días (Factor B) con tres repeticiones y con un total de 36 unidades experimentales, comparados con un tratamiento control, los cuales se distribuyeron en un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) bajo un arreglo bifactorial, dando como resultado el efecto sobre el rendimiento de la pradera donde se obtuvo el mejor resultado utilizando 4 l/ha de biol a los 35 días con una producción de forraje verde de 25.96 (t/FV/Ha/corte) y una producción de materia seca de 3.54 (t/MS/ha/corte), además el análisis proximal reportó los mejores valores de *Medicago sativa* a los 35 días de corte donde se obtuvo un valor de 21.81 % de proteína con una fibra bruta de 26.48% aplicando 6 l/ha de biol a base de estiércol bovino. En la composición química y microbiológica del biol se evidenció un pH: 5.45, NT: <0.3; P2O5: < 0.55 y K2O: <0.33 %, además presentó bacterias como *Bacillus s.p*, *Lactobacillus s.p*, y levaduras *Sacharomyces s.p*. El mejor beneficio costo se obtuvo al aplicar 4 l/ha de biol, presentando una rentabilidad de 1.57 (\$), recomendando reducir el uso de fertilizantes químicos mediante la sustitución biofertilizantes como el biol, de esta manera contribuir con una producción amigable con el medio ambiente.

Palabras clave: <HACIENDA PACAHUAN>, <BIOFERTILIZANTES>, <ALFALFA NACIONAL (MEDICAGO SATIVA)>, <FORRAJE VERDE >, <ESTIÉRCOL BOVINO>, <ANÁLISIS PROXIMAL>, <ZOOTECNIA>, <MICROBIOLÓGICO>.



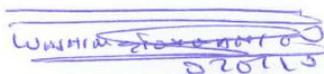
0793-DBRA-UPT-2023

ABSTRACT

In the farm “Pacahuan”, belonging to, Quimiag parish of Riobamba was evaluated the chemical composition of a biofertilizer produced in an artisanal biodigester, as well as the effect of fertilization (Factor A: 0, 2, 4 and 6 l/ha) of this product on the productivity rate expressed in green forage (FV) and dry matter (DM) of *Medicago sativa*, which was evaluated after the equalization cut at 35, 45 and 55 days (Factor B) with three repetitions and with a total of 36 experimental units, compared with a control treatment, which were distributed in a completely Random Block Design (DBCA) under a bifactorial arrangement, giving as result, the effect on the yield of the pasture where the best result was obtained in the treatment of 4 l/ha. biol ha at 35 days with a green forage production of 25.96 (t/FV/Ha/cut) and a dry matter production of 3.54 (t/DM/ha/cut); furthermore, the proximal analysis reported the best values of *Medicago sativa* at 35 days of cut where a value of 21.81% protein was obtained with a crude fiber of 26.48% applying 6 l/ha of biol based on bovine manure. In the chemical and microbiological composition of the biol it presented a pH: 5.45, NT: <0.3; P2O5: <0.55 and K2O; < 0.33%. also presented bacteria such as *Bacillus* s.p. and *Lactobacillus* s.p., in addition to the existence of the yeast *Sacharomyces* s.p. The best cost benefit was obtained by applying 4 l/ha of biol, presenting a benefit/cost of 1.57 (\$), it is recommended to reduce the use of chemical fertilizers by substituting organic fertilizers such as biol, bochashi, compost, among others., in this way this process will contribute to get a friendly production with the environment.

KEYWORDS: < FARM PACAHUAN >, <BIOFERTILIZERS>, <ALFALFA NACIONAL (*MEDICAGO SATIVA*)>, <GREEN FORAGE>, <BOVINE MANURE>, <PROXIMAL ANALYSIS>, <ZOOTECNICAL>.

0793-DBRA-UPT-2023



Lic. Washington Mancero Orozco, Mgs
DOCENTE CARRERA ZOOTECNIA
06011811079-9

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la demanda de abonos orgánicos se ha incrementado, (ICEX, 2018, p.3) menciona que existe 57.8 millones de hectáreas agrícolas orgánicas en el mundo, donde Latinoamérica comprende 7.1 millones de hectáreas. Ecuador dispone de 51.46 millones de hectáreas cultivables del cual la mitad corresponde a pastos cultivados, donde los niveles de consumo de fertilizantes orgánicos en Ecuador son de 313.6 Kg/ha de tierra cultivable, en el que la demanda de este abono en el 2016 fue de 289.452 kg y para el 2017 de 733.433 kg con tasas de crecimiento que va de 20 a 25% anuales, importados desde Perú, Colombia, España y Francia, este recurso favorece a una nueva alternativa amigable con el medio ambiente, además del uso de materiales económicos y de fácil acceso.

La utilización de biofertilizantes beneficia de forma positiva el crecimiento vegetal y suministros de nutrientes al pasto, asimismo mejora la calidad del suelo. Las praderas naturales e introducidas componen la línea más importante y económica para la nutrición del ganado bovino en el Ecuador. La intensificación de las explotaciones de ganado lechero, especialmente en la Sierra, exigen un mejoramiento de las pasturas, como fuente de alimento (Guaytarilla & Izquierdo, 2006, p.67).

Actualmente se requiere implementar nuevas alternativas a la fertilización química, siendo la utilización de abonos totalmente orgánicos una opción a los productos de síntesis química. El biol es un abono orgánico líquido que se obtiene a partir de la descomposición de materiales orgánicos, como estiércoles de animales (bovinos, porcino y aves), plantas verdes, frutos, entre otros, en un medio anaeróbico, además se define como una especie de vida (bio), y muy fértil (fertilizante), que tiene una rentabilidad ecológica y económica por poseer nutrientes que son asimilables para las plantas, haciéndolas más vigorosas y resistentes, utilizando biodigestores como la principal técnica para obtenerlos (INIA, 2008, p.4).

Los pastizales del Ecuador son la base del progreso social y económico, el cual satisface las demandas de la población en alimentos como la carne y leche, generando mano de obra, donde la pastura cultivada es el principal recurso para la producción ganadera (León et al., 2018, p.41).

La leguminosa más utilizada en la alimentación animal en Ecuador es la Alfalfa Nacional empleada en la alimentación del ganado de leche, conocida también como alfalfa ambateña, las características de esta variedad contempla la variación en el número de vainas y semillas con tallo semileñoso de color morado, follaje más pubescente, a diferencia de la alfalfa común que es casi lampiña, flores moradas, resistente a la sequía, se adecúa a regiones de verano prolongado, susceptible a nemátodos del tallo y la raíz (León et al., 2018, p.173).

Las leguminosas forrajeras han sido muy estudiadas, en consecuencia, se menciona que prefieren suelos ricos en calcio y fósforo, el cual promueve el desarrollo radical y la nodulación, por ende, la fijación de nitrógeno mediante simbiosis (Luna, 2015, p. 21).

La presente investigación pretende demostrar la importancia de los biofertilizantes con la implementación de un biol a base de estiércol bovino, en una pradera establecida de alfalfa nacional, donde se evaluó la composición química y microbiológica en un biodigestor artesanal y la respuesta a la aplicación del producto, así como su efecto en el rendimiento productivo de la alfalfa nacional, aprovechando los desechos de origen animal (estiércol) como alternativa agroecológica a la fertilización de los pastos que son utilizados para la alimentación animal.

Por lo expuesto anteriormente los objetivos planteados para esta investigación fueron:

Valorar la composición química y microbiológica del biofertilizante a base de residuos de bovinos (Estiércol).

Determinar el rendimiento de una pradera de alfalfa nacional, utilizando diferentes concentraciones de biofertilizante (0, 2, 4 y 6 l/ha) a tres edades de corte (35, 45 y 55 días).

Evaluar el rendimiento económico a través del indicador beneficio-costo.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Agricultura Orgánica

Desde tiempos pasados se conoce que la producción agrícola ha tenido una influencia directa e indirecta sobre el medio ambiente, por lo cual los niveles de deterioro de los suelos han obligado a los agricultores buscar nuevas alternativas de producción, y la posibilidad de elevar el potencial productivo de los suelos, generando condiciones para una mayor actividad biológica, mejorando su estructura y perfil químico, además de contribuir a la disminución de la erosión (SAG, 2013, p.10).

La Agricultura Orgánica utiliza una gran variedad de iniciativas tecnológicas con el empeño de reducir los costos de producción, preservar la salud, mejorar la calidad de vida y la calidad del ambiente, a su vez que aumentan las interacciones biológicas y los procesos naturales beneficiosos, además la Agricultura Orgánica no es una agricultura de recetas, sino más bien, surge como una alternativa a la agricultura convencional (Salazar et al., 2003, p.13).

1.1.1. Generalidades

La agricultura orgánica se realiza desde el origen de la agronomía, empieza en Europa en 1920, siendo pionero el austriaco Rodolf Steiner, filósofo educador, sus principios están contra los fertilizantes químicos por que matan a la tierra y a los microorganismos del suelo, donde propuso utilizar composta y abonos preparados de sustancias vegetales (Ochoa, 2010, p.1).

La agricultura orgánica no es algo nuevo, se ha trabajado desde la revolución neolítica de hace 10 mil años, hasta que nació la producción agrícola industrializada en trayectoria de la segunda mitad del siglo XX con la revolución verde (Salinas, 2014, p.92). Latino América representa 8,4 millones de hectáreas y Norte América con el doble del área que existía hace 10 años. Una parte significativa de la superficie orgánica corresponde a praderas permanentes (SAG, 2013, p.18).

La gran diferencia entre la agricultura orgánica tradicional con relación a la agricultura orgánica innovadora es el salto de la técnica empírica, asentada en la observación y la experiencia para los cultivos agrícolas hacia la tecnología, basada en el progreso y la aplicación de la ciencia para obtener insumos orgánicos (Salinas, 2014, p.92).

1.1.2. Concepto

La agricultura orgánica se conoce como un sistema de producción, el cual es identificada por no utilizar productos químicos (fertilizantes, plaguicidas, fungicidas, herbicidas e insecticidas), donde se desarrolla bajo un sistema de elaboraciones naturales y bajo buenas prácticas agrícolas, y además la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO), indica que la agricultura orgánica es un sistema integral de producción que fomenta y mejora la salud del agro sistema, en particular la biodiversidad, los ciclos biológicos así como la actividad biológica del suelo, los términos utilizados para describir la agricultura orgánica son: biológica o ecológica (Ochoa, 2010, p.5).

La agricultura orgánica recibe varios nombres: biodinámica, natural, alternativa, regenerativa, biológica, entre otras (Salinas, 2014, p.94). Existen diversos conceptos de la Agricultura orgánica, sin embargo, todos estos conceptos tienen algo en común, lo cual es conservar el medio ambiente al no emplear productos químicos, utilizando recursos naturales (Reines et al., 2019, p.9).

Según Claud Aubert citado por (Reines et al., 2019, p.10), menciona que la “Agricultura basada en la observación” y las leyes de la vida, que reside en alimentar a las plantas no directamente con abonos solubles, sino mediante elementos elaborados por los microorganismos para el desarrollo de las plantas. En Francia, se considera como una “agricultura que no utiliza productos químicos de síntesis”

“Sistema de producción, que excluye o evita el uso de fertilizantes sintéticos, pesticidas, reguladores de crecimiento, aditivos o colorantes en la alimentación del ganado. Los sistemas de la agricultura orgánica se apoyan en la forma más extensa posible en la rotación de cultivos, residuos de cosecha, estiércol de animales, leguminosas, abonos verdes, desechos orgánicos, labores mecánicas de los cultivos, control biológico de plagas y enfermedades y malezas”, “Todo sistema de producción agropecuaria que repudia del uso de insumos de síntesis química artificial, brinda productos sanos y competitivos para el productor, incentivando la conservación y el mejoramiento del ambiente y la biodiversidad del ecosistema” según García (1998) citado por (Reines et al., 2019, p.11).

La agricultura orgánica, se caracteriza por la no utilización de productos de síntesis química, ha tomado una gran importancia en el mercado mundial, con tasas de crecimiento anual de 20 a 25% (Muñoz, 2020, p.6).

1.2. Abonos orgánicos

Son compuestos naturales que se consiguen por la descomposición de materiales orgánicos como estiércol, residuos de cosechas y de cocina, el cual se manejan para mejorar y proporcionar calidad al suelo y nutrientes a los cultivos (INIAP, 2011, p.7).

Los abonos orgánicos son materiales directos de origen natural que se encuentran en contraposición a los fertilizantes de las industrias. La calidad de los abonos orgánicos depende de sus materias primas y de su proceso de elaboración, además, son sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo con el objetivo de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas (Cajamarca, 2012, p.13).

1.2.1. Utilización de los abonos orgánicos

Los abonos orgánicos mejoran las características y propiedades del suelo, ya que, disminuyen la erosión, el cual evita el lavado de partículas al generar agregados. Los abonos orgánicos retienen humedad, mejoran la estructura, aportan nutrientes a cultivos, pero en bajas concentraciones, de igual manera mejora la eficiencia de la fertilización y el rendimiento de los cultivos. Además, aumenta la población de macro y microorganismos benéficos del suelo, asimismo, incrementa el contenido de materia orgánica (INIAP, 2011, p.7).

1.2.2. Clasificación de abonos orgánicos

Los abonos orgánicos se dividen en sólidos como lo son el compost, humus de lombriz y el bochashi, y en líquidos, como abono de frutas, té de estiércol y biol (INIAP, 2011, p.8). Los abonos orgánicos líquidos son otra iniciativa usada en la producción orgánica. Estos se procesan a partir de diversas fuentes, entre estas se encuentran los abonos líquidos de frutas, hechos a partir de frutas y hierbas.

Los bioestimulantes hechos a partir de hierbas, (Garro, 2016, p.24), siguiendo con los fertilizantes orgánicos líquidos, se obtienen por la integración de tres procesos: el compostaje, lombricultura y biodigestión, estos productos se pueden emplear a las hojas, al suelo o diluidos en el agua de riego. Existen enmiendas húmicas enriquecidas con minerales autorizados por la agricultura orgánica, aportando macro y micronutrientes, además de otros componentes (Gómez, 2014, p.25).

1.3. La materia orgánica en el suelo

La materia orgánica es uno de los componentes presentes en el suelo, en pequeña porción, formada por los restos vegetales y animales que por la acción de los microorganismos edáficos son transformados en una materia rica en nutrientes para las plantas, asegurando la disponibilidad de macro y micronutrientes, la materia orgánica puede ser de dos tipos, la materia orgánica vegetal del suelo, y animal (Cajamarca, 2012, p.18). La materia orgánica es toda sustancia de principio vegetal o animal que se encuentra en el suelo, cuando viene de plantas estará conformada por hojas, troncos y raíces, o bien al originarse de animales e incluso microorganismos (Garro, 2016, p.21).

El manejo de la fertilidad del suelo es clave para lograr excelentes resultados, ya que permite el desarrollo apropiado de los cultivos aportando una buena nutrición, lo que confiere un mayor fortalecimiento ante el eventual ataque de plagas y enfermedades, en la producción orgánica fomenta la reproducción de organismos benéficos, tanto antagonistas de plagas como enfermedades, también los encargados de las transformaciones de los nutrientes, de tal forma que puedan ser absorbidos por las plantas (SAG, 2013, p.27).

1.3.1. Influencia sobre las características físicas del suelo

La materia orgánica incrementa la capacidad de retención de humedad del suelo, donde se considera que la materia orgánica, debido a su alta porosidad, es capaz de retener una cantidad de agua 20 veces su peso, además mejora la estructura del suelo, dándole una mayor resistencia contra la erosión y una mejor permeabilidad, aireación y capacidad para almacenar y suministrar agua a las plantas (Cajamarca, 2012, p. 14).

1.3.2. Influencia sobre las características químicas del suelo

La materia orgánica incrementa la Capacidad de Intercambio Catiónico del suelo (C.I.C.) que se manifiesta en mayor capacidad para retener y aportar nutrientes a las plantas, por ello su capacidad de elevar su estado nutricional, además se destaca el incremento de la fertilidad del suelo con la liberación de nutrientes para las plantas entre los cuales se destacan el Nitrógeno, Fósforo, Azufre y otros tales como el Cobre y el Boro, también incrementa la capacidad buffer o amortiguadora del suelo, eso quiere decir, otorga habilidad para resistir cambios bruscos en el pH cuando se adicionan sustancias o productos con residuo ácido o alcalino (Cajamarca, 2012, p. 15).

1.3.3. Influencia sobre las características biológicas del suelo

La materia orgánica es conocida por el incremento que otorga la actividad biológica del suelo, al mejorar su componente biótico, de igual manera aumenta la carga microbiana que tiene como función la mineralización de los compuestos orgánicos y de la liberación de los nutrientes para las plantas y llega a ser una fuente de energía para la mayoría de los microorganismos del suelo (Cajamarca, 2012, p.17).

1.4. Biol

El biol es un excelente abono foliar que sirve para que las plantas estén verdes y den buenos frutos como papa, maíz, trigo, haba, hortalizas y frutales. El Biol se prepara con diferentes estiércoles que se deben fermentar durante dos a tres meses en un bidón de plástico denominado biodigestor, a partir de ello se elabora por fermentación anaeróbica de la boñiga (estiércol bovino) junto con agua sin cloro, melaza, leche o suero, se agregan todos los nutrimentos, como sales minerales, roca fosfórica y ceniza, entre otros materiales, su elaboración igual debe responder a las necesidades del suelo y del cultivo (Garro, 2016, p.87).

El biol resulta de la fermentación de estiércol de animales, enriquecidos con plantas leguminosas y medicinales que sirve para estimular el desarrollo de los cultivos (INIAP, 2011, p.32). Además, sufre el proceso de descomposición y/o fermentación aeróbica de diversos materiales orgánicos y minerales. De esta fermentación resulta un residuo líquido y otro sólido. El residuo líquido es usado como abono foliar y preventivo natural de plagas y enfermedades, y la parte sólida se usa incorporándolo al suelo directamente (FONAG, 2010, p.16).

1.5. Biodigestores

Un biodigestor se construye con plástico (polietileno tubular, geomembrana de PVC o de polietileno), por lo demás se usan tuberías de 6" para la entrada de estiércol y agua, además de la salida del biol. Todos estos materiales suelen estar disponibles. Para utilizar un biodigestor es preciso tener las materias orgánicas, agua y contar con la información adecuada, por ello es necesario también tener acceso al agua, lo ideal es disponer de agua que funcione todo el año, ya que se necesitan 60 litros para la carga (Herrero, 2015, p.6).

Un biodigestor artesanal está constituido por botellas de plástico de 60 litros de capacidad, estos son adaptados como biodigestores, en el cual en su parte lateral superior se coloca una manguera plástica de 5 mm de diámetro para la salida de los gases formados durante la fermentación, los

cuales serán recogidos en una botella plástica de 500 ml colocada en el extremo opuesto de la manguera. Se perfora la tapa para insertar un termómetro. Las conexiones son selladas herméticamente para evitar el escape de gases a la atmósfera (Jara et al., 2021, p.192).

