



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

DIRECCIÓN DE POSGRADO Y EDUCACIÓN CONTINUA

**INFORME DE INVESTIGACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MAGÍSTER
EN ZOOTECNIA MENCIÓN PRODUCCIÓN ANIMAL**

**MODALIDAD:
TRABAJO DE TITULACIÓN**

**TEMA:
EFECTO DEL ESTIÉRCOL BOVINO EN EL RENDIMIENTO Y
COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE *MEGATHYRSUS MAXIMUS* Y
CYNODON NLEMFLUENSIS EN LA ESPAM MFL.**

**AUTOR:
VERA ESPINOZA VÍCTOR ALEJANDRO**

**TUTOR:
Dr. C. JACINTO ALEX ROCA CEDEÑO**

CALCETA, AGOSTO 2020

DERECHOS DE AUTORÍA

Víctor Alejandro Vera Espinoza, declaran bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, que se han respetado los derechos de autor de terceros, por lo que asumimos la responsabilidad sobre el contenido del mismo, así como ante la reclamación de terceros, conforme a los artículos 4, 5 y 6 de la Ley de Propiedad Intelectual.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido en el artículo 46 de la Ley de Propiedad Intelectual y su reglamento.



.....
VÍCTOR ALEJANDRO VERA ESPINOZA

CERTIFICACIÓN DE TUTOR

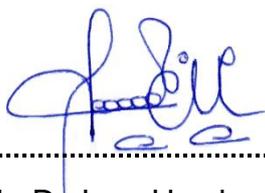
Dr. C. Jacinto Alex Roca Cedeño certifica haber tutelado el trabajo de titulación **EFFECTO DEL ESTIÉRCOL BOVINO EN EL RENDIMIENTO Y COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE *MEGATHYRSUS MAXIMUS* Y *CYNODON NLEMFLUENSIS* EN LA ESPAM MFL**, que ha sido desarrollado por Víctor Alejandro Vera Espinoza, previo la obtención del título de Magíster en Zootecnia Mención Producción Animal, de acuerdo al Reglamento de unidad de titulación de los programas de Posgrado de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.



Dr. C. JACINTO ALEX ROCA CEDEÑO, PhD.

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaran que han **APROBADO** el trabajo de titulación **EFFECTO DEL ESTIÉRCOL BOVINO EN EL RENDIMIENTO Y COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE *MEGATHYRSUS MAXIMUS* Y *CYNODON NLEMFLUENSIS* EN LA ESPAM MFL**, que ha sido propuesto, desarrollado y sustentado por **Víctor Alejandro Vera Espinoza**, previo la obtención del título de Magíster en Zootecnia Mención Producción Animal, de acuerdo al reglamento de unidad de titulación de los programas de Posgrado de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.



Ph. D. Juan Humberto Avellaneda

MIEMBRO



Mg. Sc. Juan Luis Cedeño Pozo

MIEMBRO



Mg. Sc. Jorge Ignacio Macías Andrade

PRESIDENTE

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel feliz López que me dio la oportunidad de crecer como ser humano a través de una educación superior de calidad y en la cual hemos forjado los conocimientos profesionales día a día;

A mis padres y hermanas por creer en mí, por sus invalorable esfuerzos para brindarme la educación necesaria para llegar hasta acá. Por ser un ejemplo de esfuerzo y dignidad,

A mis docentes por instruirme, aconsejarme y aportar una visión crítica a este trabajo. Por su gran predisposición y ayuda,

En general agradezco a todas las personas que formaron parte de este proceso, que Dios les bendiga y multiplique la valiosa ayuda que me otorgaron.



.....
VÍCTOR ALEJANDRO VERA ESPINOZA

DEDICATORIA

Dedico mi trabajo de tesis a Dios y a mi familia, quienes son mi fortaleza e inspiración, para ser una persona de éxito y luchar siempre por mis sueños y anhelos.

A mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles.

A mis hermanas por estar siempre presentes, acompañándome para poder realizarme, por ser mi motivación, inspiración y felicidad.

A todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto.

Victor Vera E.

.....
VÍCTOR ALEJANDRO VERA ESPINOZA

CONTENIDO GENERAL

PORTADA	
DERECHOS DE AUTORÍA	ii
CERTIFICACIÓN DE TUTOR	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
CONTENIDO GENERAL.....	vii
CONTENIDO DE TABLAS	x
RESUMEN	xii
PALABRAS CLAVE	xii
ABSTRACT.....	xiii
KEY WORDS	xiii
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	3
1.3. OBJETIVOS.....	5
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	5
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
1.4. HIPÓTESIS.....	5
CAPÍTULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	6
2. BIOFERTILIZANTES.....	6
2.1. GENERALIDADES.....	6
2.2. VENTAJAS DEL USO DE BIOFERTILIZANTES	6
2.3. TIPOS DE BIOFERTILIZANTES	7
2.3.1. FIJADORES DE NITRÓGENO	7
2.3.2. SOLUBILIZADORES DE FÓSFORO	7

2.3.3.	ALGUNOS SOLUBILIZADORES	8
2.4.	BIOPREPARADO A BASE DE ESTIÉRCOL BOVINO	8
2.5.	PASTOS	9
2.5.1.	PASTO SABOYA (<i>Megathyrsus maximus</i>)	9
2.5.2.	PASTO ESTRELLA (<i>Cynodon nlemfluensis</i>)	9
2.6.	CALIDAD NUTRICIONAL	10
2.6.1.	MATERIA SECA (MS)	10
2.6.2.	FIBRA VEGETAL	11
2.6.3.	FIBRA EN DETERGENTE NEUTRO (FDN)	11
2.6.4.	FIBRA EN DETERGENTE ÁCIDO (FDA)	12
2.6.5.	LIGNINA EN DETERGENTE ÁCIDO (LDA).....	12
2.6.6.	PROTEÍNA BRUTA (PB)	12
2.6.7.	CALIDAD DE LOS FORRAJES Y SU VARIACIÓN	12
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO		13
3.1.	UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	13
3.2.	DURACIÓN DEL TRABAJO.....	13
3.3.	FACTORES EN ESTUDIO	13
3.4.	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	14
3.5.	VARIABLES EVALUADAS	15
3.6.	MANEJO DEL EXPERIMENTO	17
3.7.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	24
3.8.	TRATAMIENTO DE DATOS	24
3.9.	ANÁLISIS ECONÓMICO.....	24
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		25
4.1.	RESULTADOS.....	25
4.1.1.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS VARIABLES AGRONÓMICAS	

4.1.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS VARIABLES NUTRICIONALES	
28	
4.1.3. ANÁLISIS ECONÓMICO	34
4.2. DISCUSIÓN	37
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	40
5.1. CONCLUSIONES	40
5.2. RECOMENDACIONES	42
BIBLIOGRAFÍA	43
ANEXOS.....	49

CONTENIDO DE TABLAS

TABLA 4.1. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA VARIABLE ALTURA DE PLANTA (cm) EN EL ESTUDIO EFECTO DEL ESTIÉRCOL BOVINO EN EL RENDIMIENTO Y COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE <i>MEGATHYRSUS MAXIMUS</i> Y <i>CYNODON NLEMFLUENSIS</i> EN LA ESPAM MFL.	25
TABLA 4.2. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % DE PROBABILIDADES PARA VARIABLE ALTURA DE PLANTA (cm).....	26
TABLA 4.3. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE BIOMASA AÉREA TOTAL (kg/ha) EN EL ESTUDIO EFECTO DEL ESTIÉRCOL BOVINO EN EL RENDIMIENTO Y COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE <i>MEGATHYRSUS MAXIMUS</i> Y <i>CYNODON NLEMFLUENSIS</i> EN LA ESPAM MFL.	26
TABLA 4.4. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % DE PROBABILIDADES PARA LA VARIABLE BIOMASA AÉREA TOTAL (kg/ha).....	27
TABLA 4.5. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA (%) EN EL ESTUDIO EFECTO DEL ESTIÉRCOL BOVINO EN EL RENDIMIENTO Y COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE <i>MEGATHYRSUS MAXIMUS</i> Y <i>CYNODON NLEMFLUENSIS</i> EN LA ESPAM MFL.	27
TABLA 4.6. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % DE PROBABILIDADES PARA LA VARIABLE PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA (%).....	28
TABLA 4.7. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE HUMEDAD (%) EN EL ESTUDIO EFECTO DEL ESTIÉRCOL BOVINO EN EL RENDIMIENTO Y COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE <i>MEGATHYRSUS MAXIMUS</i> Y <i>CYNODON NLEMFLUENSIS</i> EN LA ESPAM MFL.	28
TABLA 4.8. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % DE PROBABILIDADES PARA LA VARIABLE HUMEDAD (%).	29
TABLA 4.9. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE CENIZA (%) EN EL ESTUDIO EFECTO DEL ESTIÉRCOL BOVINO EN EL RENDIMIENTO Y COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE <i>MEGATHYRSUS MAXIMUS</i> Y <i>CYNODON NLEMFLUENSIS</i> EN LA ESPAM MFL.	30
TABLA 4.10. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % DE PROBABILIDADES PARA LA VARIABLE CENIZA (%).	30
TABLA 4.11. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE EXTRACTO ETÉREO EN EL ESTUDIO EFECTO DEL ESTIÉRCOL BOVINO EN EL RENDIMIENTO Y COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE <i>MEGATHYRSUS MAXIMUS</i> Y <i>CYNODON NLEMFLUENSIS</i> EN LA ESPAM MFL.	31
TABLA 4.12. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % DE PROBABILIDADES PARA LA VARIABLE EXTRACTO ETÉREO.....	31
TABLA 4.13. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PROTEÍNA CRUDA (%) EN EL ESTUDIO EFECTO DEL ESTIÉRCOL BOVINO EN EL RENDIMIENTO Y COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE <i>MEGATHYRSUS MAXIMUS</i> Y <i>CYNODON NLEMFLUENSIS</i> EN LA ESPAM MFL.	32
TABLA 4.14. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % DE PROBABILIDADES PARA LA VARIABLE PROTEÍNA CRUDA (%).	32
TABLA 4.15. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE FIBRA DETERGENTE NEUTRO (FDN) EN EL ESTUDIO EFECTO DEL ESTIÉRCOL	

BOVINO EN EL RENDIMIENTO Y COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE <i>MEGATHYRSUS MAXIMUS</i> Y <i>CYNODON NLEMFLUENSIS</i> EN LA ESPAM MFL.	33
TABLA 4.16. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % DE PROBABILIDADES PARA LA VARIABLE FIBRA DETERGENTE NEUTRO (FDN).	33
TABLA 4.17. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE EXTRACTO LIBRE DE NITRÓGENO (ELN) EN EL ESTUDIO EFECTO DEL ESTIÉRCOL BOVINO EN EL RENDIMIENTO Y COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE <i>MEGATHYRSUS MAXIMUS</i> Y <i>CYNODON NLEMFLUENSIS</i> EN LA ESPAM MFL.	34
TABLA 4.18. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % DE PROBABILIDADES PARA LA VARIABLE EXTRACTO LIBRE DE NITRÓGENO (ELN).	34
TABLA 4.19. PRESUPUESTO POR HECTÁREA, CULTIVO DE PASTO <i>MEGATHYRSUS MAXIMUS</i> Y <i>CYNODON NLEMFLUENSIS</i>	35
TABLA 4.20. COSTOS VARIABLES PARA LA APLICACIÓN DE FERTILIZANTES POR HECTÁREA, CULTIVO DE PASTO <i>MEGATHYRSUS MAXIMUS</i> Y <i>CYNODON NLEMFLUENSIS</i>	35
TABLA 4.21. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD PARA LA APLICACIÓN DE FERTILIZANTES POR HECTÁREA, CULTIVO DE PASTO <i>MEGATHYRSUS MAXIMUS</i> Y <i>CYNODON NLEMFLUENSIS</i>	36