1.6. Componentes del biol

El biol es un producto estable biológicamente, rico en humus y una baja carga de patógenos, tiene una buena actividad biológica, desarrollo de fermentos nitrosos y nítricos, microflora, hongos y levaduras que serán un excelente complemento a suelos improductivos o desgastados. El biol contiene bastante materia orgánica, en el caso del biol de bovino podemos encontrar hasta 40.48%, y en el de porcino 22.87% (Sistema biobolsa, 2019, p.7). (Ver tabla 1-1).

Tabla 1-1: Composición del biol

Muestra	Potasio (%)	pH	Conductividad eléctrica (mS.cm-1)	Densidad (g.cm-3)	Nitrógeno total (%)	Fósforo (%)	Sólidos Totales (%)
Bovino	0,10	6,91	6,70	1,00	0,25	0,17	2,86
Cerdo	0,04	7,29	10,30	0,97	0,41	0,05	0,48

Fuente: (Sistema biobolsa, 2019, p.8).

1.7. Elaboración del biol

Existen diversas fórmulas o recetas para elaborar un biol, las cuales varían de acuerdo con la disponibilidad de insumos y condiciones de la región, para elaborar 100 litros de producto se proporciona los siguientes insumos (Mamani et al., 2019, p.5) (Observar la tabla 2-1).

Los insumos requeridos en la elaboración de 100 litros de producto y según el tipo de preparado son:

- Un turril plástico de 100 litros, con tapa hermética.
- Accesorios de plomería de conexión de turril (acoples).
- Manguera delgada y transparente de un metro de largo.
- Una botella descartable de gaseosa.
- Alambre de amarre.

Tabla 2-1: Insumos para elaboración de un biol

Insumo	Cantidad	Unidad	Preparado	
			Tradicional	Mejorado
Estiércol fresco	25	Kg	x	x
Cenizas	3	Kg	x	x
Leche o suero	1	L	x	
Melaza	2,5	kg	x	
Biograd	1	L		x
Follaje de plantas leguminosas	4	manojos	x	x
Follaje de plantas repelentes	4	manojos	x	x
Agua limpia	100	L	x	x

Fuente: (Mamani et al., 2019, p.5).

1.7.1. Preparado tradicional

- Colocar el 50% de agua al biodigestor (50 L).
- Agregar estiércol fresco y mezclarlo.
- Añadir la ceniza y continuar con la mezcla.
- Agregar melaza previamente en agua y leche.
- Picar o cortar en pequeños trozos los residuos vegetales de leguminosas y hierbas repelentes.
- Introducir al biodigestor los residuos vegetales picados y continuar con la mezcla.
- Completar con agua restante, dejando un espacio de aire en el biodigestor.
- Cerrar herméticamente el biodigestor con su tapa.
- En la parte central de la tapa del turril acoplar un extremo de la manguera transparente y el otro extremo introducirlo en la botella descartable con agua, para facilitar la salida del gas (CO₂) que se formará en el proceso de fermentación y evitará la entrada de aire al recipiente.
- Asegurar el cierre hermético del biodigestor para que no entre aire y se lleve adecuadamente el proceso de fermentación en condiciones anaeróbicas (Mamani et al., 2019, p.6).

1.7.2. Aplicaciones del biol

Para aplicaciones foliares, en bombas de 20 litros mezclar cinco 5 litros de biol con 15 litros de agua, por otro lado, en aplicaciones al suelo con bomba de mochila o fertiirrigación, mezclar un litro de biol con 100 litros de agua, se recomienda realizar estas aplicaciones cada 30 días. Puede ser utilizado para cultivos de ciclo corto (todo tipo de hortalizas), anuales (papa, cereales, quinua,

etc.), perennes (alfalfa, pastos), cultivados (plantas ornamentales, etc.), frutales (piña, planta mango, papaya, etc.) con aplicaciones dirigidas al follaje, asimismo, se emplean bioles para la recuperación pronta de las plantas dañadas por factores climáticos (heladas y granizadas) (INIAP, 2011, p.7).

1.7.3. Beneficios del biol

El biol nutre, recupera, reactiva la vida del suelo y fortalece la fertilidad de las plantas. Es un abono que estimula la protección de los cultivos contra insectos y enfermedades, además permite suplantar a una gran parte de fertilizantes químicos (Aliaga, 2015, p.25). Además, es un abono orgánico que no contamina el suelo, agua, aire ni los productos obtenidos de las plantas, llega a ser de bajo costo, se produce en la misma parcela y emplea los recursos locales, por ello, logra aumentar hasta 30 % en la producción de los cultivos sin utilizar fertilizantes químicos.

Se puede elaborar biol en cualquier terreno donde se almacenan los residuos agrícolas, desde el nivel del mar hasta los 3,600 msnm o más de acuerdo con las condiciones de frío extremo que retarda o impide la fermentación (Estrada, 2010, p.15). El biol puede aumentar la producción de un 30 hasta un 50%, además que protege de insectos y recupera los cultivos afectados por heladas (Sistema biobolsa, 2019, p.9).

1.8. Estiércol de bovino

Cuando se aplican abonos orgánicos al suelo y específicamente estiércol de ganado bovino, es importante tener en mente un balance sobre las entradas y salidas en una unidad animal (vaca en producción) de materia seca y algunos nutrientes importantes en el desarrollo de los cultivos como el nitrógeno y el fósforo. Como se observa en la tabla 3-1. El estiércol se puede utilizar de diferentes maneras, ya sea aplicarlo directamente al suelo o almacenarlo para su utilización posterior (Salazar et al., 2003, p.19).

Denominamos abonos orgánicos de origen animal a los estiércoles de ganaderías, guano, humus de lombriz y los subproductos de origen animal como harinas de sangre, de huesos, pescado, así como harina de plumas, el estiércol lo forman excrementos y orina de animales de ganadería y pueden aparecer restos de distintos materiales de sus camas y como la paja de cereales (INIAP, 2011, p.12).

Tabla 3-1: Composición media de estiércoles

NUTRIENTE	VACUNO	PORCINO	CAPRINO	CONEJO	GALLINA
Materia Orgánica (%)	48.90	45.30	52.80	63.90	54.10
Nitrógeno total (%)	1.27	1.36	1.55	1.94	2.38
Fósforo asimilable (P ₂ O ₅) (%)	0.81	1.98	2.92	1.82	3.86
Potasio (K ₂ O) (%)	0.84	0.66	0.74	0.95	1.39

Fuente: (Cajamarca, 2012, p.29).

Dependiendo de su naturaleza, poseen diversos nutrientes y por lo general tienen elevados contenidos de nitrógeno, entre ellos se encuentran los producidos por la ganadería, la avicultura, la porcicultura, cunicultura, carpicultura y la avicultura (boñiga, gallinaza, cerdaza, ovejaza, conejaza y cabraza) entre otros (Garro, 2016, p.21).

1.8.1 Aspectos medio ambientales del uso del estiércol

El estiércol generado en las explotaciones ganaderas puede llegar a provocar impactos ambientales negativos si no se mantiene un control en el almacenamiento, el transporte o la aplicación, debido a la emisión de gases contaminantes hacia la atmósfera, y la acumulación de micro y macronutrientes en el suelo y en los cuerpos hídricos superficiales (López et al., 2012, p.145).

La parte líquida del estiércol ayuda a disminuir las pérdidas de nitrógeno, carbono y azufre en sus formas gaseosas, presentes en el suelo (Capulin et al., 2001, p.299), así se puede reducir el uso de fertilizantes químicos y, por tanto, el impacto ambiental. A pesar de ello, la valoración del estiércol como fertilizante orgánico contrastada con la de fertilizantes químicos, es mínima, principalmente por sus características orgánicas, el estiércol aumenta la capacidad de retención de agua, el intercambio catiónico, la filtración de agua al subsuelo, y reduce la erosión.

El impacto ambiental como generación de gases de efecto invernadero, eutrofización de cuerpos de agua y sobrecarga de nutrientes en suelos de cultivo ocasionado por excretas de ganado, dependerá de la especie pecuaria, del sistema de alimentación y del manejo del estiércol (López et al., 2012, p.146).

1.9. Manejo de pasturas

1.9.1. Importancia

El sector pecuario con relación a los pastizales del Ecuador se ha ido desarrollando como una base importante del desarrollo social y económico, satisface las demandas de la población en alimentos tan esenciales como la carne y leche, y es fuente esencial de generación de mano de obra e ingreso. A pesar de ser contribuyente al producto interno bruto, el sector pecuario tiene dificultades para mantener un desarrollo constante y sostenido debido a la mala y escasa alimentación suministrada a los bovinos, puesto que en el país tiene condiciones favorables para producir pastos durante todo el año (Pinheiro, 2004, p.220).

Bernal (2008) citado por (León et al., 2018, p.97), señala que el manejo, es el conjunto de prácticas que se realizan en un cultivo de pastos para obtener una mayor producción de forraje de superior calidad y consecuentemente una más alta producción animal, también comprende el tipo factores que influyen en el establecimiento y producción de las pasturas de pastoreo, la forma de utilización del forraje, etc. En otras palabras, manejo comprende tanto el componente agronómico (Manejo de pasturas) como el componente animal (Manejo del pastoreo).

1.9.2. Fertilización de las pasturas

De acuerdo con un previo análisis de suelo es necesario emplear enmiendas (cal, yeso), deben aplicarse antes de las labores de arado y rastra, se debe mezclar bien con el suelo y por lo menos un mes antes de la siembra, la fertilización debe realizarse después del penúltimo rastrado, para que el fertilizante quede en la capa superficial del suelo, al alcance de las raíces de las plántulas (León et al., 2018, p.97).

Para la fertilización nitrogenada, el sulfato de amonio afecta a la germinación de los pastos. Las plantas son el reflejo del suelo donde crecen y los bovinos son el producto del pasto que consumen (Pinheiro, 2004, p.220).

1.9.3. Requerimientos nutritivos de los pastos

El control del pH se debe realizar cada dos años, cuando sea necesario aplicar una enmienda, hacerlo para integrar la acción benéfica de la cal dolomita, yeso, roca fosfórica y silicatos de Mg. Para una fertilización nitrogenada debe realizarse luego de la siembra, a partir del segundo corte

o pastoreo, nitrógeno según la carga animal, presencia o no de leguminosas y uso del potrero (León et al., 2018, p.295).

Los pastos con elevado potencial productivo responden niveles de 400 kg/N/ha/año y para una fertilización con P, K, Ca, S, Mg a partir del cuarto pastoreo (seis meses de la siembra) con cantidades de P de 75 - 80 kg/ha/año de P₂O₅ en combinación con 40 kg/ha/año de S, y 20 kg/ha/año de Mg fraccionado en dos partes, 50% con las lluvias de octubre a noviembre y 50% con las lluvias de abril-mayo. Es conveniente aplicar a la salida de las lluvias 60 kg/ha de K₂O, para ayudar al pasto a resistir el verano. Se puede fortificar la tolerancia a la sequía aplicando fertilización foliar a base de silicato de potasio (K₂SiO₃) (León et al., 2018, p.296).

1.10. Alfalfa *Medicago sativa*

1.10.1. Origen

La Alfalfa proviene de un nombre árabe de origen pérsico, que tiene como significado “el mejor pasto o forraje”, en inglés conocido como “Lucerne”, su nombre científico corresponde a *Medicago sativa* L y tiene un origen Cáucaso, Turquestán, Turquía y Babilonia (actual Irán) en donde el cultivo se conoce desde hace 3300 años (León et al., 2018, p.165).

1.10.2. Descripción y características

La alfalfa común tiene un ciclo vegetativo perenne con longevidad 10-12 años en alfalfas cultivadas a mano, 4-5 años en lotes extensivos cultivados en forma mecanizada donde la variedad de alfalfa nacional tiene las flores moradas como su principal característica. Los frutos son vainas espiraladas con variación en el número de espiras y semillas, según provenga de la fecundación cruzada o de autofecundación; en el primer caso tiene 3-5 vueltas y 9-11 semillas y, en el segundo caso 1,5 vueltas y 1-3 semillas. Las semillas son de forma arriñonada y tienen una coloración verde oliva lustrosa cuando joven y mate a medida que envejece, tornándose luego café oscuro, la alfalfa cultivada tiene la corona sobre el nivel del suelo (León et al., 2018, p.166)

1.10.3. Manejo y fertilización

Se empieza por remover las capas profundas sin voltearlas ni mezclarlas ya que mejorará las condiciones de drenaje y aumentará la capacidad de almacenamiento de agua del suelo, se realizan sucesivos gradeos (de 2 a 3) con la finalidad de nivelar el terreno, disminuir el encharcamiento debido al riego o a intensas lluvias y eliminar las malas hierbas (Sistema biobolsa, 2019, p.9).

La época de siembra apropiada es durante la primavera. La cantidad de semilla a utilizar es de 12 a 15 kg por hectárea (León et al., 2018, p.556). Para una fertilización se aplicará una enmienda caliza a voleo con anterioridad a la siembra ya que el calcio permite el crecimiento de la planta y es esencial para la nodulación, estos suministrados al suelo disueltos en el agua de riego, se debe iniciar la aplicación con el primer riego después de la brotación y continuar después de cada corte.

Tabla 4-1: Taxonomía de la alfalfa

Reino	Vegetal
División	Magnoliophita
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Rosidae
Orden	Fabeles
Familia	Leguminosae
Subfamilia	Papilionoidae
Tribu	Trifolieae
Género	<i>Medicago</i>
Especie	<i>Sativa</i>

Fuente: Agroamazonas citado por (Rosado, 2011, p.6).

En los periodos de lluvias, en caso de no poder regar, se debe procurar esparcir el biofertilizante sobre la superficie del cultivo sin hoja, donde el tipo de suelo no afecta, ya que los días entre cortes en promedio no rebasan los 30 días entre cortes (Sistema biobolsa, 2019, p.10).

1.10.4. Producción y calidad forrajera

Las características de crecimiento de la alfalfa dependen de componentes que son indispensables para el desarrollo del sistema radicular y vegetativo (parte aprovechable de la planta) que llegan a ser producto del proceso de fotosíntesis de la parte aérea, donde la persistencia de la alfalfa se ve afectada por cortes o pastoreos en momentos inadecuados, que favorecen la eliminación de tallos y hojas Becerra (2003) citado por (Flórez, 2015, p.47).

1.10.5. Valor nutritivo de alfalfa

Es una excelente planta forrajera con elevados niveles de proteínas, minerales y vitaminas, además es una fuente de minerales como: calcio, fósforo potasio, magnesio, azufre para la alimentación de los animales (Sistema biobolsa, 2019, p.16).

La alfalfa forma parte de una alternativa forrajera en busca de la sostenibilidad de una empresa ganadera, en cuanto a su potencial de producción de biomasa. Álvarez (2013), en su investigación “evaluación cuantitativa de diez variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.)”, reporta que las variedades Júpiter y San Miguelito, registraron el mayor y menor rendimiento anual de forraje con 14510 y 7890 Kg/MS/ha, sin embargo, resultados superiores fueron reportados por Rojas (2011), encontrando rendimientos anuales de 20.275 y 20.644 Kg/MS/ha para las variedades Júpiter y Milena (Flórez, 2015, p.47).

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Localización duración del experimento

El presente trabajo de investigación se realizó en la “Hacienda Pacahuan”, ubicada en la comunidad Pacahuan, Parroquia Quimiag, Cantón Riobamba, Provincia Chimborazo y cuyas condiciones meteorológicas se aprecian en la tabla 1-2.

El tiempo empleado en la presente investigación fue de 16 semanas que fueron distribuidos desde la elaboración del biol, análisis de suelo inicial, análisis químico y microbiológico del biol, realización de prácticas culturales de la pradera establecida de alfalfa, corte de igualación, aplicación de los tratamientos, evaluación de las variables experimentales, toma de muestras para el análisis bromatológico y finalmente el análisis de suelo final.

Tabla 1-2: Condiciones meteorológicas de la parroquia Quimiag

Parámetros	Valores Promedios
Altura, m.s.n.m	2800
Temperatura, °C	14 a 22
Precipitación, mm/añual	1100

Fuente: (GAD Quimiag, 2022).

2.2. Unidades experimentales

Para la realización de la presente investigación se utilizaron 36 unidades experimentales, conformadas por 4 tratamientos y 3 repeticiones, el tamaño de cada unidad experimental fue de 20 m², con un total de 720 m² de una pradera establecida de alfalfa.

2.3. Materiales, equipos e insumos

A continuación, se enumeran los materiales, equipos e insumos que se utilizaron en la presente investigación.

2.3.1. De campo

- Overol

- Botas
- Libreta de campo
- Esferos
- Herramientas agrícolas (Hoz, machete, azadón, pala, navaja y zaranda)
- Sacos
- Bomba de fumigar
- Piola
- Estacas
- Parcelas establecidas de alfalfa
- Cinta adhesiva
- Alambre.
- Postes de madera.
- Cartel de madera.
- Cuadrante
- 2 tanques de 60 litros
- 2 botellas plásticas
- Fundas plásticas
- Flexómetro
- Manguera transparente
- Acople de manguera

2.3.2. Materiales de oficina

- Esferos
- Hojas de papel
- Libreta

2.3.3. Equipos

- Computadora
- Calculadora
- Impresora
- Cámara fotográfica
- Balanza

2.3.4. *Insumos*

- Agua
- Estiércol bovino (sin tierra, de preferencia fresco)
- Leguminosa (Vicia) finamente picado.
- Melaza
- Levadura
- Leche
- Cenizas

2.4. **Tratamiento y diseño experimental**

En el presente estudio se evaluó la composición química de un biofertilizante producido en un biodigestor, al igual que el efecto de la fertilización (Factor A: 0, 2, 4 y 6 l/ha) de este preparado sobre la tasa de productividad expresada en forraje verde (FV) y materia seca (MS) de *Medicago sativa* L, que fue evaluada luego del corte de igualación a los 35, 45 y 55 días (Factor B) con tres repeticiones y con un total de 36 unidades experimentales, comparados con un tratamiento control, los cuales se distribuyeron en un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) bajo arreglo bifactorial.

El modelo lineal aditivo es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk}= Valor de la variable.

μ = Media general.

A_i= Efecto de las dosis del biofertilizante.

B_j= Efecto de las edades de corte.

AB_{ij}= Interacción de las dosis del biofertilizante y las edades de corte

ε_{ijk} = Error experimental.

En la tabla 2-2, se presenta el esquema del experimento.

Tabla 2-2: Esquema del experimento

Dosis del biofertilizante	Edad de corte	Código	Nº de repeticiones	T.U.E	Total
FACTOR A	FACTOR B				
0 l/ha	35 días	B0E35	3	20 m ²	60 m ²
0 l/ha	45 días	B0E45	3	20 m ²	60 m ²
0 l/ha	55 días	B0E55	3	20 m ²	60 m ²
2 l/ha	35 días	B2E35	3	20 m ²	60 m ²
2 l/ha	45 días	B2E45	3	20 m ²	60 m ²
2 l/ha	55 días	B2E55	3	20 m ²	60 m ²
4 l/ha	35 días	B4E35	3	20 m ²	60 m ²
4 l/ha	45 días	B4E45	3	20 m ²	60 m ²
4 l/ha	55 días	B4E55	3	20 m ²	60 m ²
6 l/ha	35 días	B6E35	3	20 m ²	60 m ²
6 l/ha	45 días	B6E45	3	20 m ²	60 m ²
6 l/ha	55 días	B6E55	3	20 m ²	60 m ²
TOTAL					720 m²

T.U.E: Tamaño de la unidad experimental

Realizado por: Lema, Wilman. 2023.

2.5. Mediciones experimentales

- Análisis de suelo (al inicio y al final de la experimentación).
- Análisis de laboratorio para determinar N, P y K del biofertilizante.
- Análisis microbiológico del biofertilizante (Unidades Formadoras de Colonias).
- Altura del pasto (cm).
- Cobertura basal (%).
- Cobertura aérea (%).
- Producción de forraje verde (t/FV/ha/corte).
- Producción de materia seca (t/MS/ha/corte).
- Análisis proximal (MS, Proteína, Ceniza, Fibra, Extracto etéreo), %.
- Análisis beneficio/costo.

2.6. Análisis estadísticos y pruebas de significancia

Los datos experimentales fueron sometidos a los siguientes análisis estadísticos:

- Análisis de la varianza (ADEVA) (P<0,05).
- Separación de medias según Duncan (P<0,05).

- Análisis de regresión y correlación en las variables que presenten significancia.

2.6.1. Esquema del Análisis de Varianza

El esquema del análisis de la varianza que se empleó para el desarrollo del presente trabajo de investigación se reporta a continuación en la tabla 3-2.

Tabla 3-2: Esquema del ADEVA

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Total	35
Factor A	3
Factor B	2
Interacción AxB	6
Repeticiones	2
Error experimental	22

Realizado por: Lema, Wilman. 2023.

2.7. Procedimiento experimental

2.7.1 Descripción del experimento (en orden de ejecución)

El presente trabajo de investigación se realizó de la siguiente manera:

2.7.1.1. Ingredientes del biol

La elaboración del biofertilizante (Biol), se realizó con los siguientes ingredientes: estiércol bovino, leguminosa (vicia), melaza, levadura, leche, cenizas como lo señala la tabla 4-2.

Tabla 4-2: Ingredientes para la preparación del biol

INGREDIENTES	UNIDAD	CANTIDAD
Agua	l	20
Estiércol	l	15
Leguminosa (Vicia)	kg	2.5
Melaza	l	1
Levadura	g	125
Leche	l	0.50
Cenizas	kg	1

Realizado por: Lema, Wilman 2023.

2.7.1.2. Preparación del biol

A continuación, se describe el procedimiento para la obtención del biol.

1. Se recolectó el estiércol fresco, procurando no mezclarlo con tierra.
2. El estiércol se colocó en el tanque (capacidad de 60 litros).
3. Se agregó vicia (*Vicia sativa*) finamente picada.
4. Seguido se agregó ceniza, leche y melaza.
5. Se agregó la levadura previamente acondicionada con agua tibia.
6. Con la aplicación del agua, se dejó un espacio de 15 cm entre la mezcla y el filo del tanque.
7. Se realizó una mezcla de todo el preparado.
8. Después de mezclar todos los ingredientes se procedió a tapar herméticamente y colocar la vincha que ajuste correctamente, en el acople de la tapa se insertó la manguera con la cual estaba conectada con una botella de tres litros con agua al 50 % de su capacidad.
9. A los 30 días se realizó una remoción del Biol.
10. A los 60 días el Biol estuvo listo para poder ser extraído mediante una zaranda y una tela, se filtró toda la mezcla separando así la parte sólida y líquida.
11. Se envasó y estuvo listo para su utilización en la pradera establecida de alfalfa.

2.7.1.3. Recolección de la muestra inicial del suelo.

Se procedió a la recolección de las muestras de suelo y se envió al laboratorio de Agrocalidad (Agencia de regulación y control fito y zoonosanitario) para determinar los elementos N, P y K, además de la materia orgánica y el pH.

2.7.1.4. Prácticas culturales

Se realizó las prácticas culturales de la pradera establecida de alfalfa nacional, como el deshierbe y las divisiones de 20 m² por cada unidad experimental con un total de 720 m². Además, de la limpieza general, se colocó una cerca para impedir ingreso de animales.

2.7.1.5. Corte de igualación

Se procedió a realizar el corte de igualación en la pradera establecida de alfalfa a 5 cm del suelo, con la ayuda de la maquinaria, además se colocó la identificación con sus códigos correspondientes.

2.7.1.6. Muestreo y envío para análisis del biol.

Se recolectó un litro de biol en una botella plástica y se envió al laboratorio Centrocasal Cía. Ltda., para el análisis de N, P y K, además del pH, de igual manera se reportó el análisis microbiológico del biol.

2.7.1.7. Aplicación de los tratamientos

Se aplicó las dosis 0, 2, 4 y 6 (l/ha) después del corte de igualación en cada una de las unidades experimentales.

2.7.1.8. Evaluación de las variables

A los 35, 45 y 55 días de edad después de la fertilización con los respectivos tratamientos se procedió a evaluar la altura del pasto, cobertura basal, cobertura aérea, la producción de forraje verde (t/FV/ha/corte), además del análisis proximal donde se determinó la materia seca, cenizas, extracto etéreo, fibra cruda y proteína, esto se realizó en el laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

2.7.1.9. Recolección de la muestra final de suelo

Se recolectó luego del experimento muestras de suelo de cada una de las parcelas para determinar N, P, K, así como materia orgánica y pH, esto fue enviado al laboratorio de Agrocalidad (Agencia de regulación y control fito y zoonosanitario).

2.8. Metodología de evaluación

2.8.1. Análisis del suelo inicial y final

Se tomaron 15 muestras de suelo al azar, con una profundidad de 20 a 25 cm, posteriormente se mezcló todas las muestras y se envió al laboratorio (Cedeño, 2016, p.33).

2.8.2. Análisis químico y microbiológico del biol.

Se tomó una muestra de biol, y se colocó en un recipiente con identificación, seguidamente se envió al laboratorio para su respectivo análisis de N, P y K, y microbiológico para identificar las U.F.C (Unidades formadoras de colonias) (Cedeño, 2016, p.33).

2.8.3. Altura de la planta, cm.

Se midió la altura de la planta a los 35, 45 y 55 días con un flexómetro, desde la superficie basal de la planta, hasta la media terminal de la hoja más alta, para evitar el efecto borde se tomó la medida en partes intermedias de cada unidad experimental (Cedeño, 2016, p.33).

2.8.4. Cobertura basal, %.

Se utilizó el método de la línea de Canfield, con el espacio que ocupa la planta en el suelo y se sumó el total de plantas presentes en el transepto y por relación se obtuvo el porcentaje de cobertura (Cedeño, 2016, p.33).

2.8.5. Cobertura aérea, %.

Se realizó el mismo método mencionado en la cobertura basal, con la diferencia que se ubicó la cinta en la parte media de la planta (Cedeño, 2016, p.33).

2.8.6. Producción de forraje verde (t/FV/ha/corte).

Utilizando el método del cuadrante con 1 m², se realizó el corte y pesaje, dejando para el rebrote 5 cm y se estimó el valor en t/FV/ha/corte (Cedeño, 2016, p.33).

2.8.7. Producción de materia seca (t/MS/ha/corte).

La producción de materia seca se determinó con el porcentaje de humedad del pasto, sometiendo al secado y por diferencia de peso se calculó la materia seca (Cedeño, 2016, p.34).

2.8.8. *Análisis proximal*

Se tomó una muestra de 1 kg de alfalfa por cada tratamiento, y se envió al laboratorio para su respectivo análisis (Cedeño, 2016, p.34).

2.8.9. *Análisis económico*

Se determinó mediante el indicador Beneficio/Costo, utilizando la siguiente formula.

Beneficio/Costo = Ingresos Totales \$/ Egresos Totales\$ (Aguilera, 2017, p.26).

CAPÍTULO III

3. MARCO Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1. Análisis del suelo antes y después de la aplicación del biol.

En la tabla 1-3, se presenta el análisis del suelo inicial y final.

Tabla 1-3: Análisis del suelo antes y después de la aplicación del biol.

Variable	Unidad	Análisis suelo inicial	Análisis suelo final
pH a 25°C	Unidades de pH	7.62	7.15
Materia Orgánica	%	1.98	2.76
Nitrógeno	%	0.10	0.14
Fósforo	mg/kg	9.60	71.6
Potasio	cmol/kg	0.16	0.58

Realizado por: Lema, Wilman, 2023.

3.1.1. El pH

Al evaluar el pH del suelo antes de la aplicación de biol, se encontró un valor de 7,62 (Ligeramente alcalino), mientras que luego de la aplicación se reportó un valor de 7.15. Tecnicoagricola (2013) citado por (Barcenes, 2016, p.100), menciona que el pH óptimo del suelo para un cultivo de alfalfa es de 7.2, donde la alfalfa demanda de suelos profundos y drenados, sin embargo, se cultiva en una gran variabilidad de suelos, los pH neutros ayudan a la movilidad de nutrientes hacia la planta.

Según (Curetti & De Rossi, 2021, p.34) afirma que el recurso en el suelo tiene un estrecho vínculo con el pH, en suelos alcalinos ($\text{pH} > 7$) se muestra una fijación por el calcio, en la mayor disponibilidad del fósforo se relaciona en suelos neutros a levemente ácidos ($\text{pH} 6 - 7.5$).

(Intagri. 2016, p.15), indica que el pH mayor a 6.5 genera la abundancia de OH^- para la precipitación de compuestos insolubles de hierro, magnesio, cobre y zinc, que no son asimilados por las raíces, en otro orden por debajo de 6.5 los iones de aluminio afectan a la solubilidad y disponibilidad de fosfato, sulfato y molibdato, en pH ácidos el suelo se limita a la nitrificación y descomposición de la materia orgánica.

3.1.2. Materia orgánica

El contenido de materia orgánica registró un valor de 1.98% en el análisis inicial del suelo, en tanto que el resultado después de la aplicación de biol obtuvo un valor de 2.76%, es decir, que se incrementó el porcentaje de materia orgánica.

Según (Barcenas, 2016, p.100), menciona en su trabajo investigativo que la materia orgánica edáfica reportó 3.2%, y este porcentaje se elevó a 7.70 %, eso quiere decir que el biol incorporó mayor porcentaje de materia orgánica al suelo.

De acuerdo con (Santos & Velasco, 2016, p.58) donde mencionan que la materia orgánica al suelo beneficia la proliferación de los microorganismos benéficos, como bacterias, hongos y actinomicetos, estos participan en los diferentes procesos de degradación de la materia orgánica, oxidación y reducción de nutrientes e inhibición de algunos patógenos del suelo.

Según (Grand & Michel, 2020, p.3), fundamenta que el aumento de la materia orgánica del suelo ejerce un impacto sobre las características físicas además la permanencia de los agregados aumenta, por lo tanto, la infiltración del agua, la capacidad de retención de agua, la distribución de aire y agua se ven mejoradas.

3.1.3. Nitrógeno

El reporte de nitrógeno en el análisis de suelo inicial fue de 0,10%, este valor aumentó a 0,14% de nitrógeno en el análisis final, para suelos en la región Sierra este porcentaje es bajo. Según (Fertilización de la alfalfa, 2016, p.5), menciona que todo el nitrógeno requerido por un alfalfar o facilita la relación simbiótica con las bacterias *Rhizobium* fijadoras de nitrógeno, por el cual una dosis de nitrógeno utilizando elevadas cantidades pueden inhibir la nodulación, disminuyen la fijación simbiótica de nitrógeno y favorecen la abundancia de malezas, resultando en una reducción de crecimiento o de calidad de la alfalfa.

Comparado con el contenido de nitrógeno de (Tumbaco, 2019, p.63) antes de la aplicación de biol se reportó un valor de 5 ppm y en el reporte final de 15 ppm, eso significa que el biol genera un aumento de nitrógeno mínimo en el suelo. Como señala (Infoagro, 2017, p.4), la alfalfa obtiene el nitrógeno por las bacterias de sus nódulos, pero durante el estado vegetativo de las plántulas, éstas demandan nitrógeno del suelo, hasta que se constituyan los nódulos y comience la fijación.

3.1.4. Fósforo

En el análisis del suelo inicial el contenido de fósforo fue de 9,60 mg/kg, el cual ascendió a 71.6 mg/kg en el análisis final. (Rotondario, 2016, p.2), la alfalfa demanda suelos con 20 mg/kg de fósforo como mínimo, lo ideal es 25 mg/kg. Comparando con (Jumbo, 2018, p.83), quién reportó un valor de 31.20 mg/L, y descendió a 10.25 mg/L.

La plántula de la alfalfa requiere grandes cantidades de fósforo para un rápido incremento de la raíz y un buen desarrollo inicial, bajo condiciones adversas, como suelos fríos o sequía que reducen la absorción de nutrientes, el fósforo ayuda a continuar con el desarrollo radicular.

3.1.5. Potasio

El contenido de potasio, el cual reportó un valor inicial de 0,16 cmol/kg, el cual aumentó su contenido a 0.58 cmol/kg en el análisis final, en la investigación realizada por (Jumbo, 2018, p.83), los resultados obtenidos antes y después de la fertilización con biol fueron de 0.89 cmol/kg y descendió a 0.16 cmol/kg, respectivamente. Esto indica que este nutriente es de mayor requerimiento para la producción de pastos, la demanda aumenta rápidamente con el crecimiento de la planta, además estimula el rebrote (Rotondario, 2016, p.3).

3.2. Composición química y microbiológica del biofertilizante a base de residuos de bovinos (Estiércol).

En la tabla 2-3, se presenta el análisis químico del biofertilizante (Biol).

Tabla 2-3: Composición química del biofertilizante a base de estiércol bovino.

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO
pH	Unidades de pH	5,45 (23,3°C)
Nitrógeno (NT)	% peso/volumen	<0,3
Fósforo (P2O5)	% peso/volumen	<0,55
Potasio (K2O)	% peso/volumen	<0,33

Fuente: Centrocasal Cia. Ltda. informe de ensayo

Realizado por: Wilman Lema. 2023.

3.2.1. pH de un biol

Al evaluar el pH del biol a base de estiércol bovino presentó un valor de 5,45 (Ligeramente ácido). Según (Agrotendencia, 2020, p.8), menciona que la mayoría de los nutrientes conservan su máximo

nivel de aprovechamiento con pH de 5,5 a 6,5, por ello se recomienda mantener el pH entre un rango entre 5,5 y 7, por consecuencia el pH del biol es efectivo en la fertilización del suelo y además comparado con (Barcenes, 2016, p.112) quien obtuvo en su investigación valores de pH igual a 4,75 y (Cedeño, 2016, p.33) con un pH de 5, utilizando estiércol bovino. La verificación de la calidad del biol se realiza diariamente, y con una remoción de 5 minutos, donde la mezcla líquida demuestra un olor a fermentación semejante a jugo de caña.

3.2.2. Nitrógeno Total

El Nitrógeno total del biol registró un valor de <0,30 % peso/volumen, superior al obtenido por (Barcenes, 2016, p.112) elaborado con estiércol bovino que registró 0,10%. De igual manera (Sánchez, et al., 2019, p.1169) menciona que el biol elaborado con estiércol bovino producido por un biodigestor reportó 0,21 % obtenido a los 30 días de fermentación. El biol conserva mejor el N, P, K y Ca, debido al proceso de descomposición anaeróbica lo cual permite aprovechar totalmente los nutrientes.

3.2.3. Fósforo

Al analizar el contenido fósforo del biol, reportó un valor de <55 % p/v, resultado superior a los obtenidos por (Barcenes, 2016, p.90) que en su investigación reflejó 0.05% de fósforo. Sin embargo, (Sánchez et al., 2016, p.124), registró un valor de 0.07% de fósforo producido en un biodigestor a base de estiércol bovino, y comparando con otro autor Méndez, (2012) citado por (Barcenes, 2016, p.90) reportó un valor de 0.99%. Esto se debió a que la fermentación es semejante a las características digestivas de los animales, donde los procesos de fermentación y producción de N, P y K a nivel del rumen en caso de los bovinos (Azaña, 2019, p.60).

3.2.4. Potasio

El contenido de óxido de potasio del biol demostró un valor de <0.33 % peso/volumen, valor inferior al reportado por (Barcenes, 2016, p.112) quien en su investigación alcanzó 0.58% de óxido de potasio, y de Andrango (2007) citado por (Barcenes, 2016, p.89), donde reportó un valor de 1.22% en el cual utilizó sangre, vísceras, excretas de ovino y bovino, por ello los resultados son superiores en relación con los resultados obtenidos en la presente investigación.

Esto se debió a que uno de los ingredientes agregados al biol es la melaza, componente que aporta energía necesaria para activar el metabolismo de los microorganismos, de igual manera aporta

con menor cantidad de calcio, boro, fósforo, potasio, azufre, hierro, magnesio y zinc (Catagña & Noboa, 2016, p.12).

3.2.5. Análisis microbiológico del biol.

En la tabla 3-3, se presenta el análisis microbiológico del biofertilizante (Biol).

Tabla 3-3: Composición microbiológica del biofertilizante a base de estiércol bovino.

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO
<i>Bacillus s.p</i>	ufc/ml ¹	70x10 ²
<i>Lactobacillus sp</i>	ufc/ml	<10
<i>Sacharomyces sp</i>	ufc/ml	11x10 ⁶

Fuente: Centrocasal Cia. Ltda. Informe de ensayo

Realizado por: Wilman Lema. 2023

Los resultados del análisis microbiológico del biol con 60 días de fermentación demostraron la existencia de *Bacillus s.p* con 70x10² ufc/ml. Según (Cedeño, 2016, p.33), menciona que a los 45 días de fermentación de un biol a base de estiércol bovino reportó una cantidad de 50x10⁵ ufc/mL, al analizar las bacterias ácido-lácticas se reportó *Lactobacillus sp* con <10 ufc/ml, inferior a los reportados por (Cedeño, 2016, p.33), el cual obtuvo un valor de 8x10⁶ ufc/ml, por otro lado, se reportó la levadura *Sacharomyces sp* con una cantidad de 11x10⁶ ufc/ml.