RESUMEN

El presente estudio tuvo como finalidad evaluar el efecto del estiércol bovino en indicadores del rendimiento, composición nutricional y aspectos económicos de los pastos saboya (*Megathyrsus maximus*) y estrella (*Cynodon nlemfluensis*) en la ESPAM MFL. Para este fin se implementó una investigación de tipo experimental empleando un Diseño de Bloques Completamente al Azar con arreglo factorial 2x4 (dos tipos de pasto: saboya y estrella) por cuatro tipos de fertilizante: (testigo absoluto, estiércol bovino fermentado 20 t/ha/año, estiércol bovino fermentado 35 t/ha/año, fertilización química 250 kg de N/ha/año) y cuatro réplicas. Entre los resultados más representativos se determinó que el biopreparado a base de estiércol bovino fermentado tuvo incidencia positiva sobre indicadores del rendimiento de biomasa de los pastos estudiados. Los tratamientos con el biopreparado a base de estiércol bovino fermentado (20 t/ha/año) evidenciaron su óptimo funcionamiento sobre variables como altura de planta y biomasa aérea total para el caso de pastos saboya. Así mismo, el mejor desempeño agronómico para la variable materia seca fue obtenido por el biopreparado a base de estiércol bovino fermentado (35 t/ha/año). Por su parte, el biopreparado a base de estiércol bovino fermentado (35 t/ha/año) evidenció el mejor rendimiento agronómico en el contexto del pasto estrella, alcanzado un desempeño agronómico sobresaliente para las variables altura de planta, biomasa aérea total y materia seca. También tuvo incidencia positiva sobre algunos indicadores nutritivos. Los tratamientos con el biopreparado a base de estiércol bovino fermentado (20 t/ha/año; 35 t/ha/año) alcanzaron los mejores registros para la variable humedad y extracto libre de nitrógeno (ELN) respectivamente (pasto saboya). Los tratamientos con fertilización tradicional (urea: 250 Kg/ha/año), registraron en promedio 11,07 % de proteína cruda para pasto estrella y 9,92 % de proteína cruda para pasto saboya. No se registraron beneficios económicos a partir del uso de biopreparado a base de estiércol bovino fermentado.

PALABRAS CLAVE

Productividad, rentabilidad, biopreparado, análisis proximal.

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the effect of bovine manure on performance indicators, nutritional composition and economic aspects of the savoy (*Megathyrsus maximus*) and estrella (*Cynodon nlemfluensis*) grasses in MFL ESPAM. For this purpose, an experimental investigation was implemented using a Completely Random Block Design with a 2x4 factorial arrangement (two types of grass: Savoy and Star) for four types of fertilizer: (absolute control, fermented bovine manure 20 t/ha/year, fermented bovine manure 35 t/ha/year, chemical fertilization 250 kg of N/ha/year) and four repetitions. Among the most representative results, it was determined that the biopreparation based on fermented bovine manure had a positive impact on biomass yield indicators of the studied pastures. The treatments with the biopreparation based on fermented bovine manure (20 t/ha/year) showed its optimal functioning on variables such as plant height and total aerial biomass in the case of savoie pastures. Likewise, the best agronomic performance for the dry matter variable was obtained by the biopreparation based on fermented bovine manure (35 t/ha/year). On the other hand, the biopreparation based on fermented bovine manure (35 t/ha/year) showed the best agronomic yield in the context of estrella grass, achieving an outstanding agronomic performance for the variables plant height, total aerial biomass and dry matter. It also had a positive impact on some nutritional indicators. The treatments with the biopreparation based on fermented bovine manure (20 t/ha/year; 35 t/ha/year) reached the best records for the variable humidity and nitrogen free extract (ELN) respectively (savoie grass). Los tratamientos con fertilización tradicional (urea: 250 Kg/ha/año), registraron en promedio 11,07 % de proteína cruda para pasto estrella y 9,92 % de proteína cruda para pasto saboya. No se registraron beneficios económicos a partir del uso de biopreparado a base de estiércol bovino fermentado.

KEY WORDS

Productivity, profitability, bioprepared, proximal analysis.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La producción bovina en Ecuador, especialmente la provincia de Manabí, se fundamenta en sistemas en pastoreo. La investigación en problemas de pastos y forrajes tiene gran importancia durante los últimos tiempos debido a la significancia de una buena nutrición en la ganadería con especialidad de carne y de leche. La significación radica en la eficacia de los costes para alcanzar mejores promedios productivos y la rentabilidad de las UPAS ganaderas de manera general (Mendoza, M. 2018).

Es fundamental considerar la fertilidad del suelo como variable proporcional al incremento y/o reducción de los costos. Adesemoye, A. y Kloepper, J. (2009) evidenciaron la imperante necesidad de implementar métodos que mejoren la eficiencia de los pastizales, reducir la frecuencia e intensidad de aplicación de fertilizantes sintéticos, mitigar consecuencias ambientales e incrementar la rentabilidad por superficie del cultivo.

Según Villalobos *et al.* (2015) el establecimiento de los pastizales requiere de aplicaciones de fertilizantes inorgánicos que tienen altos costos e incidencia negativa sobre la ecología del suelo. Los elevados costos configuran presupuestos encarecidos, limitando las posibilidades de desarrollo del sector ganadero en virtud del desmedro en las utilidades del productor ganadero convencional.

La fertilidad del suelo es un aspecto fundamental en el desarrollo de los pastizales, con proporcional significancia sobre la productividad y la calidad del forraje, sobre todo sobre el porcentaje de proteína cruda. Sin embargo, son pocas los ganaderos que acostumbran a fertilizar sus potreros y manejar el pasto como verdaderos cultivos (Robinson, D. 2005).

Las limitaciones nutricionales de los pastos han alcanzado algunas alternativas relacionadas con el aprovechamiento del material orgánico existente en las propias unidades ganaderas. No obstante, estas alternativas nutritivas deben ser validadas a través de su implementación y evaluación continua y permanente en las ganaderías. Uno de los conceptos agronómicos más antiguos es la

autosostenibilidad. Esta doctrina se fundamenta en el uso de los excedentes y residuos del proceso productivo (Colín *et al.* 2015). De allí parte una de las iniciativas con mejor despunte en los últimos años como es la biofertilización de los pastos con nutrientes extraídos de las propias heces bovinas.

Muchos de los residuos orgánicos resultado de la producción bovina son subestimados e inutilizados en las UPAS de la provincia de Manabí. El estiércol del bovino no se aprovecha en la elaboración de biofertilizantes que pueden ser incorporados al suelo dentro de sistemas productivos sostenibles. Generalmente, los ganaderos desconocen las nutritivas de la excreta como probable fertilizante en la producción de pastos y forrajes. Este desconocimiento se produce básicamente por la ausencia de programas de biofertilidad que reutilicen los desechos ganaderos en la elaboración de biofertilizantes.

Por su parte, los pastos desarrollados en los sistemas productivos de la provincia de Manabí, son generalmente de baja calidad nutritiva (Mendoza *et al.*, 2015). Estas características deficitarias repercuten sobre la calidad del proceso alimenticio de las reses, acarreando problemas de desarrollo, reproducción, y, a la postre, limitaciones comerciales y financieras en el sistema de producción bovina (Ojeda *et al.*, 2016).

De acuerdo a la búsqueda de información en revisión bibliográfica sobre el uso de biopreparados de estiércol animal y a la problemática antes mencionada o expuesta, es necesario plantearse el siguiente enunciado:

¿Será posible validar un biopreparado de estiércol bovino que tenga efecto en la calidad nutricional del pasto Saboya y Estrella en comparación con los controles o testigos más comunes de fertilizante químico y sin fertilización en la Unidad de Producción de Pastos y Forrajes (UDIVPF), ESPAM MFL?

1.2. JUSTIFICACIÓN

Las excretas bovinas son catalogadas como un subproducto de la producción ganadera, que en muchas unidades productivas son desechadas en el ambiente. Esta materia genera descomposición con lixiviados incluidos, determinando un nivel contaminante de importancia (Quilumba *et al.*, 2020).

Una de las alternativas viables para mitigar este inconveniente es la reutilización de los desechos orgánicos del propio proceso bovino. Esta medida se genera como una posibilidad válida para aprovechar al máximo los subproductos generados a partir del sistema de producción ganadera.

En este contexto, los procesos de validación de biofertilizantes para su uso en el sistema pastoril deben ser registrados bajo protocolos científicamente sustentados. El desarrollo de nuevos protocolos productivos debe fundamentarse en la gestión integral del sistema de pastoreo, con el fin de elevar la calidad nutricional de los pastos, mientras se reducen sustancialmente los costos productivos del sistema de pastoreo (Giubi *et al.*, 2020).

Para encontrar soluciones a corto plazo se está acudiendo a la experimentación con dosificaciones de los biopreparados. Probar dosis de abonamiento con este producto orgánico (estiércol bovino fermentado) para determinar su incidencia en las características agronómicas y nutricionales del pasto saboya (*Megathyrsus maximus*) y estrella (*Cynodon nlemfluensis*).

Esta iniciativa es parte de una tendencia que actualmente se desarrolla a nivel mundial. Así, García *et al.* (2015) determinaron una incidencia positiva de los biofertilizantes estudiados sobre el pasto saboya (*Megathyrsus maximus* cv. Tanzania). Las variables estudiadas fueron altura de planta, biomasa verde, biomasa seca y superficie foliar (Morán, C. 2019).

El propósito de la presente investigación, fue la evaluación de dos niveles de un biopreparado a base de estiércol bovino y un fertilizante químico sobre parcelas de pasto saboya (*Megathyrsus maximus*) y estrella (*Cynodon nlemfluensis*). De este modo, se determinó a través de un ensayo experimental la incidencia del biofertilizante en variables agronómicas y la composición nutricional de la biomasa de ambas gramíneas (Pérez, A. y Muñoz, W. 2019).

En este contexto, es fundamental la generación de información teórica relacionada al mejoramiento de los sistemas de producción bovina y la reducción de los costos relacionados con la alimentación de los bovinos. Para este fin se efectuaron monitoreos de las variables agronómicas, análisis de laboratorio sobre la calidad nutritiva de los pastos (Apráez *et al.*, 2019) y la estimación económica del mejor tratamiento estudiado (Ávalos, F. y Villalobos, C. 2018).

Adicionalmente, los resultados del estudio posibilitan la elaboración de una propuesta aplicable en las UPAS, viabilizando la reducción de costos productivos mientras se mitigan los efectos ambientales inherentes al uso indiscriminado de fertilizantes sintéticos. A través de esta opción se podría coadyuvar en el mejoramiento de los indicadores de sostenibilidad de las unidades de producción agropecuaria (Álvarez *et al.*, 2017).