Los resultados se debieron a que el biol contiene una combinación de microorganismos benéficos (bacterias ácido lácticas, bacterias fototróficas, levaduras, actinomicetes hongos de fermentación), las bacterias ácido lácticas producen ácido láctico que es compuesto esterilizante que actúa para suprimir microorganismos nocivos, mejorando así la materia orgánica, por otro lado, las levaduras como la *Saccharomyces sp* sintetizan y utilizan sustancias antimicrobianas que intervienen en el crecimiento de las plantas, a partir de aminoácidos y azúcares Calai (2001) citado por (Martel, 2018, p.12).

3.3. Rendimiento de una pradera de alfalfa nacional, utilizando diferentes concentraciones de biofertilizante (0, 2, 4 y 6 l/ha) a tres edades de corte (35, 45 y 55 días)

3.3.1. Evaluación de la producción forrajera de *Medicago sativa* (Alfalfa Nacional) utilizando diferentes niveles de biol (FACTOR A)

Tabla 4-3: Evaluación de la producción forrajera de *Medicago sativa* (Alfalfa Nacional) utilizando diferentes niveles de biol (FACTOR A).

VARIABLES	FERTILIZACIÓN (FACTOR A)				E. E.	Prob.	Sig
	0 l/ha	2 l/ha	4 l/ha	6 l/ha			
Altura (cm)	70.98 a	69.51 a	71.10 a	70.34 a	1,78	0,92	ns
Cobertura Basal (%)	13.56 a	14.24 a	14.76 a	13.54 a	0,91	0,74	ns
Cobertura Aérea (%)	43.46 a	46,31 a	46.46 a	42.02 a	3,18	0,70	ns
Producción de forraje verde (t/FV/ha/corte)	19.09 a	18.95 a	21.03 a	19.40 a	1,69	0,81	ns
Producción de forraje en Materia Seca (t/MS/ha/corte)	3.22 a	3.23 a	3.60 a	3.69 a	0,28	0,53	ns

Realizado por: Lema, Wilman, 2023.

3.3.1.1. Altura a la planta (cm)

Al analizar el efecto de la utilización de diferentes niveles de biol en la variable altura de *Medicago sativa* (alfalfa nacional), se evidenció que no existieron diferencias significativas, sin embargo, numéricamente el mejor tratamiento fue utilizando 4 l/ha, el cual obtuvo una media de 71,10 cm, contrastando con el menos eficiente que alcanzó un valor de 69,51 cm con 2 l/ha, como se visualiza en la tabla 4-3.

Los resultados de esta investigación fueron inferiores a los alcanzados por (Guanopatin, 2016, p.33), quien observó alturas de hasta 96.32 cm utilizando biol a base de estiércol bovino con una dosis de 5cc/l, de igual manera en el estudio presentado por (Díaz, 2017, p.69) quien obtuvo un valor de 90 cm utilizando 7.5 cc/l de biol, Asimismo, (Azaña, 2019, p.61) contempló valores inferiores a esta investigación alcanzando 66.08 cm utilizando biol a base de estiércol vacuno. Esto se debió a que el biol al contar con un gran número de macro y micronutrientes facilita el crecimiento de las plantas y mejora e incrementa los rendimientos (Martel, 2018, p.17).

3.3.1.2. Cobertura basal (%)

Al evaluar la variable cobertura basal utilizando diferentes niveles de biol en la Alfalfa Nacional, se observó que no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, no obstante, numéricamente el mejor tratamiento fue al aplicar 4 l/ha el cual demostró un valor de 14,76%, contrastando con el menor eficiente al utilizar 6 l/ha con un valor de 13.54%.

Los resultados de esta investigación son superiores a los reportados por Bayas (2010) citado por (Lemache, 2015, p.69), quien en su investigación observó un valor de 12.62%, así mismo menciona valores de 52.58% de cobertura basal utilizando té de estiércol bovino. (Usca, 2016, p.40), quien en su investigación aplicó diferentes niveles de BIOPLUS alcanzó coberturas basales de 93.75%. Esto se debió a que el biol promueve a la elongación celular por la acción de las hormonas, eso hace que disminuya la presión de la pared celular y permita la entrada de agua y por ende aumente el volumen celular (Aldaz, 2011, p.26).

3.3.1.3. Cobertura aérea (%)

De acuerdo con los datos registros en la variable cobertura aérea por efecto de la aplicación de diferentes niveles de biol, no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, no obstante, numéricamente el mayor porcentaje se logró con 4 l/ha de biol, el cual obtuvo un valor de 46,46 %, en contraparte, el menor porcentaje se obtuvo al aplicar 6 l/ha de biol donde se alcanzó un valor de 42.02%.

Los resultados de esta investigación son inferiores a los reportados por Heredia (2014) citado por (Lemache, 2015, p.65), quien logró valores de cobertura aérea de 52.53 y 57.53% utilizando diferentes niveles de abonos orgánicos, por otro lado, utilizando té de estiércol bovino reportó un valor de 67.54%. (Usca, 2016, p.40), quien en su investigación aplicando diferentes niveles de BIOPLUS observó coberturas aéreas de 98.75%. Esto se debió a que los abonos orgánicos foliares ejercen una acción sobre el follaje en el cual amplía la base foliar, mejora la floración y activa el vigor (Aldaz, 2011, p.26).

3.3.1.4. Producción de forraje verde (t/FV/ha/corte)

Al evaluar el efecto de fertilización con diferentes niveles de biol en la variable producción de forraje verde, no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo, numéricamente el mejor tratamiento se encontró al aplicar 4 l/ha alcanzado un valor de 21,03

(t/FV/ha/corte), contrastando con el tratamiento menos eficiente que se obtuvo al fertilizar con 2 l/ha de biol observando un valor de 18,95 (t/FV/ha/corte).

Los resultados de esta investigación son inferiores a los reportados por (Azaña, 2019, p.42) y (Díaz, 2017, p.69) quienes observaron en sus estudios valores de 38.8 toneladas y 26.30 (t/FV/ha/corte), respectivamente. Así mismo, (Martel, 2018, p.37), en su estudio de la producción de forraje verde reportó valores inferiores a esta investigación registrando 16.73 (t/FV/ha/corte). Estos índices se deben a que el biol contempla en su composición un buen contenido de N, P y K, de tal modo que el al aplicar 4 l/ha ejerció un claro efecto en el peso del forraje verde, como menciona Melgar citado por (Martel, 2018, p.45), el incremento de la producción de forraje verde es la respuesta generada por el efecto de la fertilización foliar.

3.3.1.5. Producción forraje en materia seca (t/MS/ha/corte)

Al estudiar la variable producción de forraje en materia seca por efecto de la aplicación del biol, se determinó que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos, no obstante, numéricamente el mejor tratamiento fue al aplicar 6 l/ha, alcanzando un valor promedio de 3,69 (t/MS/ha/corte), por otra parte, el menor valor lo registró el tratamiento testigo observándose un valor de 3,22 (t/MS/ha/corte).

Comparando estos resultados con otros autores como (Lemache, 2015, p.74), manifiesta en su investigación que obtuvo 2.17 (t/MS/ha/corte), cifras inferiores a las reportadas por esta investigación, así mismo, datos que superan a esta investigación fueron obtenidos por (Ortiz, 2021, p.31) quien al utilizar humus alcanzó un valor de 6.58 (t/MS/ha/corte). Este resultado se debió a que la materia seca está compuesta por sustancias que contienen carbono y constituyen una fuente de energía, por ende, no existe un efecto en la producción de materia seca. (Barcenes, 2016, p.49).

3.3.2. *Evaluación de la producción forrajera de la Medicago sativa (Alfalfa Nacional) a diferentes edades de cortes (FACTOR B)*

En la tabla 5-3, se presenta la evaluación de la producción forrajera de la Medicago sativa (Alfalfa Nacional) a diferentes edades de cortes (FACTOR B).

Tabla 5-3: Evaluación de la producción forrajera de la *Medicago sativa* (Alfalfa Nacional) a diferentes edades de cortes (FACTOR B).

VARIABLES	EDAD DE CORTE (FACTOR B)			E. E.	Prob.	Sig
	35 días	45 días	55 días			
Altura (cm)	60.75 c	71.86 b	78.84 a	1.54	0,00	**
Cobertura Basal (%)	15.11 a	13.48 a	13.47 a	0.91	0,25	ns
Cobertura Aérea (%)	37.87 b	47.71 a	48.10 a	2.75	0,02	*
Producción de forraje verde (t/FV/ha/corte)	21.95 a	17.08 a	19.82 a	1.46	0,08	ns
Producción de forraje en Materia Seca (t/MS/ha/corte)	3.16 b	3.06 b	4.09 a	0.24	0,01	*

Realizado por: Lema, Wilman, 2023.

3.3.2.1. Altura a la planta (cm)

En cuanto a la edad de corte (Factor B) para la variable altura, este reportó diferencias altamente significativas entre los tratamientos, registrándose la mayor altura a los 55 días con valor de 78.84 cm, en contraparte, la menor altura se alcanzó a los 35 días con una altura de 60.75 cm.

Los resultados de esta investigación son similares con los obtenidos por (Azaña, 2019, p.42) quien observó una altura de 66.08 cm a los 35 días utilizando biol a base de estiércol bovino, De igual forma, (Aldaz, 2011, p.43). reportó valores de 48.2 y 64.4 cm a la edad de 45 y 60 días, respectivamente, cifras que son inferiores al de esta investigación.

En el análisis de la regresión la variable altura en centímetros a la edad de corte perteneciente al factor B presentó una tendencia lineal con una ecuación donde $Y = 0,9046x + 29.779$ con una probabilidad de 4.98 y un coeficiente de determinación $R^2 = 69,91\%$ y, siendo la misma altamente significativo, lo que indica que existió un incremento del 0.90 cm, a medida que el pasto era cortado a mayor edad, como se muestra en el gráfico (1-3).

3.3.2.2. Cobertura basal (%)

Al evaluar la variable cobertura basal con relación a la edad de corte no presentó diferencias significativas, sin embargo, numéricamente el mayor valor se alcanzó a los 35 días con un valor de 15.11% de cobertura, contrastando con el menor valor que se obtuvo a los 55 días de edad con una cifra de 13.47%, como se puede observar en la tabla 3-3.

Al comparar los datos de esta investigación con (Lemache, 2015, p.74), quien reportó los 30 y 45 días obtuvo coberturas de 60.53 y 61.74%, respectivamente, cifras superiores a los obtenidos por esta

investigación, Asimismo (Ortiz, 2021, p.31) menciona en su investigación que al utilizar humus presentó valores de 37.05 y 44.4 %, mediciones realizadas a la edad de 30 y 45 días.

Esto demuestra que el biol al ser fuente orgánica de fitorreguladores promueve las actividades fisiológicas y estimula el desarrollo de las plantas, posee alto contenido de hormonas de crecimiento vegetal además de aminoácidos y vitaminas (Barcenes, 2016, p.50).

3.3.2.3. Cobertura aérea (%)

Al evaluar la variable cobertura aérea a tres edades de corte presentó diferencias significativas, donde el mayor valor se reportó los 55 días con una cifra de 48,10%, en contraparte, el menor valor se observó a la edad 35 días con un valor promedio de 37.87%.

Los resultados obtenidos en esta investigación son inferiores a los reportados por (Ortiz, 2021, p.31) quien al utilizar humus como abono orgánico presentó valores de 82.6 y 97.2 % a los 30 y 45 días, respectivamente. Asimismo, (Lemache, 2015, p.69), menciona en su investigación cifras de 60.53 y 61.74 % a la edad de 30 y 45 días, en el mismo orden. Esto se debió que al emplear abonos orgánicos favorece al desarrollo de las plantas (Barcenes, 2016, p.50).

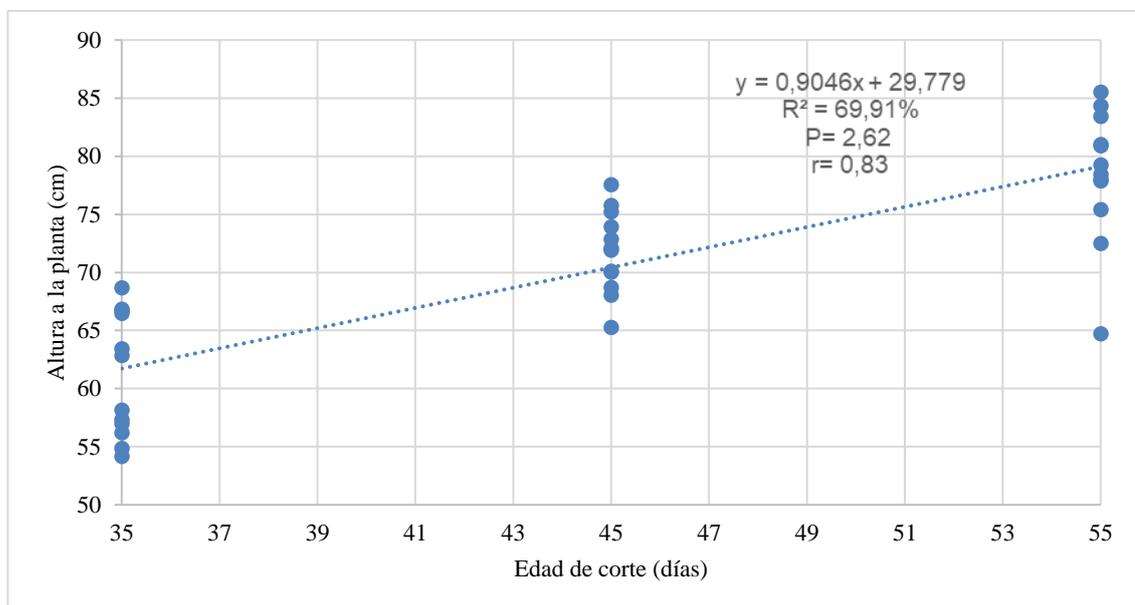


Ilustración 1-3: Regresión de la altura a la planta (cm) de *Medicago sativa* (Alfalfa Nacional) a 3 edades de corte

Realizado por: Lema, Wilman, 2023.

En el análisis de la regresión para la Cobertura Aérea (%) de acuerdo con la edad de corte (Factor B), presentó una tendencia lineal, donde $Y = 0.5515x + 21.544$ con una probabilidad $P = 0.01$ y un

coeficiente de determinación $R^2 = 17.46\%$, siendo la misma significativo, lo que señala que a medida que avanza la edad del pasto aumenta la cobertura aérea en un 0.51 (cm), como se observa en el gráfico (2-3).

3.3.2.4. Producción de forraje verde (t/FV/ha/corte)

Al evaluar la variable producción de forraje verde en toneladas en relación con la edad de corte (Factor B), no existieron diferencias significativas, sin embargo, numéricamente la mayor producción de forraje verde fue a los 35 días con 21,95 (t/FV/ha/corte), por otro lado, la menor producción de forraje verde lo evidenció a los 45 días con 17.08 (t/FV/ha/corte).

Esto concuerda con la investigación de (Guaranga. 2019, p.42), donde reportó que a la edad de 45 días obtuvo 15.67 (t/FV/ha/corte) y este valor disminuye a la edad de 60 días con 15.48 (t/FV/ha/corte). Esto se atribuye al desarrollo de las plantas, principalmente a la altura, ya que su mayor cantidad de nutrientes se acumulan en la corona de la alfalfa.

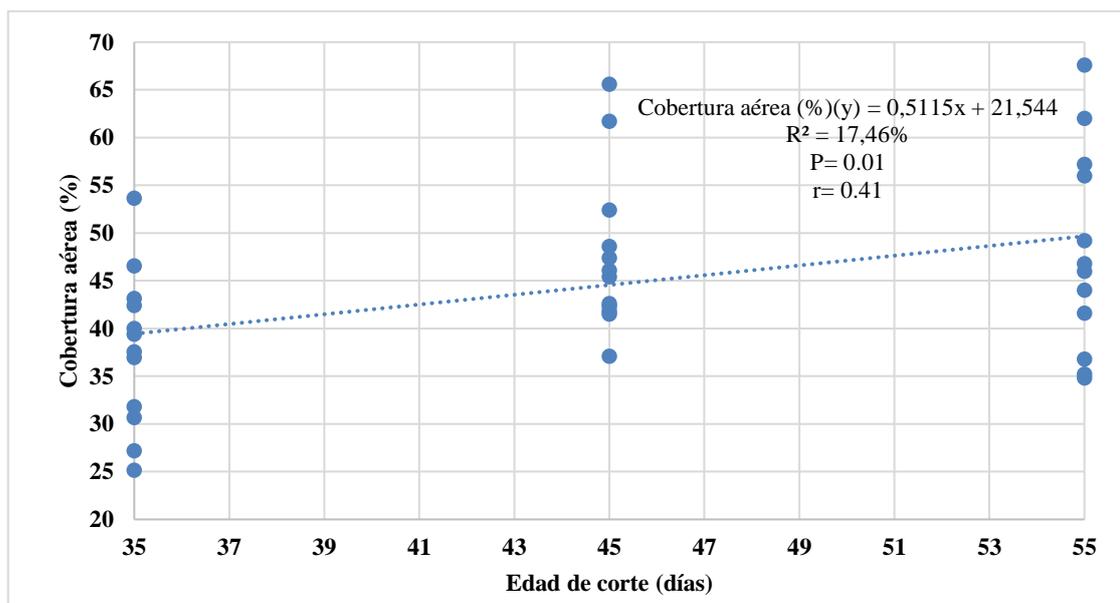


Ilustración 2-3: Regresión de la cobertura aérea (%) de *Medicago sativa* (Alfalfa Nacional) a 3 edades de corte

Realizado por: Lema, Wilman, 2023.

3.3.2.5. Producción de forraje en materia seca (t/MS/ha/corte)

Al evaluar la variable producción de forraje en materia seca, en relación con los días de corte (Factor B) se reportaron diferencias significativas siendo el mejor a los 55 días con 4,09 (t/MS/ha/corte), mientras que el de menor producción fue a los 45 días con un valor de 3.06

(t/MS/ha/corte). Esto se debió a las bondades del biol que al contener microorganismos benéficos promueven la floración, fructificación y maduración por efectos hormonales (auxinas y giberelinas) incrementa la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar. (Barcenas, 2016, p.50).

Comparado los resultados obtenidos con otro autor (Guaranga. 2019, p.43), quien menciona que en su estudio se alcanzó una producción de 3.28 (t/MS/ha/corte) a los 45 días y 3.92 (t/MS/ha/corte) a los 60 días, respectivamente, llegando a tener un aumento significativo como en la presente investigación.

En el análisis de regresión para la producción de materia seca (t/MS/Ha/corte) a tres edades de corte (35, 45 y 55 días), presentó una tendencia lineal, en el cual $Y = 0.0465 + 1.3435$ con una probabilidad $P = 0.007$ y un coeficiente de determinación $R^2 = 19.07\%$, siendo la misma significativa, lo que demuestra que a medida que avanza la edad del pasto aumenta la producción de materia seca en un 0.04 (t/MS/ha/corte), como se observa en el gráfico 3-3.