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto del estiércol bovino fermentado en indicadores del rendimiento, composición nutricional y aspectos económicos de los pastos saboya (*Megathyrsus maximus*) y estrella (*Cynodon nlemfluensis*) en la ESPAM MFL.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la influencia del estiércol bovino fermentado en indicadores del rendimiento de biomasa de los pastos saboya (*Megathyrsus maximus*) y estrella (*Cynodon nlemfluensis*).
- Evaluar el efecto del estiércol bovino fermentado en indicadores de la composición nutricional de los pastos saboya (*Megathyrsus maximus*) y estrella (*Cynodon nlemfluensis*).
- Efectuar un análisis de beneficio-costo acerca de la factibilidad del empleo del biopreparado o del estiércol bovino fermentado en el establecimiento y producción de los pastos saboya (*Megathyrsus maximus*) y estrella (*Cynodon nlemfluensis*).

1.4. HIPÓTESIS

A partir de los objetivos específicos se planteó la siguiente hipótesis:

- Es factible el empleo económico del biopreparado o del estiércol bovino fermentado en la mejora de indicadores del rendimiento y composición nutricional de los pastos saboya (*Megathyrsus maximus*) y estrella (*Cynodon nlemfluensis*) en comparación con el uso de los controles tradicionales fertilizante químico y sin fertilización.

CAPÍTULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2. BIOFERTILIZANTES

2.1. GENERALIDADES

Los biofertilizantes se componen de uno o varios microorganismos, quienes actúan como agentes transformadores de nutrientes en el suelo, disponiéndolos para la absorción radicular (Solano *et al.*, 2016). Los biofertilizantes juegan un papel preponderante en los pastizales sostenibles, mejorando la rentabilidad de las cosechas en fiel respeto del medio ambiente. A través de su aplicación se reduce el uso indiscriminado de insumos externos y se reconstituye la capacidad nutricional del suelo por medio de la fijación de nitrógeno atmosférico como consecuencia del efecto de los microorganismos. Además, se mejora la solubilización del fósforo y se estimula la actividad metabólica de las plantas (Robledo *et al.*, 2017).

Los biofertilizantes son productos compuestos esencialmente por microorganismos benéficos (EM). Estos actores se asocian sistémicamente con las plantas a través de las raíces, beneficiando el proceso de absorción de nutrientes y regenerando el suelo. Los microorganismos habitan naturalmente suelos si afecciones por el exceso de fertilizantes u otros agroquímicos que limitan y hasta suprimen su población. Al contrario, los microorganismos tiene una acción antagónica de los patógenos obstructores del sistema radicular, por lo que adicionalmente, se usan con el propósito de combatir enfermedades (Solano *et al.*, 2016).

2.2. VENTAJAS DEL USO DE BIOFERTILIZANTES

La sostenibilidad de los sistemas agrícolas debe fundamentarse en la implementación de los recursos internos para la obtención de cosechas a mediano y largo plazo. Por ello, biofertilizantes representan la clave de los sistemas sostenibles, debido a su rentabilidad financiera y su capacidad regeneradora de la biota (Cabrera *et al.*, 2018).

El uso de biofertilizantes representa un plus a la hora de mantener un proceso productivo sostenible. Uno de los beneficios es la producción a más bajo costo

que con la agricultura tradicional, sin contaminación ambiental y mantenimiento de la línea base del ecosistema (Solano *et al.*, 2016).

Adicionalmente, los biofertilizantes representan el nuevo concepto de “Biotecnologías apropiables”, determinando un paso adelante en el desarrollo tecnológico del país. A través de la utilización de los biofertilizantes se puede alcanzar algunas ventajas comparativas: 1. Producción a costos inferiores que la tradicional; 2. Regulación del medio ambiente; Conservación del suelo desde aspectos nutritivos y de biodiversidad (Robledo *et al.*, 2017).

2.3. TIPOS DE BIOFERTILIZANTES

Según Mamani *et al.* (2016) existen los siguientes tipos de biofertilizantes:

2.3.1. FIJADORES DE NITRÓGENO

Los biofertilizantes a base de microorganismos transforman el nitrógeno atmosférico en amonio, disponiéndolo a las raíces a través de diversos procesos:

Fijación simbiótica de nitrógeno: Se viabiliza un mutualismo entre el microorganismo (huésped) y la planta (hospedero). Este proceso se efectúa mediante la formación de estructuras especializadas (nódulos). La relación simbiótica se materializa óptimamente a través de la relación leguminosa y *Rhizobium*, alcanzando una capacidad fijadora entre 40 a 300 kg de N/ha/año.

Fijación no simbiótica de nitrógeno: este proceso se desarrolla sin la participación de una relación mutualista. Esta asociación se materializa en un amplio espectro de cultivos de interés económico. Los microorganismos con la capacidad no simbiótica de fijación están las bacterias de vida libre (*Azotobacter*, *Azospirillum*, *Clostridium*) y las algas azul verdosas.

2.3.2. SOLUBILIZADORES DE FÓSFORO

Según Robledo *et al.* (2017) los microorganismos solubilizadores de fósforo materializan el paso de formas orgánicas a inorgánicas y insolubles o solubles. La disposición de fosfatos insolubles en raíces se configura a través de diversos procesos:

Quelación:

Quelatos de Ca, Mg y Fe hechos por microorganismos. Se logra desestabilizar el P mineral y lo hace soluble (Robledo *et al.*, 2017).

Reducción del Fe:

La forma de Hierro Fe+2 es más soluble que Fe+3, el fosfato de Fe se desestabiliza y se libera el difosfato (Robledo *et al.*, 2017).

Producción de ácidos orgánicos:

Mamani *et al.* (2016) aseguran que los microorganismos producen y liberan algunos ácidos orgánicos que reaccionan con aniones fosfato fijado, lo que permite su solubilización. Algunos ejemplos de este proceso son:

- Ácido Nítrico (Nitrosomonas)
- Acido carbónico (todos los productores de CO₂).

2.3.3. ALGUNOS SOLUBILIZADORES

Mamani *et al.* (2016) aseveran que los microorganismos encargados de la solubilización representan el 10% de la población del suelo. Estos microorganismos habitan la rizosfera, y, entre los principales géneros están *Pseudomonas putida*, *Mycobacterium*, *Micrococcus*, *Bacillus subtilis*, los *Thiobacillus*, *Penicillium bilaji*, *Aspergillus niger*.

2.4. BIOPREPARADO A BASE DE ESTIÉRCOL BOVINO

El estiércol bovino es materia orgánica que proviene del trasto intestinal o digestivo de animales vacunos. La composición química del estiércol bovino tipo contiene Materia Orgánica 36.1 %, Nitrógeno 1.51 %, fósforo 1.20 %, potasio 1.51 %, calcio 3.21 %, Magnesio 0,53 %, humedad 25.5 % (García *et al.*, 2009).

El estiércol bovino tiene características nutricionales de importancia para su aplicación en la agricultura. Los resultados de Salazar *et al.* (2004) determinaron altos rendimientos en el cultivo de tomate aplicando biofertilizantes a base de estiércol bovino y acolchado. Estos resultados fueron similares a los obtenidos por el tratamiento químico, estableciendo la eficacia del estiércol bovino en la producción agrícola de la gramínea.

Estudios en maíz determinaron resultados también satisfactorios. La implementación de diferentes niveles de estiércol bovino viabilizó la extracción de rendimientos estadísticamente superiores en relación con las parcelas manejadas con fertilización convencional, oscilando entre 13,08 y 16,98 T/ha de materia seca. Los resultados obtenidos aseveran la sustitución del fertilizante químico por estiércol, trabajando con dosis que cubran el requerimiento nutricional de nitrógeno en los cultivos (López *et al.*, 2015 (López *et al.*, 2015).

2.5. PASTOS

2.5.1. PASTO SABOYA (*Megathyrsus maximus*)

El pasto saboya (*Megathyrsus maximus*) es conocido también como pasto Guinea. Cuenta con variables como: Vencedor (CIAT 26900, Brasil); Tanzania 1 (CIAT 16031, Brasil); Tobiata (CIAT 6299, Brasil); Mombaña (CIAT 6962, Brasil). Entre los usos más frecuentes están el pastoreo, corte y acarreo, barreras vivas (TROPICALFORAGES, 2018).

El cultivo de la saboya requiere de una alta fertilidad del suelo, buen manejo de malezas y alta digestibilidad. Los pastos son plantas perennes que constituyen macollos, registrando hasta tres metros de altura y 1 a 1.5 m de diámetro del macollo. Se presentan tallos rectos, con una vena central muy marcada. La inflorescencia se registra en forma de panoja abierta de 12 a 40 cm de longitud. Las raíces son fibrosas, largas y nudosas y ocasionalmente tienen rizomas, esto confiere cierta tolerancia a la sequía (TROPICALFORAGES, 2018).

2.5.2. PASTO ESTRELLA (*Cynodon nlemfluensis*)

La paja estrella africana es una herbácea utilizada frecuentemente para pastoreo, control de erosión, heno y ensilaje. Es una especie con alta exigencia en suelos fértiles. Se trata de una especie perenne, frondosa, de tallos extensos y entrenudos largos, registrando estolones de más de 5 metros de longitud, hojas exfoliadas e hirsutas, con tallos florales ramificados (TROPICALFORAGES, 2018).

Entre sus características están su adaptación a climas cálidos y medios, entre los 0 a 2000 m.s.n.m. Es un pasto resistente a sequía y encharcamientos, desarrollándose adecuadamente en un amplio rango de condiciones físicas de

suelo y topografía y en pH de 4.5 a 8.0. Generalmente se establecimiento a través de material vegetativo, aunque también se registra por semillas. Los estolones se diseminan por el suelo, incorporándose con facilidad, dando paso a su reproducción (TROPICALFORAGES, 2018).

El tiempo de descanso de pasturas establecidas no debe prologarse demasiado por la posible pérdida de calidad nutricional. Se trata de una especie muy exigente en rangos nutricionales del suelo, lo que generalmente representa fertilizaciones altas de nitrógeno. Es recomendable regar con frecuencia para el caso de sistemas intensivos, con la finalidad de recuperar la capacidad del follaje, seguido de una fertilización en base a nitrógeno (TROPICALFORAGES, 2018).

2.6. CALIDAD NUTRICIONAL

Los forrajes son la base de la alimentación del ganado bovino y la fuente de nutrientes más barata y la mejor adaptada a los requerimientos fisiológicos de los rumiantes. Lo ideal es ofertar cantidades suficientes para los animales en búsqueda de la expresión genética óptima de los rumiantes (Roa, M. y Galeano, J. 2015).

Un manejo adecuado de las pasturas se traduce en rendimientos adecuados de carne y/o leche por unidad de superficie. La forma adecuada de representar el rendimiento de los pastizales, es en niveles de materia seca, debido a la capacidad innata de un forraje en producir gran cantidad de materia verde, que puede constituirse de agua principalmente. Este tipo de materiales mantienen un rendimiento inadecuado pues los nutrientes no son usualmente empleados por los animales dentro del proceso productivo (Medina *et al.*, 2016).

Adicionalmente, la calidad de los forrajes estará incidido de su valor nutricional. La forma adecuada de estimar la calidad de los pastos es a través del contenido de proteína bruta (PB) y energía de los alimentos, relacionadas con los nutrientes digestibles totales (TDN) (Pardo *et al.*, 2018).

2.6.1. MATERIA SECA (MS)

La composición de la materia seca de los pastos se constituye de una fracción orgánica y otra inorgánica. La fracción inorgánica se compone de los minerales

existentes en los vegetales (potasio y silicio). Pero también, la mayoría de los compuestos orgánicos contienen elementos minerales como componentes estructurales, por ejemplo, las proteínas contienen azufre, y muchos lípidos, carbohidratos y fósforo. El componente orgánico está constituido por carbohidratos, lípidos, proteínas, ácidos nucleicos, ácidos orgánicos y vitaminas (Bassi, T. 2006).

Los carbohidratos son un grupo abundantemente existente en todos los vegetales y en la mayoría de las semillas. Esto se debe a que los carbohidratos, principalmente celulosa y hemicelulosa, son los principales componentes de la pared celular de los vegetales y a que constituyen la mayor fuente de almacenamiento de energía en forma de almidón y fructosanos (Elizondo, 2017).

Según Bassi, T. (2006) para calcular el contenido de materia seca en porcentaje (%MS) de un forraje se pesa una muestra representativa del mismo, luego se la coloca en estufa hasta que, en pesajes sucesivos, mantenga un peso constante debido a la pérdida de todo su contenido de humedad. Por último, se estima el porcentaje de materia seca (MS) del material mediante la siguiente fórmula:

$$\% MS = \frac{\textit{Peso inicial} - \textit{Peso final}}{\textit{Peso inicial}} \times 100$$

2.6.2. FIBRA VEGETAL

Se configura a partir de un conjunto de filamentos conformados por hidratos de carbonos, compuestos generalmente por un entramado tridimensional de celulosa, hemicelulosa y lignina. Su determinación se produce a través de la separación del contenido celular de la pared celular en tres fracciones: Fibra en detergente neutro (FDN), Fibra en detergente ácido (FDA) y Lignina detergente ácido (LDA) (Bassi, T. 2006).

2.6.3. FIBRA EN DETERGENTE NEUTRO (FDN)

Se trata de la fibra resultante al hervir el forraje en una solución de detergente neutro (sulfato lauril-sódico y ácido etilen-di-amino-tetra-acético, EDTA). En el tratamiento todo el contenido celular se disuelve y queda lo correspondiente a la pared celular (celulosa, hemicelulosa y lignina). El contenido de FDN es expresado en porcentaje del total de materia seca (Bassi, T. 2006).

2.6.4. FIBRA EN DETERGENTE ÁCIDO (FDA)

Se trata del residuo resultante de la exposición de la fibra detergente neutro a una solución de detergente ácido (ácido sulfúrico y bromuro de acetiltrimetilamonio). A través de este protocolo se obtiene la hemicelulosa, de tal forma que la fibra remanente estará constituida por celulosa y lignina. Los resultados también deben expresarse en porcentaje de la materia seca evaluada (Bassi, T. 2006).

2.6.5. LIGNINA EN DETERGENTE ÁCIDO (LDA)

Resulta de la exposición de la fibra en detergente ácido a una solución de ácido sulfúrico. Los resultados también deben determinarse en porcentaje de LDA con respecto a la materia seca analizada (Bassi, T. 2006).

2.6.6. PROTEÍNA BRUTA (PB)

Las proteínas se componen en un 16 % de Nitrógeno. Generalmente, el contenido proporcional del nitrógeno en un alimento, determina su contenido proteico. Los valores obtenidos post procedimiento, debe multiplicarse por 6.25, para transformar ese 16 % de nitrógeno en cantidad de proteína. El protocolo más común entre los existentes para la determinación de proteína bruta a partir del contenido de Nitrógeno es el Kjeldhal (Bassi, T. 2006).

2.6.7. CALIDAD DE LOS FORRAJES Y SU VARIACIÓN

Conocer el contenido nutricional de los alimentos viabiliza la formulación de raciones. Se emplea este tratamiento para cumplir con los requerimientos del bovino y complementar el desbalance de forraje. Por lo tanto, el análisis químico, junto con la adecuada interpretación de los resultados ayuda a manejar en forma eficiente la alimentación, favoreciendo una mayor productividad animal (Mogollón *et al.*, 2018).

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se desarrolló en la Unidad de Docencia, investigación y Vinculación Pastos y Forrajes (UDIVPF), ubicada en el Campus Politécnico de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, ESPAM-MFL. La institución se ubica en el sitio el Limón, parroquia Calceta, cantón Bolívar, provincia de Manabí, Ecuador. Situada geográficamente entre las coordenadas 0° 49' 27.9" latitud sur; 80° 10' 47.2" longitud oeste y una altitud de 15.5 msnm (ESPAM MFL, 2019).

3.2. DURACIÓN DEL TRABAJO

La ejecución de la tesis se realizó en nueve (9) meses a partir de la aprobación del proyecto.

3.3. FACTORES EN ESTUDIO

Los factores en estudio son:

- Factor A: Especie de pasto
- Factor B: Tipo de fertilizantes

3.3.1. NIVELES

Factor A: Tipos de pasto: 2

P1 = Saboya (*Megathyrsus maximus*)

P2 = Estrella (*Cynodon nlemfluensis*)

Factor B: Naturaleza de fertilizantes: 4

F1 = Sin fertilizante

F2 = Estiércol bovino (20 t/ha/año)

F3 = Estiércol bovino (35 t/ha/año)

F4 = Fertilización química (250 kg de urea/ha/año)

3.3.2. TRATAMIENTOS

A partir de la combinación de los diferentes niveles de cada factor, se obtuvo los siguientes tratamientos:

TABLA 03.01. DETALLE DE LOS TRATAMIENTOS

TRATAMIENTOS	RELACIÓN	DESCRIPCIÓN
T1	P ₁ F ₁	Pasto saboya (<i>Megathyrus maximus</i>) sin fertilización
T2	P ₁ F ₂	Pasto saboya (<i>Megathyrus maximus</i>) + estiércol bovino (20 t/ha/año)
T3	P ₁ F ₃	Pasto saboya (<i>Megathyrus maximus</i>) + estiércol bovino (35 t/ha/año)
T4	P ₁ F ₄	Pasto saboya (<i>Megathyrus maximus</i>) + Fertilización química (250 kg de urea/ha/año)
T5	P ₂ F ₁	Pasto estrella (<i>Cynodon nlemfluensis</i>) sin fertilización
T6	P ₂ F ₂	Pasto estrella (<i>Cynodon nlemfluensis</i>) + estiércol bovino (20 t/ha/año)
T7	P ₂ F ₃	Pasto estrella (<i>Cynodon nlemfluensis</i>) + estiércol bovino (35 t/ha/año)
T8	P ₂ F ₄	Pasto estrella (<i>Cynodon nlemfluensis</i>) + Fertilización química (250 kg de N/ha/año)

3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

La investigación se desarrolló a través de un Diseño de Bloques Completamente al Azar con arreglo factorial 2x4 (dos tipos de pasto: saboya y estrella) por cuatro tipos de fertilización: (testigo absoluto, estiércol bovino 20 t/ha/año, estiércol bovino 35 t/ha/año, fertilización química 250 kg de N/ha/año) con cuatro réplicas.

TABLA 03.02. ESQUEMA DEL ANOVA

FUENTES DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Tratamientos	7
Bloques	3
Error experimental	21
Factor A. Especie de pasto	1
Factor B. Tipo de fertilizantes	3
Interacción Px F	3
Total	28

3.4.1. UNIDADES EXPERIMENTALES

Las unidades experimentales se constituyeron por parcelas experimentales sembradas de pasto de acuerdo al diseño. Se implementaron cuatro bloques con la finalidad de mitigar el impacto que pueda tener la heterogeneidad del estado nutricional del suelo sobre los resultados extraídos de cada unidad experimental. Se distribuyeron ocho (8) tratamientos por bloque, con cuatro (4) parcelas sembradas con pasto saboya (*Megathyrus maximus*) y cuatro (4) parcelas sembradas pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis*), para un total de 16 parcelas para cada tipo de pasto.

TABLA 03.03. CARACTERISTICAS DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES

Número de repeticiones	4
Número de parcelas	32
Numero de tratamientos	8
Tamaño de parcela	4 m ²
Longitud de surco	2 m
Número de surcos/parcela	9
Separación entre surcos	0,5 m
Distanciamiento de siembra	0,2 m x 0.2 m (un macollo/sitio)
Efecto borde	0,5 m
Separación entre bloques	2 m
Número de surcos útiles	9
Número de surcos bordes	2

3.5. VARIABLES EVALUADAS

3.5.1. INDEPENDIENTE

- Variable 1: Variedad de pasto
- Variable 2: Niveles de fertilizantes (biopreparado)

3.5.2. DEPENDIENTES

- **Altura de la planta**

Se evaluó este dato a los 60 días de realizado el corte de igualación o inicio de la investigación, con la ayuda de un flexómetro, para lo cual se midió desde la base del tallo hasta el extremo final de las hojas, considerándolo por cada sitio de plantas para el pasto saboya y cada 0,3 m para el pasto estrella. El dato se obtuvo en 10 sitios tomados al azar de la unidad experimental en cada una de las unidades experimentales y se expresó en centímetros.

- **Biomasa aérea total** (hojas, tallos, etc.)

Se evaluó este dato en el momento de la cosecha, es decir, a los 60 días, utilizando la metodología de los marcos cuadrados cuadrados de 50 x 50 cm (0,25 m²) para pasto estrella (Encinozo *et al.*, 2017) para los pastos saboya y estrella. Se cosechó el pasto según se describió anteriormente. Luego se utilizó una balanza para determinar su peso en kilogramos (kg). Este dato se expresó en kg/hectárea.

- **Producción de Materia Seca**

Se evaluó este dato en el momento de la cosecha, es decir a los 60 días tomando una muestra de pasto de alrededor de 200 g, la cual se la picó y almacenó en una bolsa de papel para que no pierda humedad, luego se pesó y se introdujo en la estufa a una temperatura de 100°C por 24 horas para secar y hallar la materia seca (Martínez *et al.* 1989). Posteriormente se tomó el peso y con los valores obtenidos se determinó el porcentaje de materia seca en el pasto utilizando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ MS} = \frac{\text{PS} * 100}{\text{PH}}$$

% MS= Materia seca expresado en porcentaje

PS= Peso seco de la muestra expresado en gramos.

PH= Peso húmedo de la muestra expresado en gramos

- **Componentes nutricionales de los pastos**

De las muestras de biomasa que se pesaron en campo, se extrajo una alícuota representativa de 1 kg al igual que recomienda (Flores *et al.*, 2013). Se envió al laboratorio de servicio de análisis e investigación en alimentos perteneciente al INIAP- Estación Experimental Santa Catalina. Los parámetros evaluados fueron:

- Humedad (NTE INEN 1643:2013)
- Ceniza (NTE INEN 2784:2013)
- Extracto etéreo (NTE INEN 523:1980)
- Proteína cruda (NTE INEN 1334-2:2016)
- Fibra Detergente Neutro (FDN) (NTE INEN 1643:2013)
- Extracto Libre de Nitrógeno (ELN) (NTE INEN 1643:2013)

3.6. MANEJO DEL EXPERIMENTO

3.6.1. ANÁLISIS FÍSICO Y QUÍMICO DEL SUELO

Se realizó un muestreo de suelo para determinar las propiedades químicas y físicas del suelo. Las propiedades químicas analizadas en el laboratorio son: pH, nitrógeno, fósforo, potasio y materia orgánica.