3.3.3. Evaluación de la producción forrajera de la Medicago sativa (Alfalfa Nacional) utilizando diferentes niveles de biol a tres edades de cortes (INTERACCIÓN FACTOR A x B).

En la tabla 6-3, se presenta la evaluación de la producción forrajera de la Medicago sativa (Alfalfa Nacional) utilizando diferentes niveles de biol a tres edades de cortes (INTERACCIÓN FACTOR A x B).

Al analizar la variable altura de la planta (cm), para la interacción del Factor A por el Factor B, no se presentaron diferencias significativas, sin embargo, numéricamente la interacción con mayor altura de la planta se reportó en el tratamiento testigo el cual evidenció un valor de 81.79 cm a los 55 días de edad, por el contrario, el menor valor fue al aplicar 6 l/ha a la edad de 35 días con 59.44 cm.

Al examinar la variable cobertura basal (%), para la interacción del Factor A por el Factor B, no existieron diferencias significativas, no obstante, numéricamente el mayor fue reportado al aplicar 4 l/ha a los 35 días con 17.10 %, en contraste, el menor valor reportado fue el tratamiento testigo a la edad de 45 días con 11.22 %.

Al analizar la variable cobertura aérea (%), para la interacción del Factor A por el Factor B, no existieron diferencias significativas, sin embargo, numéricamente la mayor cifra fue al aplicar 4

l/ha a los 45 días con 53.17 %, por el contrario, el menor valor se alcanzó fertilizando con 6 l/ha de biol a la edad de 35 días con 32.12 %.

Al analizar la variable producción de forraje verde (t/FV/ha/corte), para la interacción del Factor A por el Factor B, no mostraron diferencias estadísticas significativas, a pesar de que numéricamente la mayor producción se obtuvo al aplicar 4 l/ha a los 35 días con un valor promedio de 25.96 (t/FV/ha/corte), por el contrario, el menor valor se presentó al aplicar con 2 l/ha a los 45 días con un valor de 15.07 (t/FV/ha/corte).

Al evaluar la variable producción de forraje en materia seca (t/MS/ha/corte), para la interacción del Factor A por el Factor B, no existieron diferencias estadísticas significativas, sin embargo, la interacción con mayor producción se obtuvo al aplicar 6 l/ha a los 55 días con 4.66 (t/MS/ha/corte), por otro lado, el menor valor fue al aplicar 2 l/ha a la edad de 45 días con 2.56 (t/MS/ha/corte).

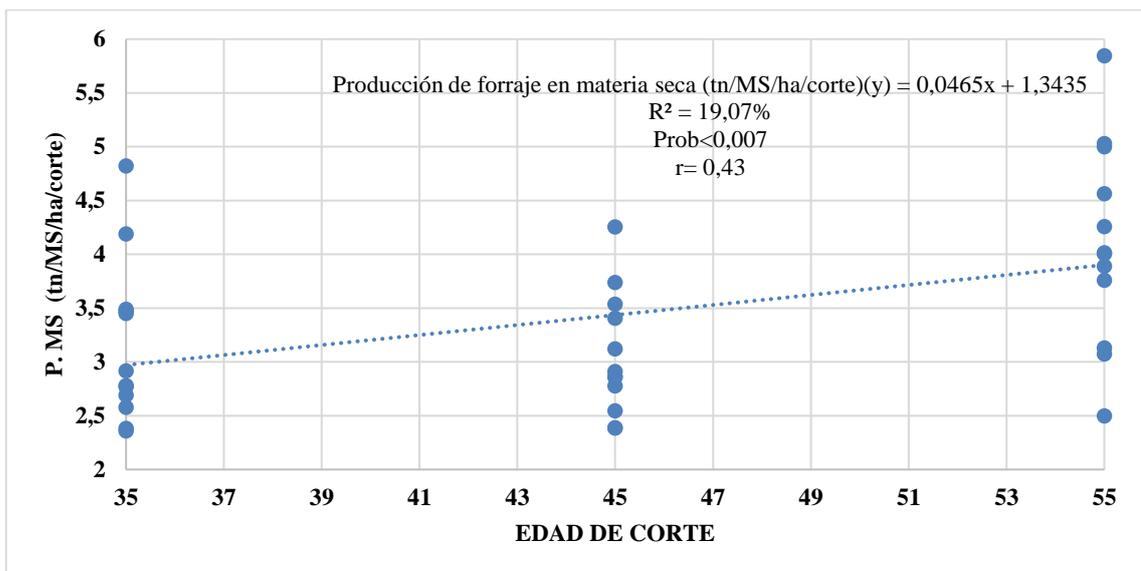


Ilustración 3-3: Regresión de la Producción de forraje en materia seca (t/MS/ha/corte) de *Medicago sativa* (Alfalfa Nacional) a 3 edades de corte

Realizado por: Lema, Wilman, 202

Tabla 6-3: Evaluación de la producción forrajera de la *Medicago sativa* (Alfalfa Nacional) utilizando diferentes niveles de biol a tres edades de cortes (INTERACCIÓN FACTOR A x B).

VARIABLES	Interacción del Factor A x Factor B												E. E.	Prob.	Sig
	0 l/ha			2 l/ha			4 l/ha			6 l/ha					
	35 días	45 días	55 días	35 días	45 días	55 días	35 días	45 días	55 días	35 días	45 días	55 días			
Altura (cm)	59.89 a	71.27 a	81.79 a	60.26 a	70.30 a	77.98 a	63.41 a	73.86 a	76.03 a	59.44 a	72.03 a	79.56 a	3,03	0,87	ns
Cobertura Basal (%)	14.92 a	11.22 a	14.53 a	13.67 a	14.78 a	14.27 a	17.10 a	14.77 a	12.40 a	14.77 a	13.17 a	12.67 a	1,57	0,43	ns
Cobertura Aérea (%)	38.12 a	42.13 a	50.13 a	34.92 a	51.60 a	52.40 a	44.33 a	53.17 a	41.87 a	34.12 a	43.93 a	48.00 a	5,50	0,48	ns
Producción de forraje verde (t/FV/ha/corte)	20.34 a	17.66 a	19.26 a	45.00 a	15.07 a	19.83 a	25.96 a	17.57 a	19.56 a	19.56 a	18.02 a	20.62 a	2,92	0,84	ns
Producción de forraje en Materia Seca (t/MS/ha/corte)	2.85 a	3.06 a	3.76 a	3.25 a	2.56 a	3.90 a	3.54 a	3.23 a	4.03 a	2.99 a	3.41 a	4.66 a	0,48	0,84	ns

Realizado por: Lema, Wilman, 2022.

3.3.4. Análisis bromatológico de *Medicago sativa* (ALFALFA NACIONAL), utilizando diferentes niveles de biol (0, 2, 4 y 6 l/ha) a tres edades de corte 35, 45 y 55 días.

En la tabla 7-3, se presenta el análisis proximal de *Medicago sativa* utilizando diferentes niveles de biol a tres edades de corte.

Tabla 7-3: Análisis bromatológico de *Medicago sativa* (ALFALFA NACIONAL), utilizando diferentes niveles de biol (0, 2, 4 y 6 l/ha) a tres edades de corte 35, 45 y 55 días.

TRAT.	CÓDIGO	COMPONENTES BROMATOLÓGICOS DEL PASTO (%)				
		MATERIA SECA	CENIZAS	FIBRA	EXTRACTO ETÉREO	PROTEÍNA
T0 (0 l/ha)	B0E35	13.93	9,93	31,42	1,48	20,02
	B0E45	17.41	8,62	32,04	2,32	19,44
	B0E55	19.59	8,60	30,51	1,88	20,75
T1 (2 l/ha)	B2E35	14.72	9,37	22,07	2,77	21,62
	B2E45	16.98	9,62	34,94	2,17	19,38
	B2E55	19.82	8,25	33,61	1,73	19,99
T2 (4 l/ha)	B4E35	13.91	9,56	31,28	2,35	21,59
	B4E45	18.31	8,74	38,40	2,30	18,95
	B4E55	20.51	8,29	30,46	1,69	19,20
T3 (6 l/ha)	B6E35	15.25	9,61	26,48	1,80	21,81
	B6E45	18.86	8,68	40,54	2,13	17,84
	B6E55	22.57	7,95	38,86	1,60	20,99

Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología

Realizado por: Wilman Lema, 2022.

3.3.4.1. Materia Seca (%)

Al analizar el porcentaje de materia seca de *Medicago sativa* (Alfalfa nacional), se reportó que la mejor respuesta fue al aplicar 6 l/ha a los 55 días con 22.57%, en contraparte el menos eficiente fue el tratamiento testigo (0 l/ha) a la edad de 55 días con 19.59%.

Según (Guanopatin, 2016, p.33) en su investigación reportó un valor de 24.18 %, de igual manera (Guaranga. 2019, p.42), corrobora estos resultados con el análisis proximal, con valores de 17.89% y 27.60 % a los 45 y 60 días, respectivamente. De igual forma otras investigaciones concuerdan con la humedad del forraje logrado con una fertilización orgánica alcanzando un 82.58%, lo que se debió a que un pasto de mayor edad tendrá un menor contenido de este Japón (2012), citado por (Lemache, 2015, p.76).

3.3.4.2. Cenizas

Al evaluar el porcentaje de cenizas de la *Medicago sativa* (Alfalfa Nacional) se demostró que el mayor índice lo presentó el tratamiento testigo a la edad de 35 días con un valor promedio de 9.93%, por el contrario, el menos eficiente fue al aplicar 6 l/ha a la edad de 35 días con 7.95%.

Datos similares reportó (Guaranga. 2019, p.42) quien menciona en su investigación en su investigación valores de 10,86% y 8,02% a los 45 y 60 días respectivamente. Esto se debió a que en la elaboración del biol se incorporó un gran porcentaje de cenizas, lo que indica una buena cantidad de minerales que han sido absorbidos por la alfalfa, notándose gran cantidad de cenizas en el reporte del análisis proximal de este estudio.

3.3.4.3. Fibra

En cuanto al porcentaje de fibra en *Medicago sativa* (Alfalfa Nacional), el tratamiento que mayor porcentaje reportó fue al fertilizar con 6 l/ha a los 45 días con 40,54 %, y el menor porcentaje de fibra fue de 22,07% al aplicar 2 l/ha a los 35 días.

Según (Guaranga. 2019, p.42), menciona en su investigación que a la edad de 45 y 60 días alcanzó valores de 23.45 y 36.80%, respectivamente. (Lemache, 2015, p.76) menciona que la fibra está determinada por el estado de madurez, ya que la formación de lignina, celulosa y hemicelulosa se aceleran, a diferencia de los carbohidratos solubles, dando como resultado un mayor contenido de fibra cruda.

3.3.4.4. Extracto Etéreo

Al evaluar el extracto etéreo de *Medicago sativa* (Alfalfa Nacional) se demostró que el valor más alto fue al aplicar 2 l/ha a los 35 días, donde se observó un valor de 2.77%, mientras que el menor porcentaje se consiguió con el tratamiento testigo a los 35 días con un valor de 1,48%.

De acuerdo con (Guaranga. 2019, p.63), quien menciona en su investigación que a los 45 días reportó un valor de 2.87%, (Lemache, 2015, p.78), indica que los forrajes presentan una gran variación de su calidad en diferentes etapas de crecimiento, por variabilidades de las condiciones ambientales, material genético y el manejo.

3.3.4.5. Proteína

Al analizar la cantidad de proteína de *Medicago sativa* (Alfalfa Nacional) se observó que el mayor valor fue a los 35 días, aplicando 6 l/ha con un porcentaje proteico de 21.81 %, y el menos eficiente fue al fertilizar con 6 l/ha a los 45 días con 17.84% de proteína.

Según (Guaranga. 2019, p.43), menciona en su investigación que a la edad de 45 y 60 días reportó valores similares a esta investigación con 21,11 y 17.72 %, respectivamente, esto se debió a medida que progresa el estado de madurez, la calidad de forraje decrece, esto se encuentra asociado con el contenido de proteína bruta y un notable crecimiento de la fibra y lignina (Córdova & Torrez, 2015, p.7).

3.4. Rendimiento económico a través del indicador beneficio-costo

En la tabla 8-3 se presenta el análisis económico de la producción forrajera de *Medicago sativa* (Alfalfa Nacional), en la Hacienda “Pacahuan” mediante el indicador beneficio/costo, se determinó que la mayor rentabilidad se obtuvo al utilizar 4 l/ha, presentando un beneficio/costo de 1.57 (\$), es decir, por cada dólar invertido, se obtiene una ganancia de 57 centavos, por lo tanto, este tratamiento tuvo una rentabilidad del 57%.

Posteriormente los tratamientos con menor rentabilidad fueron al utilizar 2 l/ha; 6 l/ha; y 0 l/ha con el indicador beneficio/costo de 1.41; 1.44 y 1.49 (\$), respectivamente. Esto quiere decir que por cada dólar invertido aplicando 2 l/ha se obtiene una ganancia de 41 centavos con un 41 % de rentabilidad, para el tratamiento 6 l/ha una ganancia de 44 centavos y un 44% de rentabilidad y por último el testigo (0 l/ha) con 49 centavos de ganancia con una rentabilidad de 49%. Como se observa en la tabla 8-3. Estos resultados proponen la utilización de biol como un biofertilizante, donde demuestra un mejor rendimiento al utilizar recursos de bajo costo y concientizando el bajo impacto que tiene este producto con el medio ambiente.

Tabla 8-3: Rendimiento económico a través del indicador beneficio-costo

PARÁMETROS/EGRESOS	TRATAMIENTOS			
	0 l/ha	2 l/ha	4 l/ha	6 l/ha
Ingredientes y materiales para el Biol	0.00	54,80	54,80	54,80
Leguminosa (Vicia 10 kg)	0.00	3.00	3.00	3.00
Melaza (4 l)	0.00	5.00	5.00	5.00
Levadura (200g)	0.00	2.50	2.50	2.50
Leche de vaca (2 l)	0.00	0.00	0.00	0.00
Cenizas (4 kg)	0.00	0.00	0.00	0.00

Tanque (Capacidad de 60 l)	0.00	26.00	26.00	26.00
Implementos de ferretería	0.00	18.30	17.30	17.30
Mano de obra	300.00	300.00	300.00	300.00
Servicios básicos	10.00	10.00	10.00	10.00
Transporte	60.00	60.00	60.00	60.00
Uso del terreno	750.00	750.00	750.00	750.00
TOTAL DE EGRESOS	1120.00	1174,80	1174,80	1174,80
	INGRESOS			
Producción de forraje (t/FV/ha/corte)	19,09	18,95	21,03	19,40
Cotización del forraje (\$)	87,50	87,50	87,50	87,50
TOTAL DE IINGRESOS	1669,94	1658,25	1840,15	1697,36
BENEFICIO/COSTO (USD)	1,49	1,41	1,57	1,44

Realizado por: Wilman Lema. 202

CONCLUSIONES

Al evaluar la composición química y microbiológica del biofertilizante (biol) a base de residuos de bovinos (Estiércol) se demostró que contiene un pH de 5.45, NT: <0.3; P₂O₅: < 0.55 y K₂O: <0.33 %, así mismo se indican la presencia de bacterias *Bacillus s.p.* y *Lactobacillus s.p.* con una concentración de 70×10^2 y <10 ufc/ml, además de la existencia de la levadura *Sacharomyces s.p.* con 11×10^6 ufc/ml.

El mejor rendimiento que presentó la pradera de alfalfa nacional se obtuvo al aplicar 4 l/ha de biol a los 35 días con una producción de forraje verde de 25.96 (t/FV/Ha/corte) y una producción de materia seca de 3.54 (t/MS/ha/corte).

El análisis proximal reportó la mejor calidad de *Medicago sativa* a los 35 días con un valor de 21.81 % de proteína con una fibra bruta de 26.48% aplicando 6 l/ha de biol a base de estiércol bovino.

El mejor beneficio costo se obtuvo al aplicar 4 l/ha de biol, presentando un beneficio/costo de 1.57 (\$), es decir, por cada dólar invertido, se obtiene una ganancia de 57 centavos, por el cual muestra dicho tratamiento una rentabilidad del 57%.

RECOMENDACIONES

Utilizar leguminosas picadas de trébol, alfalfa o plantas con propiedades insecticidas como la ortiga a manera de ingredientes en la elaboración de un biol.

Evaluar el uso de bioles elaborados con otros residuos orgánicos provenientes de especies zootécnicas en la fertilización de otras especies forrajeras, ya que otorgan beneficios al productor como mayor productividad, además de ser un producto que garantiza un fácil acceso y de bajo costo a corto y largo plazo.

Reducir el uso de fertilizantes químicos mediante la sustitución de abonos orgánicos como el biol, bochashi, compost, entre otros, de esta manera contribuir con una producción amigable con el medio ambiente.

Garantizar el desempeño del biodigestor aportando con la calidad de la materia prima, temperatura que oscilen entre 25 a 35°C, pH neutros, y las condiciones anaeróbicas.