Entre las propiedades físicas que se analizadas en el laboratorio están: textura del suelo y densidad aparente; mientras que la capacidad de campo se la determinó en el terreno en donde se desarrolló la investigación, mediante la siguiente metodología: Se seleccionó un metro cuadrado de terreno, se eliminó la vegetación, se fabricó un muro en el metro cuadrado de terreno con la finalidad de que al momento de agregarle agua no se desperdicie.

La cantidad de agua utilizada fue la suficiente, la que se creyó conveniente hasta que quede el suelo bien humedecido, en este momento se tapó con plástico o con vegetación todo el metro cuadrado y se dejó así por espacio de 24 o 48 horas (depende del tipo de suelo), para proceder a tomar la muestra de suelo a unos 15 cm de profundidad y unos 100 g de suelo.

La muestra de suelo se introdujo en una funda plástica para evitar que pierda humedad, se llevó al laboratorio donde se pesó la muestra de suelo húmeda y se los colocó en una cápsula de porcelana previamente pesada y se sometió a estufa a 105 °C de temperatura, durante 24 horas. Luego con los datos obtenidos se aplicó la siguiente fórmula:

$$CC=(Ph-Ps)/Ps* 100$$

CC= capacidad campo, expresado en %

Ph= peso de la muestra de suelo húmedo, expresado en gramos

Ps= peso del suelo seco, expresado en gramos

Luego de tener el valor de capacidad de campo se puede estimar el punto de marchitez del suelo considerando que: el punto de marchitez de un suelo es aproximadamente la mitad de la capacidad de campo.

3.6.2. PREPARACIÓN DEL TERRENO

Se seleccionó áreas de pastoreo, de los lotes de pasto de la ESPAM MFL, en donde predominan los pastos a investigar. El terreno fue preparado hace varios años, en donde consistió en el pase de la rozadora, luego dos pases de *romplow*. Para esta investigación se delimitaron las unidades experimentales de 2.00 m. de largo por 2.00 m. de ancho, separadas entre ellas por 2.00 m.

3.6.3. SIEMBRA

Se efectuó una propagación vegetativa en el mes de enero de hace algunos años. La distancia empleada para la siembra fue de cincuenta centímetros (1,00 m) entre surcos y veinte centímetros (0,25 m) entre plantas. Se profundizaron los macollos a máximo dos centímetros (2 cm) de profundidad. Con este distanciamiento se obtuvo un aproximado de 40.000 plantas/hectárea. Para ambas especies se trabajó con propagación vegetativa.

3.6.4. ESTABLECIMIENTO DE LA PARCELA DE PASTO

Previo al inicio de la investigación se desarrolló el corte de igualación de los pastos a nivel del suelo con la ayuda de un machete. El corte de igualación marca el punto de partida del desarrollo vegetativo de ambos pastos, produciéndose en el 18 de septiembre del 2019.

3.6.5. CONTROL DE MALEZA

Se realizaron deshierbas manuales a los 30 y 70 días después de la siembra (dds). Se efectuó un control mecánico empleando el machete, esta actividad se la realizó cuando la población de malezas superó el 10% en cada unidad experimental. El control de malezas se complementó con la aplicación de 2,4 D-amina a los 15 y 45 días después de realizado el corte de igualación.

3.6.6. RIEGO

Durante la investigación se efectuaron 9 riegos con una frecuencia semanal en función de las condiciones meteorológicas y las necesidades del cultivo.

- **Determinación de la evapotranspiración del cultivo de referencia (Eto).**

Se empleó el Método Penman-Monteith modificado por la FAO (Mello, J. 1998), para lo cual se ocupó el historial climático de la zona de al menos 5

años, por lo tanto, se trabajó con el software CROPWAT (Vozhehova *et al.* 2018), el cual tiene desarrollada la ecuación de Evapotranspiración (Eto). La ecuación a utilizada se muestra a continuación:

$$E_{to} = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34 U_2)}$$

Donde:

Eto: Evapotranspiración potencial, mm/día.

Rn: Radiación neta en la superficie del cultivo, MJ/m²día.

G: Flujo de calor en el suelo, MJ/m²día.

T: Temperatura media, °C.

U2: Velocidad del viento medida a 2 m de altura, m/s.

es: Presión de vapor de saturación, KPa.

ea: Presión real de vapor, kPa.

Δ: Pendiente de la curva de presión de vapor, kPa/°C.

γ: Constante psicrométrica, kPa/°C.

900: Factor de conversión.

- **Cálculo de la evapotranspiración del cultivo (ETc)**

La evapotranspiración del cultivo bajo condiciones estándar se denomina ETc. Se trata de la evapotranspiración de cualquier cultivo cuando se encuentra exento de enfermedades, con buena fertilización y que se desarrolla en parcelas amplias, bajo óptimas condiciones de suelo y agua y que alcanza la máxima producción de acuerdo a las condiciones climáticas reinantes. El Kc a empleado para los pastos de pastoreo fue 0,75 (FAO, 2008). Se la calculó por medio de la siguiente fórmula:

$$ETc = ETo * Kc$$

ETc= Evapotranspiración del cultivo o real, expresada en mm por día.

ETo=Evaporación del cultivo de referencia, expresada en mm por día.

Kc= Coeficiente del cultivo.

En la determinación del **Et** para cada pasto, considerando los días de evaluación se procedió a calcular:

$$\mathbf{ET \rightarrow Fase = Eto * Kc * Tiempo de la etapa}$$

ET=Evapotranspiración, expresada en mm.

ETo=Evaporación del cultivo de referencia, expresada en mm por día.

Kc= Coeficiente del cultivo.

- **Fórmula utilizada para calcular reserva de agua disponible**

La reserva de agua disponible es la cantidad de agua que la planta puede aprovechar del suelo.

$$RAD = \frac{CC-PM}{100} * da * Pr$$

RAD= reserva de agua disponible expresada en mm

CC= capacidad campo, expresado en %

PM= punto marchitez, expresado en %

da= densidad aparente expresado en gr/cm³

Pr=profundidad raíces expresado en mm.

- **Cálculo para determinar la lámina neta de aportación de agua**

Es la cantidad de agua que la planta puede aprovechar del suelo realizando el menor esfuerzo de succión.

$$\mathbf{Ln = RAD * Frac. Agot. o umbral de riego}$$

Ln= Lámina neta de riego, expresada en mm.

RAD= reserva de agua disponible, expresada en mm.

El valor de fracción de agotamiento utilizada fue de 0,3, debido a que el cultivo de pastos tiene raíces de 60 centímetros de profundidad, las cuales son consideradas como superficiales (Fuentes, J. 2003).

- **Frecuencia o intervalos de aportación de agua**

Es el tiempo que transcurre entre un riego y otro, conservando la humedad del suelo en su punto óptimo. Se obtuvo con la fórmula:

$$Fr = \frac{Ln}{ETc}$$

Fr= Frecuencia de riego, expresado en días.

Ln= Lámina neta o reserva de agua fácilmente disponible

ETc= Evapotranspiración del cultivo, expresada en mm por día.

- **Lámina total de agua**

Es la cantidad de agua que se aplica en cada riego por cada unidad de superficie. La fórmula empleada es la siguiente:

$$Lt = Fr * ETc$$

Lnaj= Lámina neta ajustada, expresada en mm.

Fr= Frecuencia de riego ajustada, expresado en días.

ETc= Evapotranspiración del cultivo, expresada en mm por día.

Se aplicó un riego semanal aproximadamente desde el 5 de septiembre (previo al corte de igualación), hasta el jueves 14 de noviembre. En total se implementaron 11 riegos en el ensayo experimental.

3.6.7. FERTILIZACIÓN

Es el factor en estudio, por lo tanto, a continuación, se describe la elaboración del estiércol bovino fermentado, que es uno de los productos aplicados:

Elaboración de biopreparado a base del estiércol bovino fermentado:

A principios de verano se llenaron los cuernos de vaca con estiércol, de manera que no quede espacios de aire en su interior. Se enterraron a unos 30 a 50 cm de profundidad en un terreno con alto nivel de humus, que no contenga mucha humedad y que se encuentre alejado de árboles, arbustos y de construcciones artificiales. Se procuró que los cuernos queden en buena posición para que no les ingrese humedad. La cantidad de cuernos que se preparen depende de la cantidad de preparado que se requiere producir, pero según las dosis de aplicación que define la biodinámica no son más de dos cuernos por hectárea (Kabisch, H. 1996).

A fines de invierno se desentierran y se extrae el contenido que corresponde a los cuernos llenos con estiércol de vaca descompuesto y totalmente estabilizado. En caso que aún no se haya completado el proceso de descomposición, se dejan los cuernos por un tiempo más enterrados. El preparado se aplica en invierno, de lo contrario se puede guardar hasta su uso dentro de los cuernos cubiertos con turba seca o bien en un recipiente de madera, arcilla o de loza. Estos recipientes se colocan dentro de una caja de madera llena con turba en un sitio fresco, oscuro y exento de heladas. La turba se utiliza por ser un material aislante y protector térmico natural para el preparado (Kabisch, H. 1996).

Los cuernos se pueden utilizar hasta cinco veces para la elaboración de este preparado siempre que no se encuentren dañados. El proceso completo de elaboración dura alrededor de 6 meses (Wistinghausen, C. 2005).

La aplicación se efectúa de preferencia en invierno, con el fin de favorecer una buena brotación y un adecuado desarrollo de las hojas y durante el verano, para prevenir daños provocados por altas temperaturas o sequías, ya que el preparado de cuernos con estiércol de vaca, se considera portador y emisor de “fuerzas invernales”, ya que en su elaboración permanece enterrado en invierno, donde recibe y almacena las energías de luz y calor de esta época del año, y por lo tanto ejerce una acción refrescante en el campo, aumentando el depósito de rocío y estimulando la circulación de la savia en la planta (Kabisch, H. 1996).

La aplicación al campo de este preparado se efectuó durante la tarde o al anochecer, pues se consideran los ritmos naturales de inspiración y expiración

del organismo terrestre y de las plantas durante los cuatro momentos del día: madrugada, mañana, tarde y anochecer. Esta técnica toma como principio el hecho de que, en los vegetales, se llevan a cabo determinadas funciones vitales según el momento u hora del día. Durante la madrugada y la mañana las plantas transpiran, se produce elongación celular y se forma determinados compuestos (Kabisch, H. 1996).

Durante el atardecer y anochecer, aumenta la turgencia de las plantas, se inicia la acumulación de los compuestos formados en las partes inferiores del vegetal y las células se multiplican. Este fenómeno se considera en biodinámica para el tratamiento de los cultivos, y a través de su uso se puede dirigir el efecto de los preparados hacia la parte aérea de las plantas o hacia la parte inferior según sea el momento de aplicación (Kabisch, H. 1996).

Las cantidades de los fertilizantes aplicados fueron: estiércol bovino fermentado se emplearon 20 y 35 t/ha/año, urea 250 Kg/ha/año. Esta actividad se efectuó a partir de las 4 de la tarde del quinto día de iniciada la investigación (corte de igualación del pasto), aplicando los diferentes productos y dosis que son el interés de la investigación. Dicho producto se lo distribuyó en la circunferencia del macollo de pasto saboya y esparcido en el suelo para el pasto estrella.

Para asegurar la uniformidad en la aplicación de los productos, fue necesario pesar dosis de 0,5 kg de estiércol bovino fermentado para luego proceder a aplicarlo alrededor de las plantas estudiadas de manera uniforme alrededor de los tallos.

3.6.8. CONTROL DE INSECTOS-PLAGA

El control de insectos se realizó mediante monitoreos diarios o semanales para poder medir la fluctuación de la población del insecto y luego, de acuerdo a los umbrales respectivos, se tomaron decisiones en relación a las aplicaciones de insecticidas.

3.6.9. COSECHA

Esta labor fue efectuada el 19 de noviembre (60 días después del corte de igualación). Para la toma datos se empleó el método de marcos cuadrados de 50 x 50 cm (0,25 m²) para pasto estrella (Encinozo *et al.*, 2017). Para pasto

saboya se seleccionará marcos cuadrados de 100 x 100 cm (1 m²) al interior de la unidad experimental. De preferencia dejar 0,5 m alrededor de la unidad experimental y ahí utilizar la parte central. Con la ayuda de un machete, se efectuó el corte del pasto a diferentes alturas, para el pasto estrella fue a 5 cm desde el suelo y para el pasto saboya fue a 40 cm desde el suelo y luego determinar el peso en kilogramo de pasto verde por parcela.

3.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis estadístico se utilizó el software estadístico SPSS Statistics 25 (IBM, 2019). Se calculó el coeficiente de variación para evaluar la variabilidad de los datos con respecto a la varianza y se evaluaron los valores de normalidad de datos y homogeneidad de la varianza. Para la prueba de comparación de medias: se empleó la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad.

3.8. TRATAMIENTO DE DATOS

Para la gestión de datos, una vez obtenida la información, ésta fue ordenada, depurada y validada para su posterior digitación.

3.9. ANÁLISIS ECONÓMICO

De acuerdo a la metodología descrita por el CIMMYT (1988), se determinaron los costos variables por tratamiento y los costos fijos para la siembra de una hectárea de pasto. Luego se estimó el monto a acceder por ingresos brutos, netos y totales, para determinar el beneficio costo de cada tratamiento. Posteriormente se efectuó un análisis de dominancia, mediante el cual se eliminaron los tratamientos con beneficios netos menores o iguales a la de un tratamiento de costos variables más bajos. Con los tratamientos no dominados, se efectuó un análisis de retorno marginal. De esta manera se estableció el tratamiento con mejor desempeño económico.

Cabe resaltar que a pesar de realizar el estudio sobre parcelas experimentales con pastos pre establecidos, se realizó el cálculo de una hectárea de pasto desde su siembra. Se aprovechó la consideración de que ambos tipos de pastos exigen el mismo nivel de inversión por hectárea cultivada.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS VARIABLES AGRONÓMICAS

4.1.1.1. Altura de Planta

De acuerdo con la tabla 4,1, el análisis de varianza (5%) expone que la variable altura de plantas (cm) evidenció un p-valor ($<0,0001$), determinando diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos estudiados. También se registraron diferencias estadísticas altamente significativas entre los factores estudiados. El coeficiente de variación es de 1,80 y el promedio de general para la variable a nivel de campo se ubicó en 71,9 centímetros.

TABLA 4.1. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA VARIABLE ALTURA DE PLANTA (cm) EN EL ESTUDIO EFECTO DEL ESTIÉRCOL BOVINO EN EL RENDIMIENTO Y COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE *MEGATHYRSUS MAXIMUS* Y *CYNODON NLEMFLUENSIS* EN LA ESPAM MFL.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV		
ALTURA DE PLANTA	32.00	1.00	1.00	1.80		
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo.	31758.6	7	4536.95	2700.73	<0.0001	
TRATAMIENTOS	31758.6	7	4536.95	2700.73	<0.0001	
Error	40.32	24	1.68			
Total	31799	31				

Fuente: Ensayo de campo.

La tabla 4,2 demuestra la existencia de cinco categorías estadísticas que difieren entre sí. En la categoría A se ubica el tratamiento con pasto Saboya (*Megathyrus maximus*) + estiércol bovino (20 t/ha/año) con 107,75 centímetros de promedio. En el contexto del pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis*), se destacó el tratamiento con estiércol bovino (35 t/ha/año) con 46,05 centímetros de promedio.

TABLA 4.2. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % DE PROBABILIDADES PARA VARIABLE ALTURA DE PLANTA (cm).

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T2 P1F2	107.75	4	0.65 A
T4 P1F4	105.5	4	0.65 A
T3 P1F3	105.45	4	0.65 A
T1 P1F1	93.35	4	0.65 B
T7 P2F3	46.05	4	0.65 C
T6 P2F2	42.25	4	0.65 D
T5 P2F1	40.03	4	0.65 D
T8 P2F4	34.8	4	0.65 E

Fuente: Análisis estadístico.

4.1.1.2. Biomasa aérea total

En la tabla 4,3. se detalla el análisis de varianza para la variable biomasa aérea total (kg/ha). El p-valor obtenido (<0,0001) establece diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos y factores estudiados, así como con un coeficiente de variación de 0,71 y un promedio general de 24.650 kilogramos por hectárea.

TABLA 4.3. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE BIOMASA AÉREA TOTAL (kg/ha) EN EL ESTUDIO EFECTO DEL ESTIÉRCOL BOVINO EN EL RENDIMIENTO Y COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE *MEGATHYRSUS MAXIMUS* Y *CYNODON NLEMFLUENSIS* EN LA ESPAM MFL.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
BIOMASA AÉREA	32	1	1	0.71	
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2924720000	7	417817142.9	13507	<0.0001
TRATAMIENTOS	2924720000	7	417817142.9	13507	<0.0001
Error	742400	24	30933.33		
Total	2925462400	31			

Fuente: Ensayo de campo.

La tabla 4,4 expone la prueba de Tukey (5%) para la variable biomasa aérea total (kg/ha). Se evidenció la existencia de seis categorías estadísticas que difieren entre sí. En la categoría A se ubicó al tratamiento con pasto Saboya (*Megathyrsus maximus*) + estiércol bovino (20 t/ha/año) con 35.600 kilogramos por hectárea. En el contexto del pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis*), se destacó el tratamiento con estiércol bovino (35 t/ha/año) con 20.000 kilogramos por hectárea.

TABLA 4.4. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % DE PROBABILIDADES PARA LA VARIABLE BIOMASA AÉREA TOTAL (kg/ha).

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T2 P1F2	35600	4	87.94 A
T4 P1F4	33600	4	87.94 B
T3 P1F3	33600	4	87.94 B
T1 P1F1	32400	4	87.94 C
T7 P2F3	20000	4	87.94 D
T5 P2F1	18400	4	87.94 E
T8 P2F4	12000	4	87.94 F
T6 P2F2	11600	4	87.94 F

Fuente: Análisis estadístico.

4.1.1.3. Producción de materia seca

La tabla 4,5 muestra el análisis de varianza para la variable producción de materia seca (%). El p-valor registrado es de <0,0001, determinando diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos y factores estudiados. El coeficiente de variación obtenido es de 1,21 y un promedio general del 22,4 % de materia seca.

TABLA 4.5. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA (%) EN EL ESTUDIO EFECTO DEL ESTIÉRCOL BOVINO EN EL RENDIMIENTO Y COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE *MEGATHYRSUS MAXIMUS* Y *CYNODON NLEMFLUENSIS* EN LA ESPAM MFL.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
MATERIA SECA	32	0.99	0.99	1.21	
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	213.97	7	30.57	419.2	<0.0001
TRATAMIENTOS	213.97	7	30.57	419.2	<0.0001
Error	1.75	24	0.07		
Total	215.72	31			

Fuente: Ensayo de campo.

La tabla 4,6 se exhibe la prueba de Tukey empleada para la variable producción de materia seca (%). El análisis al 95 % de probabilidades determinó la existencia de seis categorías estadísticas que difieren entre sí. En la categoría A aparece el tratamiento con pasto Saboya (*Megathyrsus maximus*) + estiércol bovino (35 t/ha/año) con el 25 % de materia seca generada. Por su parte, entre los tratamientos destacados relacionados con el pasto estrella (*Cynodon*

nlemfluensis), está el tratamiento con estiércol bovino (35 t/ha/año) con el 24 % de materia seca.

TABLA 4.6. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % DE PROBABILIDADES PARA LA VARIABLE PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA (%).

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T3 P1F3	25	4	0.14 A
T1 P1F1	25	4	0.14 A
T7 P2F3	24	4	0.14 B
T5 P2F1	23	4	0.14 C
T2 P1F2	22.75	4	0.14 C
T6 P2F2	22	4	0.14 D
T8 P2F4	21	4	0.14 E
T4 P1F4	16.5	4	0.14 F

Fuente: Análisis estadístico.

4.1.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS VARIABLES NUTRICIONALES

4.1.2.1. Humedad (%)

La variable humedad fue extraída a los 60 días después del corte de igualación para ambas especies. La tabla 4,7 proyecta el análisis de varianza (5%) para la variable humedad (%), registrando diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos estudiados con un p-valor ($<0,0063$), así como diferencias estadísticas significativas entre los factores estudiados ($p < 0,0063$). El coeficiente de variación es de 11,90 y el promedio de general para la variable a nivel de campo se ubicó en 16,81 %.

TABLA 4.7. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE HUMEDAD (%) EN EL ESTUDIO EFECTO DEL ESTIÉRCOL BOVINO EN EL RENDIMIENTO Y COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE *MEGATHYRSUS MAXIMUS* Y *CYNODON NLEMFLUENSIS* EN LA ESPAM MFL.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
HUMEDAD (%)	32	0.53	0.39	11.90	
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2393.92	7	341.99	3.82	0.0063
TRATAMIENTOS	2393.92	7	341.99	3.82	0.0063
Error	2146.99	24	89.46		
Total	4540.91	31			

Fuente: Ensayo de campo.

La tabla 4,8 determina la existencia de tres categorías estadísticas que difieren entre sí. En la categoría A se ubica el tratamiento con pasto saboya (*Megathyrus maximus*) + estiércol bovino (20 t/ha/año) con 31,57 % de promedio. En el contexto del pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis*), se destacó el tratamiento de fertilización tradicional (urea) con 8.08 % de promedio.

Al momento de la medición del porcentaje de humedad de los pastos, fue evidente que el pasto saboya contenía mayor índice de humedad debido a que el momento de la cosecha coincidió con el desarrollo agronómico idóneo de la especie, a diferencia del pasto estrella que se registra a más temprana edad. Ambos pastos fueron cosechados a la misma fecha.

TABLA 4.8. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % DE PROBABILIDADES PARA LA VARIABLE HUMEDAD (%).

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T2 P1F2	31.57	4	4.73	A
T3 P1F3	22.59	4	4.73	A B
T1 P1F1	12.56	4	4.73	A B
T4 P1F4	11.61	4	4.73	A B
T8 P2F4	8.08	4	4.73	B
T6 P2F2	6.62	4	4.73	B
T7 P2F3	6.40	4	4.73	B
T5 P2F1	5.83	4	4.73	B

Fuente: Análisis estadístico.

4.1.2.2. Ceniza

De acuerdo con la tabla 4,9 el análisis de varianza (5%) registra que la variable ceniza (%) evidenció un p-valor ($>0,9885$), evidenciando diferencias estadísticas no significativas entre los tratamientos y factores estudiados. El coeficiente de variación es de 15,50 y el promedio de general para la variable a nivel de campo se ubicó en 13,21 %.