BIBLIOGRAFÍA

AGROTENDENCIA. “Bioles: qué son, tipos y uso en agricultura vertical” Agrotendencia [en línea], 2020, (Ecuador), p. 7-8. [Consulta: 25 agosto 2022]. Disponible en: <https://agrotendencia.tv/agropedia/cultivos/fertilizantes-y-abonos/bioles-en-agricultura-vertical/>

AGUILERA, Anailys. *El costo-beneficio como herramienta de decisión en la inversión en actividades científicas* [blog]. [Consulta: 14 junio 2022]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2073-60612017000200022

ALDAZ ALVARADO, Alvaro Luis. DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO FORRAJERO DEL RAY GRASS INGLÉS (LOLIUM PERENNE) UTILIZANDO FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y DIFERENTES NIVELES DE BIOL PARA MEJORAR LA NUTRICIÓN DE BOVINOS DEL CANTÓN CHIMBO, PROVINCIA DE BOLIVAR [En línea](Trabajo de titulación)(Ingeniería). Universidad Agraria del Ecuador, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Ecuador. 2011. pp. 26-43. [Consulta: 18 junio 2022]. Disponible en: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ALDAZ%20MOYANO%20ALVARO%20LUIS.pdf>

CÓRDOVA ARÉVALO, Eduardo Josué; & TORRES PADILLA, Juan Carlos. Evaluación de dos variedades de alfalfa (Medicago sativa L.) a través de distancias de siembra y fertilizantes, [En línea](Trabajo de titulación)(Ingeniería). Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Facultad de Educación técnica para el desarrollo, Carrera de Ingeniería Agropecuaria, Ecuador. 2015. p.7 [Consulta: 18 junio 2022]. Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/3718>

AZAÑA VASQUEZ, Yobana. “EFECTO DE TRES TIPOS DE ABONO FOLIAR BIOL EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ALFALFA (Medicago sativa L.) EN TINGUA, DISTRITO DE MANCOS, YUNGAY - ANCASH 2019”, [En línea](Trabajo de titulación)(Ingeniería). Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo”, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Agronómica, Perú. 2019. pp. 42-61 [Consulta: 18 junio 2022]. Disponible en: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUNM_9854ae132b7cb33eb7e4f807c03be685

BARCENES ARMIJOS, Victor Hugo. “EVALUACIÓN DE DIFERENTES ABONOS FOLIARES DE BIOL (CUY, BOVINO Y POLLINAZA) EN LA PRODUCCIÓN FORRAJERA DE Setaria sphacelata (PASTO MIEL), EN EL CANTÓN SAN MIGUEL DE LOS BANCOS” [En línea](Trabajo de titulación)(Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo,

Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera de Ingeniería Zootécnica. Riobamba, Chimborazo, Ecuador. 2016. pp. 50-112. [Consulta: 14 junio 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/5208>

CAJAMARCA VASQUEZ, Diego. Procedimientos para la elaboración de abonos orgánicos [En línea](trabajo de titulación)(Ingeniería). Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Cuenca, Ecuador. 2012. pp.12-29. [Consulta: 2022-06-14]. Disponible en: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3277/1/TESIS.pdf>

CAPULIN, Juan; et al. Evaluación del extracto líquido de estiércol bovino como insumo de nutrición vegetal en hidroponía. [En línea], 2001, *Agrociencia* (Texcoco-México), p.299. [Consulta: 25 junio 2022]. ISSN 1405-3195 Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/302/30200304.pdf>

CATAGÑA CHASIPANTA, Alicia Jazmín; & NOBOA TAPIA, Diana Pamela. “PRODUCCIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DEL BIOL DE LA EMMAIPC-EP, CAÑAR, A PARTIR DE RESIDUOS ORGÁNICOS URBANOS, EN PASTIZALES GANADEROS” [En línea](Trabajo de titulación)(Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera de Ingeniería Zootécnica. Riobamba, Chimborazo, Ecuador. 2016. p.12. [Consulta: 14 agosto 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4909>

CEDEÑO VERA, Roberto Carlos; & SABANDO ZAMBRANO, Luis Martín. EVALUACIÓN DE TRES FRECUENCIAS DE APLICACIÓN DE BIOL DE BOVINO EN EL CULTIVO DE PIMIENTO (*Capsicum annum* L.) [En línea](trabajo de titulación)(Ingeniería). Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López Mnaabí, Ecuador. 2016. pp.33-34. [Consulta: 14 agosto 2022]. Disponible en: <https://repositorio.esPam.edu.ec/xmlui/handle/42000/460>

CURETTI, Mariela; & DE ROSSI, Rafael Pablo. Fertilización con fósforo en alfalfa y montes frutales. [En línea], 2021, *INTA* (Argentina), n°88, p.34. [Consulta: 5 agosto 2022]. Disponible en: <https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/handle/20.500.12123/11086>

DÍAZ PLACENCIA, Sandy Lisbeth. “ELABORACIÓN DE ABONO ORGÁNICO (BIOL) PARA SU UTILIZACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE ALFALFA (*Medicago sativa* V. *Vicus*) EN CAJAMARCA” de Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo, Facultad de Ingeniería,

Perú. 2016. p.33. [Consulta: 14 agosto 2022]. Disponible en: <http://repositorio.upagu.edu.pe/handle/UPAGU/215>

ESTRADA, Elmer Adeldo. Elaboración de Abonos Orgánicos Sólidos, Tipo Compost. [En línea], 2010, *Manual Técnico Agrícola* (México), pp.14-15. Primera Edición: febrero 2010 Guatemala, Quetzaltenango. [Consulta:2022-06-21]. Disponible en: <https://www.icta.gob.gt/publicaciones/Suelos/abonosOrganicos.pdf>

FLÓREZ DELGADO, Dixon Fabián. LA ALFALFA (*Medicago sativa*): ORIGEN, MANEJO Y PRODUCCIÓN. [En línea], 2015, *Conexión Agropecuaria* (Tunja, Boyacá- Colombia), Vol. 5 Núm. 1, pp.27-47. [Consulta: 1 enero 2023]. Disponible en: <https://revista.jdc.edu.co/index.php/conexagro/article/view/520/540>

FONAG. Abonos Orgánicos [En línea], 2010, *FONAG* (Estados Unidos), p. 16. [Consulta:2022-06-18]. Disponible en: http://www.fonag.org.ec/doc_pdf/abonos_organicos.pdf

GARRO ALFARO, Jorge J. Elaboración y Uso de Abonos Orgánicos [En línea], 2016, *INTA* (Costa Rica), pp. 23-24. [Consulta: 18 JUNIO 2022]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/363064993/El-Suelo-y-Los-Abonos-Organicos-Muy-Bueno>

GÓMEZ VÁSQUEZ, Diego David. Abonos Orgánicos [En línea], 2014, *SAG* (Honduras), pp. 24-25. [Consulta:2022-06-18]. Disponible en: info@swisscontact.org.hn -- www.pymerural.org

GUAYTARILLA, Nelson; & IZQUIERDO CADEN, Freddy. “RESPUESTA DE LA FERTILIZACIÓN CON BORO EN EL CULTIVO DE ALFALFA *Medicago sativa* SANTA ROSA DE CUSUBAMBA- CAYAMBE” *La Granja*, n°4(2006), (Ecuador) pp. 67-70 ISSN 1390-3799 [Consulta: 6 agosto 2022]. Disponible en: <https://orgprints.org/id/eprint/43417/7/MATERIA%20ORGA%CC%81NICA%20DEL%20SUELO.pdf>

GRAND, Alfred & MICHEL, Vicent. Materia orgánica del suelo [En línea], 2020, *Best4soil* (European Unions), pp.1-3. [Consulta: 6 agosto 2022]. Disponible en: <https://orgprints.org/id/eprint/43417/7/MATERIA%20ORGA%CC%81NICA%20DEL%20SUELO.pdf>

GUANOPATÍN CHICAIZA, Mélida Rebeca. APLICACIÓN DE BIOL EN EL CULTIVO ESTABLECIDO DE ALFALFA (*Medicago sativa*) [En línea](Trabajo de titulación)(Ingeniería).

Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Agronómica. Riobamba, Chimborazo, Ecuador. 2016. pp.32-33. [Consulta: 14 agosto 2022]. Disponible en: https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/969/1/Tesis_009agr.pdf

GUARANGA MAGI, Aurora Amparito. “DETERMINACIÓN IN SITU DE LA EDAD Y HORA ÓPTIMA DE CORTE SOBRE LA CONCENTRACIÓN DE CARBOHIDRATOS SOLUBLES EN ALFALFA MORADA (*Medicago sativa*)” [En línea](trabajo de titulación)(Ingeniería). Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera de Ingeniería Zootécnica. Riobamba, Chimborazo, Ecuador. 2019. pp.34-35. [Consulta:2022-08-14]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/13384>

HERRERO, Jaime Marti. Biodigestores de bajo costo para producir biogás y fertilizante a partir de residuos orgánicos [En línea], 2015, *Ideass America Latina* (Bolivia), p. 6. [Consulta: 21 junio 2022]. Disponible en: http://www.ilsleda.org/usr_files/news/biodigestoresbi_791922.pdf

ICEX. Fertilizantes en Ecuador [En línea], 2018, *Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Quito* (España), p.3. [Consulta: 11 agosto 2022]. Disponible en : <https://www.icex.es/es/quienes-somos/donde-estamos/red-exterior-de-comercio/VN/documentos-y-estadisticas/estudios-e-informes>

INFOAGRO. El cultivo de alfalfa [En línea], 2017, *infoAgro*, (México), p.4. [Consulta: 10 agosto 2022]. Disponible en: <https://www.infoagro.com/herbaceos/forrajes/alfalfa.htm>

INTAGRI. Disponibilidad de Nutrimientos y el pH del Suelo [En línea], 2021, *INTA* (México), p.15. [Consulta: 6 agosto 2022]. Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/disponibilidad-de-nutrimientos-y-el-ph-del-suelo>

INIA. *Producción y uso del biol* [blog]. Lima-Perú: Programa Nacional de Investigación en Recursos Genéticos, 2008. [Consulta: 10 Julio 2022]. Disponible en: http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/115/1/Uso_Biol_Lima_2008.pdf

INIAP. Elaboración y Uso de Abonos Orgánicos [En línea], 2011, V (185) (Ecuador), p.17. [Consulta: 13 junio 2022]. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/95>

INIAP. Elaboración y Uso de Abonos Orgánicos [En línea], 2011, Boletín Técnico (410) (Ecuador), p.17. [Consulta: 13 junio 2022]. Disponible en: <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2017/12/Manual-de-elaboraci%C3%B3n-de-abonos-org%C3%A1nicos.pdf>

JARA SAMANIEGO, J; et al. Elaboración y caracterización de bioles de residuos orgánicos [En línea], 2021, *InterSedes* (Ecuador), p. 192. ISSN 2215-2458 [Consulta: 20 junio 2022]. Disponible en: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2215-24582021000100189

LEMACHE DAMIÁN, Piedad Cristina. "UTILIZACIÓN DE DIFERENTES TÉ DE ESTIÉRCOL EN LA PRODUCCIÓN DE *Medicago sativa* (ALFALFA), VARIEDAD FLOR MORADA" [En línea](Trabajo de titulación)(Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera de Ingeniería Zootécnica. Riobamba, Chimborazo, Ecuador. 2015. pp.76-77. [Consulta: 14 junio 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3924>

LEÓN, Ramiro; et al. *Pastos y forrajes del Ecuador* [en línea]. Ecuador-Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana, 2018. [Consulta: 20 Julio 2022]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19019/4/PASTOS%20Y%20FORRAJES%20D%20EL%20ECUADOR%202021.pdf>

LÓPEZ GARCIA, José; et al. Estiércol animal. [En línea], 2012, *Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica (SINADEF)* (Estados Unidos), p.145. [Consulta: 21 junio 2022]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/237032461>

LUNA AREVALO, Miguel Santiago. "RESPUESTA DE UN CULTIVO ASOCIADO DE ALFALFA (*Medicago sativa*) Y RYE GRASS (*Lolium perenne*) ESTABLECIDO A LA APLICACIÓN EDAFICA DE ZEOLITA" [En línea] (Trabajo de titulación) (Médico). Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, Medicina Veterinaria. Cuenca, Ecuador 2015 p. 21. [Consulta: 13 junio 2022]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/8871>

MAMANI, Juan; et al. El Biol [En línea], 2019, *Unidad de Comunicación PRINPA* (Ecuador), pp.5-6. [Consulta: 21 junio 2022]. Disponible en: https://www.unodc.org/documents/bolivia/DI_Hagamos_nuestro_biol.pdf

MARTEL ACOSTA, Luis Alberto. EFECTO DE LOS NIVELES DE ABONOS FOLIARES EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL CULTIVO DE ALFALFA ESTABLECIDA (*Medicago sativa* L.), EN CONDICIONES EDAFOCLIMATICAS DE YACUPUNTA – HUÁNUCO, 2017 [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Nacional Hermilio Valdizan Huánuco, Facultad de Ciencias Agrárias, Escuela Profesional de Ingeniería

Agronómica, Perú. 2018. pp. 12-45. [Consulta: 18 junio 2022]. Disponible en: <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/3304>

MEDINA V, A; et al. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE BIOL DE SEGUNDA GENERACIÓN DE ESTIÉRCOL DE OVINO PRODUCIDO A TRAVÉS DE BIODIGESTORES [En línea], 2016, *Universidad Nacional Agraria La Molina* (Perú), pp.116-124. ISSN 2519-7398 [Consulta: 1 septiembre 2022]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.21704/ac.v76i1.772>

MUÑOZ DIAZ, Anddy Jacinto. “Ventajas de los biopreparados para controlar enfermedades, como alternativa de la agricultura orgánica” [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Babahoyo, Los Rios, Ecuador. 2020. p.6. [Consulta: 14 junio 2022]. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/8511#:~:text=El%20uso%20de%20biopreparados%20con%20lleva,la%20calidad%20de%20las%20cosechas>

OCHOA MORALES, Rocío Guadalupe. Agricultura orgánica [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, División de Socioeconómicas, Departamento de Sociología. Buenavista, Saltillo, México. 2010. p.1. [Consulta: 13 junio 2022]. Disponible en: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4622/T18329%20OCHOA%20MORALES,%20ROCIO%20GUADALUPE%20%20MONOG..pdf?Sequence=1>

ORTIZ ORTIZ, Marilyn Lisbeth. “UTILIZACIÓN DE DOS FUENTES ORGÁNICAS EN LA PRODUCCIÓN DE *Medicago sativa* (ALFALFA MORADA) EN LA PARROQUIA ATAHUALPA CANTÓN AMBATO” [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera de Ingeniería Zootécnica. Riobamba, Chimborazo, Ecuador. 2021. pp.36-40. [Consulta: 14 junio 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/17077/1/17T01714.pdf>

PINHEIRO, L. Pastoreo voisin. [En línea], 2004, *Tecnología agroecológica para o terceiro milénio*. (Porto Alegre-Brasil), pp.220. [Consulta:2022-06-26]. Disponible en: Cinco Continentes Editora Ltda.

ROSADO SUAREZ, Allan Enrique. “Utilización de diferentes profundidades de labranza mínima en el establecimiento de alfalfa (*Medicago sativa*)” y su efecto en los rendimientos

productivos” [En línea] (trabajo de titulación) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera de Ingeniería Zootécnica. Riobamba, Chimborazo, Ecuador. 2011. p.6. [Consulta: 14 junio 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1025/1/17T01039.pdf>

ROTONDARIO, Roberto. Manejo y Nutrición de la alfalfa [En línea], 2016, *ACA Nutrición de Cultivos*, (Ecuador), p.2. [Consulta: 11 agosto 2022]. Disponible en: <http://portal.acabase.com.ar/suelofertil/Articulos%20de%20Inters/VARIOS/Alfalfa%20-%20Manejo%20y%20nutrici%C3%B3n%20da%20parte.pdf>

REINES, F; et al. “III taller internacional de Agricultura Orgánica” [En línea], 2019, (México), p.10. [Consulta: 13 junio 2022]. Disponible en: https://www.academia.edu/5657447/III_Taller_Internacional_de_Agricultura_Org%C3%A1nica

TUMBACO VERA, Lisley Lorena. “EVALUACIÓN DEL VALOR NUTRITIVO Y FORRAJERO DEL PASTO MARANDÚ (*Brachiaria brizantha*) CON DOS NIVELES DE BIOL EN LA COMUNA DOS MANGAS” [En línea] (trabajo de titulación) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera de Ingeniería Zootécnica. Riobamba, Chimborazo, Ecuador. 2019. p.63. [Consulta: 14 agosto 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/14224>

SÁNCHEZ, J. et al. Evaluación de las concentraciones de Nitrógeno, Fósforo y Potasio del biol y biosol obtenidos a partir de estiércol de ganado vacuno en un biodigestor de geomembrana de policloruro de vinilo [En línea], 2019, *Arnaldoa* (Perú), p.7-8. [Consulta: 29 agosto 2022]. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2413-32992019000300021&script=sci_arttext

SAG. Agricultura orgánica nacional [En línea]. Chile: *MINISTERIO DE AGRICULTURA*, 2013. [Consulta: 09 agosto 2022]. Disponible en: https://www.sag.cl/sites/default/files/agricultura_org._nacional_bases_tecnicas_y_situacion_actual_2013.pdf

SALINAS, Edmar. “La agricultura orgánica como modelo alternativo” *Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco* [En línea], 2014, (México), p. 92. [Consulta: 13 junio 2022]. Disponible en:

https://www.ecorfan.org/bolivia/series/Topicos%20selectos%20de%20Recursos_V/Articulo%2009.pdf

DO CAMPOS, Roberto. Importancia de la materia orgánica en el suelo [En línea], 2016, *Agrocalidad*, Vol. 9, n° (8) (México), pp.52-58. [Consulta:2022-08-06]. Disponible en: <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/1199/1/128221131113111309.pdf>

Sistema Biobolsa. Manual de Biol [En línea], 2019, *sistemabiobolsa* (México), p. 6-7. [Consulta:2022-06-21]. Disponible en: www.sistemabiobolsa.com

SALAZAR SOSA, E; et al. Agricultura Orgánica [En línea]. México: *Facultad de Agricultura y Zootecnia de la UJED*, 2003. ISBN 968-6404-62-7 [Consulta: 29 julio 2022]. Disponible en: https://smcsmx.org/files/books/agricultura_org.pdf

USCA TIUQUINCA, Bety Maribel. “Evaluación de diferentes niveles de un biofertilizante orgánico en la producción forrajera de Medicago sativa var. abunda verde (Alfalfa)” [En línea](Trabajo de titulación)(Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera de Ingeniería Zootécnica. Riobamba, Chimborazo, Ecuador. 2016. p.40. [Consulta: 14 agosto 2022]. Disponible en: https://biblioteca.esPOCH.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=56165&shelfbrowse_itemnumber=76653



x *Rosari*

ANEXOS

ANEXO A: ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LA VARIABLE ALTURA DE LA PLANTA (CM) DE LA *Medicago sativa* (ALFALFA NACIONAL) A 3 EDADES DE CORTE

1. Resultados experimentales

Fertilización	Edad de corte (días)	Código	Repeticiones Altura, cm			Suma Altura	Media
			I	II	III		
0 l/ha Biol	35	B0E35	59,25	56,99	63,42	183,24	61,08
0 l/ha Biol	45	B0E45	78,54	65,25	70,02	212,81	70,94
0 l/ha Biol	55	B0E55	81,80	79,25	84,33	240,63	80,21
2 l/ha Biol	35	B2E35	66,46	56,20	58,13	180,79	60,26
2 l/ha Biol	45	B2E45	72,08	70,11	68,70	210,89	70,30
2 l/ha Biol	55	B2E55	83,43	72,50	78,00	233,93	77,98
4 l/ha Biol	35	B4E35	68,66	66,71	54,84	190,22	63,41
4 l/ha Biol	45	B4E45	73,91	75,76	71,91	221,58	73,86
4 l/ha Biol	55	B4E55	64,71	77,88	85,50	228,09	76,03
6 l/ha Biol	35	B6E35	66,84	68,04	72,83	207,71	69,24
6 l/ha Biol	45	B6E45	75,21	68,04	72,83	216,09	72,03
6 l/ha Biol	55	B6E55	78,43	79,25	81,00	238,68	79,56

2. Análisis de la varianza (ADEVA)

F. Var	gl	S Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	35	2808,8			
Fertilización	3	14,32	4,77	0,17	0,9169
Edad de corte	2	1997,97	998,98	35,14	0,00000014
Interacción A*B	6	89,02	14,84	0,52	0,7855
Repeticiones	2	81,98	40,99	1,44	0,2580
Error	22	625,46	28,43	1,00	0,5000
CV %			7,56		
Media			70,48		

Nota: SC: Suma de cuadrados; gl: Grados de libertad; C.M: Cuadrados medios; P. Fisher: Estadístico de prueba y p es la probabilidad de error.