TABLA 4.9. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE CENIZA (%) EN EL ESTUDIO EFECTO DEL ESTIÉRCOL BOVINO EN EL RENDIMIENTO Y COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE *MEGATHYRSUS MAXIMUS* Y *CYNODON NLEMFLUENSIS* EN LA ESPAM MFL.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV		
CENIZA	32	0.05	0.00	15.55		
F.V.	SC	gl	CM	F		p-valor
Modelo.	40.82	7	5.83	0.17		0.9885
TRATAMIENTOS	40.82	7	5.83	0.17		0.9885
Error	809.63	24	33.73			
Total	850.45	31				

Fuente: Ensayo de campo.

La tabla 4,10 demuestra la existencia de una categoría estadística (sin diferencias significativas). El mejor registro nutritivo fue alcanzado por el pasto saboya (*Megathyrus maximus*) + estiércol bovino (20 t/ha/año) con 12,34 % de promedio. En el contexto del pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis*), se destacó el tratamiento con fertilización tradicional con 9,92 % de promedio.

TABLA 4.10. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % DE PROBABILIDADES PARA LA VARIABLE CENIZA (%).

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T2 P1F2	12.34	4	2.90 A
T4 P1F4	12.00	4	2.90 A
T1 P1F1	10.86	4	2.90 A
T3 P1F3	10.52	4	2.90 A
T8 P2F4	9.92	4	2.90 A
T6 P2F2	9.53	4	2.90 A
T7 P2F3	9.30	4	2.90 A
T5 P2F1	9.18	4	2.90 A

Fuente: Análisis estadístico.

4.1.2.3. Extracto etéreo

Según la tabla 4,11 el análisis de varianza (5%) exhibe que la variable extracto etéreo (grasa cruda, %) evidenció un p-valor (<0,0001), determinando diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos y factores estudiados. El coeficiente de variación es de 7,23 y el promedio de general para la variable a nivel de campo se ubicó en 1,80 %.

TABLA 4.11. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE EXTRACTO ETÉREO EN EL ESTUDIO EFECTO DEL ESTIÉRCOL BOVINO EN EL RENDIMIENTO Y COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE *MEGATHYRSUS MAXIMUS* Y *CYNODON NLEMFLUENSIS* EN LA ESPAM MFL.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
GRASA	32	0.81	0.75	7.23	
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1.87	7	0.27	14.20	<0.0001
TRATAMIENTOS	1.87	7	0.27	14.20	<0.0001
Error	0.45	24	0.02		
Total	2.32	31			

Fuente: Ensayo de campo.

La tabla 4,12 evidencia la existencia de seis categorías estadísticas que difieren entre sí. En la categoría A se ubica el tratamiento con pasto saboya y fertilización tradicional (urea) con 2,28 % de promedio. En el contexto del pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis*), también se destacó el tratamiento con fertilización tradicional (urea), registrando 1,85 % de promedio.

TABLA 4.12. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % DE PROBABILIDADES PARA LA VARIABLE EXTRACTO ETÉREO.

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T4 P1F4	2.28	4	0.07	A
T3 P1F3	2.18	4	0.07	A B
T2 P1F2	2.05	4	0.07	A B C
T1 P1F1	1.91	4	0.07	B C D
T8 P2F4	1.85	4	0.07	C D
T6 P2F2	1.70	4	0.07	D
T7 P2F3	1.60	4	0.07	D
T5 P2F1	1.60	4	0.07	D

Fuente: Análisis estadístico.

4.1.2.4. Proteína cruda

De acuerdo con la tabla 4,13 el análisis de varianza (5%) expone que la variable proteína cruda (%) evidenció un p-valor (<0,0001), determinando diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos y factores estudiados. El coeficiente de variación es de 1,29 y el promedio de general para la variable a nivel de campo se ubicó en 10,49 %.

TABLA 4.13. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PROTEÍNA CRUDA (%) EN EL ESTUDIO EFECTO DEL ESTIÉRCOL BOVINO EN EL RENDIMIENTO Y COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE *MEGATHYRSUS MAXIMUS* Y *CYNODON NLEMFLUENSIS* EN LA ESPAM MFL.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
PROTEÍNA (%)	32	0.99	0.99	1.29	
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	64.22	7	9.17	487.33	<0.0001
TRATAMIENTOS	64.22	7	9.17	487.33	<0.0001
Error	0.45	24	0.02		
Total	64.67	31			

Fuente: Ensayo de campo.

La tabla 4,14 exhibe la existencia de siete categorías estadísticas que difieren entre sí. En la categoría A se ubica el tratamiento con pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis*) + fertilización tradicional (urea) con el 12,72 % de proteína cruda. En el contexto del pasto saboya (*Megathyrsus maximus*), también se destacó el tratamiento con fertilización tradicional (urea) con el 12,05 % de proteína cruda de promedio.

TABLA 4.14. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % DE PROBABILIDADES PARA LA VARIABLE PROTEÍNA CRUDA (%).

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T8 P2F4	12.72	4	0.07	A
T4 P1F4	12.05	4	0.07	B
T7 P2F3	11.33	4	0.07	C
T6 P2F2	11.13	4	0.07	C
T2 P1F2	10.64	4	0.07	D
T5 P2F1	9.48	4	0.07	E
T3 P1F3	8.95	4	0.07	F
T1 P1F1	8.44	4	0.07	G

Fuente: Análisis estadístico.

4.1.2.5. Fibra detergente neutro (FDN)

En función con la table 4.15., el análisis de varianza (5%) determina que la variable fibra detergente neutro (FDN) evidenció un p-valor (<0,0001), determinando diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos y factores estudiados. El coeficiente de variación es de 0,35 y el promedio de general para la variable a nivel de campo se ubicó en 34,91 %.

TABLA 4.15. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE FIBRA DETERGENTE NEUTRO (FDN) EN EL ESTUDIO EFECTO DEL ESTIÉRCOL BOVINO EN EL RENDIMIENTO Y COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE *MEGATHYRSUS MAXIMUS* Y *CYNODON NLEMFLUENSIS* EN LA ESPAM MFL.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
FIBRA (%)	32	0.98	0.98	0.35	
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	27.80	7	3.97	210.98	<0.0001
TRATAMIENTOS	27.80	7	3.97	210.98	<0.0001
Error	0.45	24	0.02		
Total	28.25	31			

Fuente: Ensayo de campo.

La tabla 4,16 demuestra la existencia de cinco categorías estadísticas que difieren entre sí. En la categoría A se ubica el tratamiento con pasto saboya (*Megathyrsus maximus*) + testigo (sin fertilización), con el 40,94 % de fibra en promedio. En el contexto del pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis*), se destacó el tratamiento sin fertilización (testigo) con 40,94 % de fibra en promedio.

TABLA 4.16. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % DE PROBABILIDADES PARA LA VARIABLE FIBRA DETERGENTE NEUTRO (FDN).

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T1 P1F1	40.94	4	0.07	A
T2 P1F2	40.76	4	0.07	A
T5 P2F1	40.70	4	0.07	A
T3 P1F3	39.92	4	0.07	B
T6 P2F2	38.96	4	0.07	C
T4 P1F4	38.94	4	0.07	C
T7 P2F3	38.76	4	0.07	C D
T8 P2F4	38.59	4	0.07	D

Fuente: Análisis estadístico.

4.1.2.6. Extracto libre de nitrógeno (ELN)

Según la tabla 4,17 el análisis de varianza (5%) exhibe que la variable proteína cruda (%) evidenció un p-valor (<0,0001), determinando diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos y factores estudiados. El coeficiente de variación es de 0,39 y el promedio de general para la variable a nivel de campo se ubicó en 34,91 %.

TABLA 4.17. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE EXTRACTO LIBRE DE NITRÓGENO (ELN) EN EL ESTUDIO EFECTO DEL ESTIÉRCOL BOVINO EN EL RENDIMIENTO Y COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE *MEGATHYRSUS MAXIMUS* Y *CYNODON NLEMFLUENSIS* EN LA ESPAM MFL.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
ELN	32	1.00	1.00	0.39	
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	139.06	7	19.87	1055.26	<0.0001
TRATAMIENTOS	139.06	7	19.87	1055.26	<0.0001
Error	0.45	24	0.02		
Total	139.51	31			

Fuente: Ensayo de campo.

La tabla 4,18 demuestra la existencia de siete categorías estadísticas que difieren entre sí. En la categoría A se ubica el tratamiento con pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis*) + testigo (sin fertilización), con el 37,02 % de extracto libre de nitrógeno (ELN). En el contexto del pasto saboya (*Megathyrus maximus*), se destacó el tratamiento con estiércol bovino (35 t/ha/año) con 36,57 % de extracto libre de nitrógeno.

TABLA 4.18. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % DE PROBABILIDADES PARA LA VARIABLE EXTRACTO LIBRE DE NITRÓGENO (ELN).

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T5 P2F1	37.02	4	0.07	A
T7 P2F3	36.95	4	0.07	A
T6 P2F2	36.57	4	0.07	B
T3 P1F3	36.15	4	0.07	C
T1 P1F1	35.37	4	0.07	D
T8 P2F4	34.73	4	0.07	E
T4 P1F4	31.98	4	0.07	F
T2 P1F2	31.29	4	0.07	G

Fuente: Análisis estadístico.

4.1.3. ANÁLISIS ECONÓMICO

Para efectuar el análisis económico se desarrolló un presupuesto general proyectado de la producción de una hectárea de pasto saboya (*Megathyrus maximus*) y estrella (*Cynodon nlemfluensis*) desde la siembra, hasta la cosecha. Se calculó un costo general de \$ 352, dato con el que proyectaron los costos fijos, en relación con los costos variables. En la tabla 4,20 se registran los costos variables requeridos para la siembra y producción de una hectárea de pasto

saboya (*Megathyrsus maximus*) y estrella (*Cynodon nlemfluensis*) con la aplicación del estiércol bovino y su diferenciación con el testigo.

TABLA 4.19. PRESUPUESTO POR HECTÁREA, CULTIVO DE PASTO *MEGATHYRSUS MAXIMUS* Y *CYNODON NLEMFLUENSIS*.

RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Aplicación pre emergente	Ha			10
Subtotal 1				10
INSUMOS				
Semillas	Kg	40	2	80
CONTROL DE INSECTOS-PLAGAS				0
CONTROL DE MALEZAS				0
2, 4D Amina	L	5	12	60
Subtotal 2				140
MANO DE OBRA				
Siembra	J	6	10	60
Chapia	J	2	10	20
Riego	J	9	10	90
Cosecha	J	4	10	40
Subtotal 3				170
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				320
DEPRECIACIÓN DE 10 CICLOS				
5% Costos de administración				16.00
5% Reposición de infraestructura				16.00
COSTOS INDIRECTOS				32.00
T. SUMATORIA DE COSTOS				352.00

Fuente: Análisis económico.

TABLA 4.20. COSTOS VARIABLES PARA LA APLICACIÓN DE FERTILIZANTES POR HECTÁREA, CULTIVO DE PASTO *MEGATHYRSUS MAXIMUS* Y *CYNODON NLEMFLUENSIS*.

N	Tratamiento	Insumos	Costos de aplicación	Total
1	T1 P1F1	0.00	40	40
2	T2 P1F2	60.00	40	100
3	T3 P1F3	90.00	40	130
4	T4 P1F4	75.00	40	115
5	T5 P2F1	0.00	40	40
6	T6 P2F2	60.00	40	100
7	T7 P2F3	90.00	40	130
8	T8 P2F4	75.00	40	115

Fuente: Análisis económico.