3. Separación de medias según Duncan ($p < 0.05$) del Factor A.

FERTILIZACIÓN	MEDIA	GRUPO
4 l/ha Biol	71,10	a
0 l/ha Biol	70,74	a
6 l/ha Biol	70,34	a

2 l/ha Biol	69,51	a
-------------	-------	---

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

4. Separación de medias según Duncan ($p < 0.05$) del Factor B.

EDAD DE CORTE	MEDIA	GRUPO
55 días	78,84	a
45 días	71,86	b
35 días	60,75	c

Medias con una letra no común son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

5. Separación de medias según Duncan ($p < 0.05$) de la interacción A*B para la variable altura de la planta (cm) de la *Medicago sativa* (Alfalfa Nacional)

INT. A*B	MEDIA	GRUPO
B0E55	81,79	a
B6E55	79,56	a
B2E55	77,98	a
B4E55	76,03	a
B4E45	73,86	a
B6E45	72,03	a
B0E45	71,27	a
B2E45	70,30	a
B4E35	63,41	a
B0E35	60,26	a
B2E35	59,89	a
B6E35	59,44	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

6. Análisis de la regresión para la variable altura a la edad de corte.

a. Análisis de varianza

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	1963,71	1963,71	79,01	2,17
Residuos	34	845,03	24,85		
Total	35	2808,75			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Intercepción	29,77	4,65	6,39	2,6	20,32	39,23	20,32	39,23
Variable X	0,90	0,10	8,88	2,1	0,69	1,11	0,69	1,11

**ANEXO B: ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LA VARIABLE COBERTURA BASAL (%) DE
LA *Medicago sativa* (ALFALFA NACIONAL) A 3 EDADES DE CORTE**

1. Resultados experimentales de cobertura basal (%) de la *Medicago sativa* (Alfalfa Nacional)

Fertilización	Edad de corte (días)	Código	Repeticiones Cobertura Basal, %			Suma	Media
			I	II	III		
FACTOR A	FACTOR B						
0 l/ha Biol	35	B0E35	20,5	12,45	11,8	44,75	14,92
0 l/ha Biol	45	B0E45	10,00	13,55	10,10	33,65	11,22
0 l/ha Biol	55	B0E55	15,20	16,40	12,00	43,60	14,53
2 l/ha Biol	35	B2E35	17,10	10,80	13,10	41,00	13,67
2 l/ha Biol	45	B2E45	13,60	14,70	16,05	44,35	14,78
2 l/ha Biol	55	B2E55	16,40	15,20	11,20	42,80	14,27
4 l/ha Biol	35	B4E35	22,05	15,85	13,40	51,30	17,10
4 l/ha Biol	45	B4E45	15,15	15,55	13,60	44,30	14,77
4 l/ha Biol	55	B4E55	12,40	14,00	10,80	37,20	12,40
6 l/ha Biol	35	B6E35	20,57	12,70	11,05	44,32	14,77
6 l/ha Biol	45	B6E45	10,90	17,00	11,60	39,50	13,17
6 l/ha Biol	55	B6E55	12,40	15,20	10,40	38,00	12,67

2. Análisis de la varianza (ADEVA)

F. Var	gl	S Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	35	312,8			
Fertilización	3	9,35	3,12	0,42	0,7388
Edad de corte	2	21,50	10,75	1,46	0,2548
Interacción A*B	6	45,62	7,60	1,03	0,4325
Repeticiones	2	73,93	36,97	5,01	0,0161
Error	22	162,40	7,38	1,00	0,5000
CV %			19,38		
Media			14,02		

3. Separación de medias según Duncan ($p < 0.05$) del Factor A.

FERTILIZACIÓN	MEDIA	GRUPO
4 l/ha Biol	14,76	a
2 l/ha Biol	14,24	a
0 l/ha Biol	13,56	a
6 l/ha Biol	13,54	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

4. Separación de medias según Duncan ($p < 0.05$) del Factor B (Edad de corte) para la variable cobertura basal (%) de la *Medicago sativa* (Alfalfa Nacional)

EDAD DE CORTE	MEDIA	GRUPO
35 días	15,11	a
45 días	13,48	a
55 días	13,47	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

5. Separación de medias según Duncan ($p < 0.05$) de la interacción A*B.

INT. A*B	MEDIA	GRUPO
B4E35	17,10	a
B0E35	14,92	a
B2E45	14,78	a
B6E35	14,77	a
B4E45	14,77	a
B0E55	14,53	a
B2E55	14,27	a
B2E35	13,67	a
B6E45	13,17	a
B6E55	12,67	a
B4E55	12,40	a
B0E45	11,22	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANEXO C: ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LA VARIABLE COBERTURA BASAL (%) DE LA *Medicago sativa* (ALFALFA NACIONAL) A 3 EDADES DE CORTE

1. Resultados experimentales de la variable cobertura aérea (%) de la *Medicago sativa* (Alfalfa Nacional)

Fertilización	Edad de corte (días)	Código	Repeticiones Cobertura Aérea, %			Suma	Media
			I	II	III		
FACTOR A	FACTOR B						
0 l/ha Biol	35	B0E35	39,40	43,15	31,80	114,35	38,12
0 l/ha Biol	45	B0E45	42,60	41,50	42,30	126,40	42,13
0 l/ha Biol	55	B0E55	67,60	46,00	36,80	150,40	50,13
2 l/ha Biol	35	B2E35	37,55	27,20	40,00	104,75	34,92
2 l/ha Biol	45	B2E45	41,80	47,40	65,60	154,80	51,60
2 l/ha Biol	55	B2E55	44,00	56,00	57,20	157,20	52,40
4 l/ha Biol	35	B4E35	53,65	42,40	36,95	133,00	44,33
4 l/ha Biol	45	B4E45	61,70	52,40	45,40	159,50	53,17
4 l/ha Biol	55	B4E55	41,60	49,20	34,80	125,60	41,87
6 l/ha Biol	35	B6E35	46,55	25,15	30,65	102,35	34,12
6 l/ha Biol	45	B6E45	37,10	48,60	46,10	131,80	43,93

6 l/ha Biol	55	B6E55	46,80	62,00	35,20	144,00	48,00
-------------	----	-------	-------	-------	-------	--------	-------

2. Análisis de la varianza.

F. Var	gl	S Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	35	3595,5			
Fertilización	3	128,85	42,95	0,47	0,7041
Edad de corte	2	806,26	403,13	4,44	0,0240
Interacción A*B	6	520,37	86,73	0,96	0,4772
Repeticiones	2	142,94	71,47	0,79	0,4675
Error	22	1997,12	90,78	1,00	0,5000
CV %			21,38		
Media			44,56		

3. Separación de medias según Duncan ($p < 0.05$) del Factor A.

FERTILIZACIÓN	MEDIA	GRUPO
4 l/ha Biol	46,46	a
2 l/ha Biol	46,31	a
0 l/ha Biol	43,46	a
6 l/ha Biol	42,02	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

4. Separación de medias según Duncan ($p < 0.05$) del Factor B (Edad de corte).

EDAD DE CORTE	MEDIA	GRUPO
55 días	48,10	a
45 días	47,71	a
35 días	37,87	b

Medias con una letra no común son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

5. Separación de medias según Duncan ($p < 0.05$) de la interacción A*B.

INT. A*B	MEDIA	GRUPO
B4E45	53,17	a
B2E55	52,40	a
B2E45	51,60	a
B0E55	50,13	a
B6E55	48,00	a
B4E35	44,33	a
B6E45	43,93	a
B0E45	42,13	a
B4E55	41,87	a
B0E35	38,12	a
B2E35	34,92	a
B6E35	34,12	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

6. Análisis de la regresión para la variable Cobertura Aérea (%) a 3 edades de corte.

a. Análisis de varianza.

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	627,81	627,81	7,19	0,01
Residuos	34	2967,71	87,28		
Total	35	3595,52			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Intercepción	21,54	8,72	2,47	0,01	3,81	39,26	3,81	39,26
Variable X ₁	0,51	0,19	2,68	0,01	0,12	0,89	0,12	0,89

ANEXO D: RESULTADOS EXPERIMENTALES DE LA VARIABLE PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE (T/FV/HA/CORTE) DE LA *Medicago sativa* (ALFALFA NACIONAL) A 3 EDADES DE CORTE

1. Datos de la variable producción de forraje verde (t/FV/ha/corte) de la *Medicago sativa* (Alfalfa Nacional)

Fertilización	Edad de corte (días)	Código	Repeticiones Forraje Verde (t/FV/Ha/Corte)			Suma	Media
			I	II	III		
0 l/ha Biol	35	B0E35	21,39	16,03	23,59	61,01	20,34
0 l/ha Biol	45	B0E45	17,96	14,88	20,14	52,98	17,66
0 l/ha Biol	55	B0E55	12,79	26,39	18,59	57,78	19,26
2 l/ha Biol	35	B2E35	29,57	17,24	19,05	65,86	21,95
2 l/ha Biol	45	B2E45	16,53	14,90	13,77	45,20	15,07
2 l/ha Biol	55	B2E55	24,67	15,24	19,59	59,50	19,83
4 l/ha Biol	35	B4E35	37,92	24,48	15,48	77,87	25,96
4 l/ha Biol	45	B4E45	14,45	18,86	19,41	52,72	17,57
4 l/ha Biol	55	B4E55	15,42	19,50	23,76	58,68	19,56
6 l/ha Biol	35	B6E35	22,93	16,89	18,86	58,68	19,56
6 l/ha Biol	45	B6E45	21,77	15,58	16,69	54,05	18,02
6 l/ha Biol	55	B6E55	20,77	20,23	20,86	61,86	20,62

2. Análisis de la varianza (ADEVA)

F. Var	gl	S Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	35	856,4			
Fertilización	3	24,94	8,31	0,33	0,8072
Edad de corte	2	143,24	71,62	2,80	0,0825
Interacción A*B	6	67,76	11,29	0,44	0,8430
Repeticiones	2	57,85	28,93	1,13	0,3407
Error	22	562,60	25,57	1,00	0,5000
CV %			25,78		
Media			19,62		

3. Separación de medias según Duncan ($p < 0.05$) del Factor A.

FERTILIZACIÓN	MEDIA	GRUPO
4 l/ha Biol	21,03	a
6 l/ha Biol	19,40	a
0 l/ha Biol	19,09	a
2 l/ha Biol	18,95	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

4. Separación de medias según Duncan ($p < 0.05$) del Factor B.

EDAD DE CORTE	MEDIA	GRUPO
35 días	21,95	a
55 días	19,82	a
45 días	17,08	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

5. Separación de medias según Duncan ($p < 0.05$) de la interacción A*B

INT. A*B	MEDIA	GRUPO
B4E35	25,96	a
B2E35	21,95	a
B6E55	20,62	a
B0E35	20,34	a
B2E55	19,83	a
B4E55	19,56	a
B6E35	19,56	a
B0E55	19,26	a
B6E45	18,02	a
B0E45	17,66	a
B4E45	17,57	a
B2E45	15,07	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANEXO E: ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LA VARIABLE PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA (TN/MS/HA/CORTE) DE LA *MEDICAGO SATIVA* (ALFALFA NACIONAL) A 3 EDADES DE CORTE

1. Resultados experimentales de la variable producción de forraje en Materia Seca (t/MS/ha/corte) de la *Medicago sativa* (Alfalfa Nacional)

Fertilización	Edad de corte (días)	Código	Repeticiones Forraje M.S (Tn/MS/Ha/Corte)			Suma	Media
			I	II	III		
FACTOR A	FACTOR B						
0 l/ha Biol	35	B0E35	2,69	2,38	3,49	8,56	2,85
0 l/ha Biol	45	B0E45	2,78	2,86	3,54	9,17	3,06
0 l/ha Biol	55	B0E55	2,50	5,03	3,76	11,28	3,76
2 l/ha Biol	35	B2E35	4,19	2,77	2,78	9,74	3,25
2 l/ha Biol	45	B2E45	2,91	2,39	2,38	7,68	2,56
2 l/ha Biol	55	B2E55	4,56	3,13	4,00	11,69	3,90
4 l/ha Biol	35	B4E35	4,82	3,45	2,36	10,63	3,54
4 l/ha Biol	45	B4E45	2,54	3,41	3,74	9,69	3,23
4 l/ha Biol	55	B4E55	3,07	4,01	5,00	12,08	4,03
6 l/ha Biol	35	B6E35	3,47	2,58	2,92	8,96	2,99
6 l/ha Biol	45	B6E45	4,25	2,86	3,12	10,23	3,41
6 l/ha Biol	55	B6E55	4,26	3,89	5,84	13,99	4,66

2. Análisis de la varianza (ADEVA)

F. Var	gl	S Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	35	27,2			
Fertilización	3	1,58	0,53	0,76	0,5297
Edad de corte	2	7,68	3,84	5,53	0,0113
Interacción A*B	6	1,89	0,31	0,45	0,8351
Repeticiones	2	0,81	0,40	0,58	0,5670
Error	22	15,27	0,69	1,00	0,5000
CV %			24,25		
Media			3,44		

3. Separación de medias según Duncan ($p < 0.05$) del Factor A.

FERTILIZACIÓN	MEDIA	GRUPO
6 l/ha Biol	3,69	a
4 l/ha Biol	3,60	a
2 l/ha Biol	3,23	a
0 l/ha Biol	3,22	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

4. Separación de medias según Duncan ($p < 0.05$) del Factor B.

EDAD DE CORTE	MEDIA	GRUPO
55 días	4,09	a
35 días	3,16	b
45 días	3,06	b

Medias con una letra no común son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

5. Separación de medias según Duncan ($p < 0.05$) de la interacción A*B

INT. A*B	MEDIA	GRUPO
B6E55	4,66	a
B4E55	4,03	a
B2E55	3,90	a
B0E55	3,76	a
B4E35	3,54	a
B6E45	3,41	a
B2E35	3,25	a
B4E45	3,23	a
B0E45	3,06	a
B6E35	2,99	a
B0E35	2,85	a
B2E45	2,56	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

6. Análisis de la regresión para la variable Producción Materia Seca (tn/MS/ha/corte) a 3 edades de corte.

a. Análisis de varianza (ADEVA)

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	5,19	5,19	8,00	0,00
Residuos	34	22,03	0,64		
Total	35	27,22			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Intercepción	1,343479	0,751567	1,78756	0,082762	-0,18389	2,87084	-0,18389	2,870849
Variable X								
1	0,046506	0,016433	2,83006	0,007756	0,013110	0,07990	0,01311	0,079903

ANEXO F: ANÁLISIS PROXIMAL DE *MEDICAGO SATIVA* (ALFALFA NACIONAL) A 3 EDADES DE CORTE

1. Resultados bromatológicos de la materia seca de la *Medicago sativa* (Alfalfa Nacional).

TRATAMIENTOS	CÓDIGO	REPETICIONES (% MS)			SUMA	MEDIA
		I	II	III		
T0	B0E35	12,57	14,52	14,71	41,80	13,93
	B0E45	15,45	19,23	17,55	52,24	17,41
	B0E55	19,52	19,05	20,22	58,78	19,59
T1	B2E35	13,75	16,07	14,34	44,15	14,72
	B2E45	17,60	16,01	17,32	50,93	16,98
	B2E55	18,50	20,52	20,44	59,46	19,82
T2	B4E35	12,64	13,87	15,22	41,73	13,91
	B4E45	17,61	18,06	19,26	54,93	18,31
	B4E55	19,93	20,58	21,03	61,54	20,51
T3	B6E35	15,10	15,23	15,43	45,76	15,25
	B6E45	19,54	18,35	18,70	56,58	18,86
	B6E55	20,49	19,22	28,01	67,72	22,57

Muestras expresadas en base seca.

Realizado por: Wilman Lema, 2022.

Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología

2. Resultados bromatológicos de cenizas (%) de la *Medicago sativa* (Alfalfa Nacional).

TRATAMIENTOS	CÓDIGO	REPETICIONES (% Cenizas)			SUMA	MEDIA
		I	II	III		
T0	B0E35	10,31	9,39	10,09	29,79	9,93
	B0E45	8,85	8,12	8,88	25,85	8,62
	B0E55	8,63	8,26	8,89	25,79	8,60
T1	B2E35	10,06	8,53	9,53	28,12	9,37
	B2E45	10,05	9,24	9,58	28,87	9,62
	B2E55	8,80	7,90	8,05	24,75	8,25
T2	B4E35	9,65	10,31	8,72	28,68	9,56
	B4E45	9,00	8,71	8,51	26,22	8,74
	B4E55	8,36	8,16	8,34	24,86	8,29
T3	B6E35	10,21	8,75	9,87	28,83	9,61
	B6E45	9,70	7,79	8,56	26,05	8,68
	B6E55	7,87	8,11	7,87	23,85	7,95

Muestras expresadas en base seca.

Realizado por: Wilman Lema, 2022.

Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología

3. Resultados bromatológicos (%) de la *Medicago sativa* (Alfalfa Nacional).

TRATAMIENTOS	CÓDIGO	REPETICIONES (% FC)			SUMA	MEDIA
		I	II	III		
T0	B0E35	29,04	33,78	31,43	94,25	31,42
	B0E45	33,81	29,94	32,38	96,13	32,04
	B0E55	33,00	27,78	30,75	91,54	30,51
T1	B2E35	18,06	25,97	22,18	66,20	22,07
	B2E45	37,91	31,82	35,10	104,83	34,94
	B2E55	38,95	27,90	33,99	100,84	33,61
T2	B4E35	29,74	32,41	31,71	93,85	31,28
	B4E45	42,28	34,50	38,41	115,19	38,40
	B4E55	27,46	33,36	30,55	91,37	30,46
T3	B6E35	27,24	26,08	26,12	79,44	26,48
	B6E45	39,24	42,01	40,36	121,61	40,54

	B6E55	45,68	32,29	38,63	116,59	38,86
--	-------	-------	-------	-------	--------	-------

Muestras expresadas en base seca.

Realizado por: Wilman Lema, 2022.

Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología

4. Resultados bromatológicos del extracto etéreo (%) de la *Medicago sativa* (Alfalfa Nacional).

TRATAMIENTOS	CÓDIGO	REPETICIONES (% E.E)			SUMA	MEDIA
		I	II	III		
T0	B0E35	0,90	2,06	1,48	4,44	1,48
	B0E45	2,64	1,98	2,34	6,96	2,32
	B0E55	2,48	1,26	1,89	5,63	1,88
T1	B2E35	3,41	2,11	2,79	8,30	2,77
	B2E45	1,82	2,51	2,19	6,52	2,17
	B2E55	2,04	1,40	1,74	5,19	1,73
T2	B4E35	2,77	1,88	2,38	7,04	2,35
	B4E45	2,23	2,37	2,29	6,89	2,30
	B4E55	1,55	1,82	1,70	5,07	1,69
T3	B6E35	1,77	1,87	1,78	5,41	1,80
	B6E45	1,38	2,92	2,11	6,40	2,13
	B6E55	1,64	1,57	1,59	4,80	1,60

Muestras expresadas en base seca.

Realizado por: Wilman Lema, 2022.

Dirigido por: B.Q.F: Carmen Zavala

Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología

5. Resultados bromatológicos de la proteína (%) de *Medicago sativa* (Alfalfa Nacional)

TRATAMIENTOS	CÓDIGO	REPETICIONES (% Proteína)			SUMA	MEDIA
		I	II	III		
T0	B0E35	19,58	20,44	20,03	60,05	20,02
	B0E45	18,95	19,74	19,62	58,31	19,44
	B0E55	20,21	21,15	20,87	62,24	20,75
T1	B2E35	21,91	21,20	21,74	64,86	21,62
	B2E45	19,17	19,51	19,47	58,15	19,38
	B2E55	20,41	19,45	20,09	59,96	19,99
T2	B4E35	22,09	20,79	21,89	64,77	21,59
	B4E45	20,27	17,67	18,93	56,86	18,95
	B4E55	17,99	20,29	19,33	57,61	19,20
T3	B6E35	21,99	21,94	21,51	65,43	21,81
	B6E45	15,94	19,80	17,77	53,51	17,84
	B6E55	19,82	22,34	20,80	62,96	20,99

Muestras expresadas en base seca.

Realizado por: Wilman Lema, 2022.

Dirigido por: B.Q.F: Carmen Zavala

Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología

ANEXO G: CERTIFICADO DE LABORATORIO DE NUTRICIÓN ANIMAL Y BROMATOLOGÍA DEL ANÁLISIS PROXIMAL



ESPOCH

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

CERTIFICADO

A QUIEN CORRESPONDA

Tengo a bien certificar que el Sr. **Wilman Isaac Lema Jaramillo** con CI: **160071074-1**, realizó en el laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología, el Análisis Proximal de la Medicago sativa (Alfalfa Nacional) correspondiente al tema de investigación: **“VALORACIÓN PRODUCTIVA DE UN BIOL Y SU EFECTO EN LA FERTILIZACIÓN DE LA Medicago sativa (ALFALFA NACIONAL) EN LA HACIENDA PACAHUAN”** trabajo realizado en la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, mismo que fue desarrollado desde el 10 de Junio de 2022 hasta el 11 de Agosto de 2022.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, autorizando al interesado hacer usos del presente en lo que bien tuviere.

Riobamba, 15 de Agosto de 2022

Atentamente

B.Q.F. Carmen Alicia Zavala Toscano
TÉCNICO DEL LABORATORIO DE
NUTRICIÓN ANIMAL Y BROMATOLOGÍA

ANEXO H: INFORME DE LABORATORIO DEL ANÁLISIS DE SUELO INICIAL

 AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 023828860 Ext. 2080	PGT/SFA/09-FO01
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Rev. 5 Hoja 1 de 2

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 09.003

Informe N°: LN-SFA-E22-0492
 Fecha emisión Informe: 13/05/2022

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante¹: German Lema
Dirección¹: Otto Arosemena y Juan de Dios
Provincia¹: ---- **Cantón¹:** ----
Teléfono¹: 0997693034
Correo Electrónico¹: cecijaramillo79@yahoo.es
N° Orden de Trabajo: 06-2022-052
N° Factura/Documento: 010-001-3168

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra¹: Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco	
Cultivo¹: ----		
Provincia¹: Chimborazo	Coordenadas¹:	X: ----
Cantón¹: Riobamba		Y: ----
Parroquia¹: Quimig		Altitud: ----
Muestreado por¹: Isac Lema		
Fecha de muestreo¹: ----	Fecha de inicio de análisis: 29-04-2022	
Fecha de recepción de la muestra: 29-04-2022	Fecha de finalización de análisis: 13-05-2022	

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-22-0564	01-Chimborazo	pH a 25 °C	Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D	---	7,62
		Materia Orgánica*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	1,98
		Nitrógeno*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,10
		Fósforo*	Colorimétrico PEE/SFA/11	mg/kg	9,6
		Potasio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	0,16

Analizado por: Edison Vega, Luis Cacuango

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.

Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

¹ Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

**AGROCALIDAD****LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS**Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del
MAGAP, Tumbaco - Quito

PGT/SFA/09-FO01

**AGROCALIDAD**
AGENCIA DE REGULACIÓN Y
CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO**LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS**Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del
MAGAP, Tumbaco - Quito
Teléf.: 023828860 Ext. 2080

PGT/SFA/09-FO01

Rev. 5

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO

Hoja 1 de 2

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 09.003

Informe N°: LN-SFA-E22-0949

Fecha emisión Informe: 25/07/2022

DATOS DEL CLIENTEPersona o Empresa solicitante¹: Wilman LemaDirección¹: La Esperanza / Oto Arosemena y Juan de
DiosProvincia¹: ChimborazoCantón¹:
RiobambaTeléfono¹: 0995748003Correo Electrónico¹: isaaclema@hotmail.es

N° Orden de Trabajo: 06-2022-072

N° Factura/Documento: 010-001-3211

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra ¹ : Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco	
Cultivo ¹ : Alfalfa		
Provincia ¹ : Chimborazo	Coordenadas ¹ :	X: ----
Cantón ¹ : Riobamba		Y: ----
Parroquia ¹ : Quimiag		Altitud: ----
Muestreado por ¹ : Wilman Lema		
Fecha de muestreo ¹ : 26-06-2022	Fecha de inicio de análisis: 12-07-2022	
Fecha de recepción de la muestra: 12-07-2022	Fecha de finalización de análisis: 25-07-2022	

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-22-1120	M	pH a 25 °C	Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D	---	7,15
		Materia Orgánica*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	2,76
		Nitrógeno*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,14
		Fósforo*	Colorimétrico PEE/SFA/11	mg/kg	71,6
		Potasio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	0,58

Analizado por: Edison Vega, Luis Cacuango

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.
Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

¹ Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

ANEXO I: INFORME DE LABORATORIO DEL ANÁLISIS DE SUELO FINAL

ANEXO J: INFORME DEL ANÁLISIS QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DEL BIOL



CENTRO DE SOLUCIONES ANALITICAS INTEGRALES
CENTROCESAL Cia. Ltda.
AREA QUÍMICA

INFORME DE ENSAYO No.: 45935-01-12-05-22-Q

Datos del Cliente

Cliente: LEMA WILMAN
Representante: Wilman Lema
Dirección: Riobamba
Teléfono: 099 574 8003

Datos del ítem de Ensayo

Identificación de la Muestra: BIOL
Descripción de la Muestra: Líquido heterogeneo verde con sólidos suspendidos color blanco
Contenido declarado: 100 mL
Conservación de la Muestra: Ambiente
No. Lote o código: ND
Fecha de elaboración: ND
Fecha de caducidad: ND

Datos de Muestreo, Recepción y Análisis

Responsable toma de muestra: Por el cliente
Fecha toma de muestra: ND
Responsable muestreo: NA
Fecha de recepción: 2022-05-12
Referencia: Los resultados se aplican a la muestra tal cual como se recibió
Fechas de ensayo: 2022-05-12/24
Parámetros acreditados muestreo: NA
Fecha de reporte: 2022-05-25

Información relevante proporcionada por el cliente

1. Información proporcionada por el cliente: NA
2. Requisitos de recepción que afectan al ensayo: NA

Resultados analíticos:

Pag.: 1 de 2

PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
Nitrógeno (NT)	POE: 7.2.47 AOAC 955.04	% p/v	<0,30
Fósforo (P2O5)	POE: 7.2.41 AOAC 958.01	% p/v	<0,55
Potasio (K2O)	POE: 7.2.100 AOAC 965.09	% p/v	<0,33

Laboratorio de ensayo de acreditado por el SAE con acreditación No. SAE LEN 12-001
Los resultados marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de acreditación



ref.:POE:7.8.1 Rev.:06 Anexo 1

Este informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente, sin la autorización escrita del Laboratorio

Av. América N31-232 y Av. Mariana de Jesús
Telfs: (+593) 02 6003838 Fax: Ext. 102 Celular: 099649872
e-mail: info@centrocesal.com / www.centrocesal.com
QUITO - ECUADOR



CENTRO DE SOLUCIONES ANALITICAS INTEGRALES
CENTROCESAL Cía. Ltda.
AREA QUÍMICA

INFORME DE ENSAYO No.: 45935-01-12-05-22-Q

Resultados analíticos:

Pag.: 2 de 2

PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
pH *	AOAC 973.04 Potenciométrico	Unidades de pH	5,45 23,3°C

Laboratorio de ensayo de acreditado por el SAE con acreditación No. SAE LEN 12-001
Los resultados marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de acreditación

Observaciones:

- 1. Resultado:** Expresado como a) R; donde R corresponde al resultado ó b) R +/- U; donde R corresponde al resultado y U a la incertidumbre con K=2, 95% de confianza
- 2. Métodos:** POE: Procedimiento interno
AOAC: Official Method Analysis. Ed 21
- 3. Responsables de análisis:** FA, CT, PT

Notas:

ND: No declara

NA: No aplica

NOTA 1:

Los resultados reportados son válidos solo para las muestras analizadas de este reporte.

NOTA 2:

Los ensayos son realizados a temperatura ambiente excepto donde se especifique. Las condiciones ambientales de temperatura y humedad no influyen en este análisis

NOTA 3:

Muestras recibidas en el laboratorio e información de las mismas proporcionada por el cliente. CENTROCESAL Cía. Ltda, se responsabiliza únicamente de los análisis

NOTA 4:

La declaración sobre la incertidumbre de medición, se puede solicitar al laboratorio y será información cuando el cliente lo requiera o cuando afecte a los límites de una especificación.

NOTA 5:

El tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio corresponde a perecibles: 48 horas y no perecibles: 20 días desde la entrega del resultado.

NOTA 6:

Todas las actividades son realizadas en las instalaciones del laboratorio excepto donde se especifique

NOTA 7:

Toda información que sea proporcionada por el cliente y que afecta a la validez resultados, es exclusiva responsabilidad de quienes las emiten y no representa responsabilidad para CENTROCESAL



Q.F Andrea Cumba A.

CENTROCESAL Cía. Ltda.

RESPONSABLE DE SUPERVISIÓN

ref.:POE:7.8.1 Rev.:06 Anexo 1

Este informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente, sin la autorización escrita del Laboratorio

Av. América N31-232 y Av. Mariana de Jesús
Telfs: (+593) 02 5003838 Fax: Ext. 102 Celular: 099649872
e-mail: info@centrocesal.com / www.centrocesal.com
QUITO - ECUADOR



CENTRO DE SOLUCIONES ANALITICAS INTEGRALES
CENTROCESAL Cía. Ltda.
AREA MICROBIOLOGICA

INFORME DE ENSAYO No.: 45935-01-12-05-22-M

Datos del cliente

Cliente: LEMA WILMAN
Representante: Wilman Lema
Dirección: Riobamba
Teléfono: 099 574 8003

Datos del ítem de ensayo

Identificación de la Muestra: BIOL
Descripción de la Muestra: Líquido heterogeneo verde con sólidos suspendidos color blanco
Contenido declarado: 1000 mL
Conservación de la Muestra: Ambiente
No. Lote o código: ND
Fecha de elaboración: ND
Fecha de caducidad: ND

Datos de Muestreo, Recepción y Análisis

Responsable toma de muestra: Por el cliente
Responsable muestreo: NA
Referencia: Los resultados se aplican a la muestra tal cual como se recibió
Parámetros acreditados muestreo: NA
Fecha toma de muestra: ND
Fecha de recepción: 2022-05-12 12:29:00
Fechas de ensayo: 2022-05-12 14:00:00
Fecha de reporte: 2022-05-25

Información relevante proporcionada por el cliente

1. Información proporcionada por el cliente: NA
2. Requisitos de recepción que afectan al ensayo: NA

Resultados analíticos:

Pag.: 1 de 1

Cantidad de muestra analizada por método: 1 mL Fecha de lectura : 2022-05-16 al 17

PARAMETRO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
<i>Bacillus s.p</i>	FDA BAM cap 14 Modificado Cuenta en placa	ufc/mL	70 x10 ²
<i>Lactobacillus s.p</i>	ISO 15214-2014 Modificado Cuenta en placa	ufc/mL	< 10
<i>Sacharomyces sp</i>	BAM FDA CAP 18 MODIFICADO Cuenta en placa	ufc/mL	11 x10 ⁶

Observaciones:

1. Resultado: Expresado como a) R; donde R corresponde al resultado ó b) R +/- U; donde R corresponde al resultado y U a la incertidumbre con K=2, 95% de confianza
2. Métodos: BAM 14: Bacteriological Analytical Manual, 2020
BAM 18: Bacteriological Analytical Manual, 2017
ISO 15214: International Organization for Standardization 2014
3. Siglas: UFC= UNIDADES FORMADORAS DE COLONIAS
< 10; < 3; < 1; < 1,8= ausencia de crecimiento en la menor dilución
4. Responsables de análisis: AS

Notas:

- ND: No declara NA: No aplica
- NOTA 1: Los resultados reportados son válidos solo para las muestras analizadas de este reporte.
- NOTA 2: Los ensayos son realizados a temperatura ambiente excepto donde se especifique. Las condiciones ambientales de temperatura y humedad no influyen en este análisis
- NOTA 3: Muestras recibidas en el laboratorio e información de las mismas proporcionada por el cliente. CENTROCESAL Cía. Ltda, se responsabiliza únicamente de los análisis
- NOTA 4: La declaración sobre la incertidumbre de medición, se puede solicitar al laboratorio y será información cuando el cliente lo requiera o cuando afecte a los límites de una especificación.
- NOTA 5: El tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio corresponde a perecibles: 48 horas y no perecibles: 20 días desde la entrega del resultado.
- NOTA 6: Todas las actividades son realizadas en las instalaciones del laboratorio excepto donde se especifique
- NOTA 7: Toda información que sea proporcionada por el cliente y que afecta a la validez resultados, es exclusiva responsabilidad de quienes las emiten y no representa responsabilidad para CENTROCESAL

Q.F. Andrea Cumba A.
CENTROCESAL Cía. Ltda.
RESPONSABLE DE SUPERVISIÓN

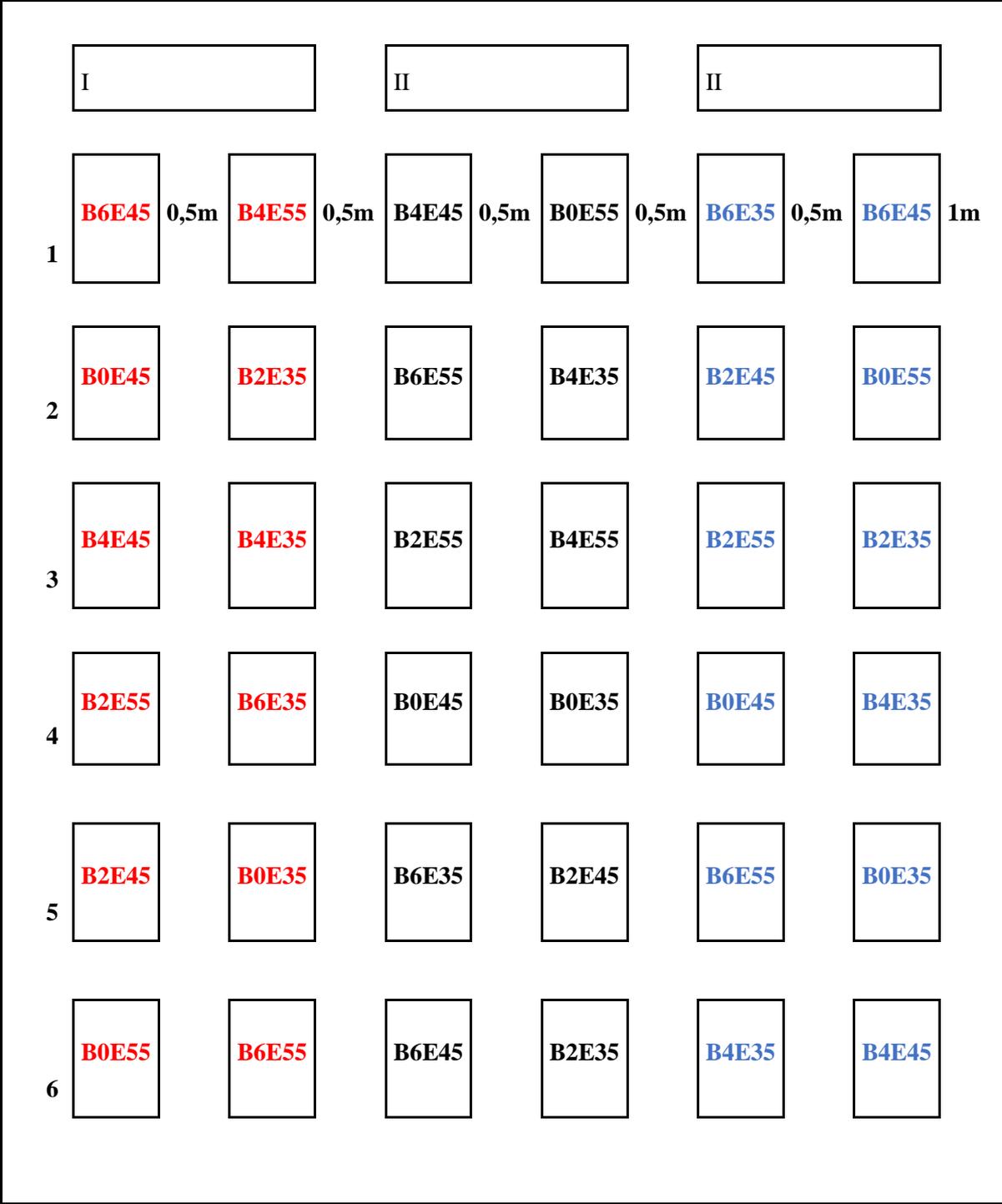


freq.:POE:7.8.1 Rev.:06 Anexo 1

Este informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente, sin la autorización escrita del Laboratorio

Av. América N31-232 y Av. Mariana de Jesús
Telfs: (+593) 02 5003838 Fax: Ext. 102 Celular: 099649872
e-mail: info@centrocesal.com / www.centrocesal.com
QUITO - ECUADOR

ANEXO K: ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN DE PARCELAS



ANEXO L: ARCHIVO FOTOGRÁFICO

1. Ingredientes del biol



2. Preparación del biol





3. Recolección de la muestra inicial y final del suelo.



4. Prácticas culturales





5. Corte de igualación



6. Aplicación de los tratamientos





7. Evaluación de las variables





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: 22 / 05 / 2023

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



x *[Handwritten signature]*

0793-DBRA-UTP-2023