La tabla 4,21 exhibe un análisis de sensibilidad por el método costo-beneficio. El mejor desempeño económico fue registrado por el tratamiento 1 (pasto saboya sin fertilización) alcanzando una utilidad neta de 45,40 USD/ha y una relación costo-beneficio de 1,12, lo que representa que por cada dólar invertido se recuperan 12 centavos de dólar. En estos términos la rentabilidad es del 12 %.

Por su parte, en el contexto del pasto estrella, todos los tratamientos arrojaron números rojos, es decir, ningún tipo de fertilización empleada en pasto estrella genera utilidades económicas. El tratamiento con peor desempeño económico se registró cuando se aplicó pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis*) sin fertilización (testigo). Se obtuvo una utilidad neta de -368,48 USD/ha y una relación costo-beneficio de 0,18, lo que significa pérdidas económicas aproximadas del 82 %.

TABLA 4.21. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD PARA LA APLICACIÓN DE FERTILIZANTES POR HECTÁREA, CULTIVO DE PASTO *MEGATHYRSUS MAXIMUS* Y *CYNODON NLEMFLUENSIS*.

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Rendimiento (kg/ha)	32400	35600	33600	33600	18400	11600	20000	12000
Rend. Ajustado (10%)	29160.00	32040.00	30240.00	30240.00	16560.00	10440.00	18000.00	10800.00
Benef. Bruto (\$/ha)	437.40	480.60	453.60	453.60	132.48	83.52	144.00	86.40
Total costos que varían	40.00	100.00	130.00	115.00	40.00	100.00	130.00	115.00
Costos fijos	352.00	352.00	352.00	352.00	352.00	352.00	352.00	352.00
Benef. Netos	45.40	28.60	-28.40	-13.40	-259.52	-368.48	-338.00	-380.60
B/C	1.12	1.06	0.94	0.97	0.34	0.18	0.30	0.19

Fuente: Análisis económico.

4.2. DISCUSIÓN

El estudio evidenció algunos hechos científicos de importancia en relación con el desempeño agronómico, nutricional y económico del pasto saboya (*Megathyrsus maximus*) y estrella (*Cynodon nlemfluensis*). A continuación, se efectúa una discusión de los resultados alcanzados con los trabajos desarrollados por otros autores con anterioridad.

El pasto saboya (*Megathyrsus maximus*) + estiércol bovino (20 t/ha/año) alcanzó el mejor desempeño agronómico para la variable altura de planta (cm) con 107,75 centímetros de promedio y biomasa aérea total (kg/ha) con 35.600 kilogramos por hectárea.

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Calderón, M. (2006), quien determinó mejores registros de altura de planta sobre pastizales de saboya con una dosis de 40 toneladas por hectárea. Por su parte González *et al.* (1996) establecieron un incremento significativo en la altura de planta del pasto buffel Texas -4464 con la aplicación de 30 toneladas por hectárea.

Mientras que, en el contexto del pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis*), se destacó el tratamiento con estiércol bovino (35 t/ha/año) para la variable altura de planta con 46,05 centímetros de promedio y biomasa aérea total (kg/ha) con 20.000 kilogramos por hectárea. Este mismo tratamiento alcanzó el mejor registro productivo para la variable materia seca con el 24 %.

Resultados inferiores a los de Arteaga *et al.* (1981), quienes en un periodo de cuatro años de aplicaciones de estiércol lograron incrementar el rendimiento promedio de materia seca de 11,66 a 24,10 t/ha/año en comparación con el testigo en *Cynodon nlemfluensis*.

En relación con la variable materia seca para el pasto saboya, el mejor rendimiento fue alcanzado por el tratamiento con estiércol bovino (35 t/ha/año) con el 25 % de materia seca generada. Con estos registros se confirman los obtenidos por Calderón, M. (2006) quien identificó un contenido de materia seca

del 23 %. No obstante, el estiércol bovino también registró los promedios de rendimiento más bajos en la investigación fertilizantes orgánicos en la producción de pastos nativos en Molinopampa, Amazonas-Perú, desarrollada por Huaman *et al.* (2019).

En relación con los atributos nutritivos para la variable humedad (%), el mejor desempeño fue logrado por el tratamiento con pasto saboya (*Megathyrsus maximus*) + estiércol bovino (20 t/ha/año) con 31,57 % de promedio y con el mejor desempeño de pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis*) se destacó el tratamiento de fertilización tradicional (urea) con 8,08 % de promedio.

Estos resultados confirman los obtenidos por Crespo *et al.* (2010), quienes identificaron un promedio de humedad aproximado del 27 % sobre pasto Saboya (*Megathyrsus maximus*) + estiércol bovino (35 t/ha/año).

En cuanto a la variable extracto etéreo (porcentaje de grasa), el mejor rendimiento fue alcanzado por el tratamiento con pasto saboya y fertilización tradicional (urea) con 2,28 % de promedio. En el contexto del pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis*), también se destacó el tratamiento con fertilización tradicional (urea), registrando 1,85 % de promedio.

Resultados que confirman los obtenidos por López *et al.* (2019), quienes evidenciaron un promedio del 2,26 % de extracto etéreo (porcentaje de grasa) sobre pasto saboya con fertilización tradicional (urea).

La variable más significativa en el análisis nutricional es proteína cruda. El mejor rendimiento fue alcanzado por el tratamiento con pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis*) + fertilización tradicional (urea) con el 12,72 % de proteína cruda. En el contexto del pasto saboya (*Megathyrsus maximus*), también se destacó el tratamiento con fertilización tradicional (urea) con el 12,05 % de proteína cruda de promedio.

El tratamiento con pasto saboya (*Megathyrsus maximus*) + testigo (sin fertilización), obtuvo el mejor desempeño para la variable fibra con el 40,94 %. En el contexto del pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis*), se destacó el tratamiento sin fertilización (testigo) con 40,94 % de fibra en promedio.

Adicionalmente, el tratamiento pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis*) + testigo (sin fertilización), con el 37,02 % alcanzó el mejor desempeño para la variable extracto libre de nitrógeno (ELN). En el contexto del pasto saboya (*Megathyrsus maximus*), se destacó el tratamiento con estiércol bovino (35 t/ha/año) con 36,57 %.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- El estiércol bovino tuvo incidencia positiva sobre indicadores del rendimiento de biomasa de los pastos estudiados. Los tratamientos con el biopreparado a base de estiércol bovino fermentado (20 t/ha/año) evidenció su óptimo funcionamiento sobre variables como altura de planta y biomasa aérea total para el caso de pastos saboya (*Megathyrsus maximus*). Así mismo, el mejor desempeño agronómico para la variable materia seca fue obtenido por el biopreparado a base de estiércol bovino fermentado (35 t/ha/año). Por su parte, el biopreparado a base de estiércol bovino fermentado (35 t/ha/año) evidenció el mejor rendimiento agronómico en el contexto del pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis*), sobre las variables altura de planta, biomasa aérea total y materia seca.
- El biopreparado a base de estiércol bovino fermentado también tuvo incidencia positiva sobre algunos indicadores nutritivos, evidenciados en el análisis proximal. Los tratamientos con el biopreparado a base de estiércol bovino fermentado (20 t/ha/año; 35 t/ha/año) alcanzaron los mejores registros para la variable humedad y extracto libre de nitrógeno (ELN) respectivamente (pasto saboya). En el contexto del pasto estrella, los biopreparados a base de estiércol bovino fermentado no representaron un factor influyente en mejores desempeños. No obstante, los tratamientos con fertilización tradicional obtuvieron los más altos registros nutricionales, para pasto saboya (extracto etéreo y proteína cruda) y pasto estrella (humedad, extracto etéreo y proteína cruda). Es decir, los tratamientos con fertilización tradicional (urea: 250 Kg/ha/año), registraron en promedio 11,07 % de proteína cruda para pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis*) y 9,92 % para pasto saboya (*Megathyrsus maximus*).
- El mayor desempeño económico fue registrado por el tratamiento 1 (pasto saboya sin fertilización) alcanzando una utilidad neta de 45,40 USD/ha y una relación costo-beneficio de 1,12, lo que representa que por cada dólar

invertido se recuperan 12 centavos de dólar. En estos términos la rentabilidad es del 12 %. En el contexto del pasto estrella, todos los tratamientos arrojaron números rojos, es decir, ningún tipo de fertilización en el cultivo del pasto estrella genera utilidades. El tratamiento con menor desempeño económico se registró cuando se aplicó pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis*) sin fertilización (testigo). Se obtuvo una utilidad neta de -368.48 USD/ha y una relación costo-beneficio de 0,18, lo que significa pérdidas económicas aproximadas del 82 %.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda el diseño de programas de fertilización a base de estiércol bovino fermentado (20 t/ha/año; 35 t/ha/año) para incrementar el rendimiento de la altura de planta, biomasa aérea total y materia seca para el pasto saboya (*Megathyrsus maximus*) y pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis*).
- Se recomienda la inclusión del estiércol bovino en programas de fertilización (20 t/ha/año; 35 t/ha/año) para incrementar índices de calidad en torno a la humedad y extracto libre de nitrógeno (ELN) en el contexto del pasto saboya.
- Se recomienda la inclusión de propuestas industriales direccionadas a la atención de un mercado insatisfecho como es la nutrición de bovinos en nuestra región. De este modo se podrá generar propuestas relacionadas con la creación de marcas de forrajes, henos y/o ensilaje.

BIBLIOGRAFÍA

- Adesemoye, A. y Kloepper, J. 2009. Plant-microbes interactions in enhanced fertilizer-use efficiency. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 85, 1-12
- Álvarez, E., Vivas, L., Laiño, A., Villacís, M., Villacis, M. y Guerra, I. 2017. Degradabilidad ruminal in vitro de ensilajes de pasto saboya (*Panicum maximum* Jacq.) con diferentes niveles de inclusión de cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims.). *Revista Ciencia y Tecnología*, 10(2), 53-62.
- Apráez, E., Gálvez, A. y Apráez, J. 2019. Edaphoclimatic factors in the production and quality of Saboya grass (*Holcus lanatus* L.) in the highland of Nariño. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 36(1), 16-32.
- Arteaga, O., Chongo, R., Portieles, J. y Moreno, A. 1981. Consideraciones sobre el uso del estiércol vacuno como fertilizante para pastos. CIDA. Boletín de reseñas. *Suelos y Agroquímica*, 4(7).
- Ávalos, F. y Villalobos, C. 2018. Manual para la elaboración de análisis económicos en investigaciones agropecuarias. Boletín de Instituto Nacional de Ciencias Agrarias. La Habana, CU. N° 6723. p 18.
- Bassi, T. 2006. Conceptos básicos sobre la calidad de los forrajes. Zamora: Universidad Nacional de Lomas de Zamora. Buenos Aires, AR. p 17.
- Cabrera, A., González, S., Vera, J., Medina, F. y Peña, J. 2018. Efecto de los biofertilizantes sobre la asimilación de nitrógeno por el cultivo de trigo. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 9(2), 281.
- Calderón, M. 2006. Efecto de la aplicación de estiércol vacuno y hongos micorrizógenos arbusculares en pasto guinea (*Panicum maximum*, cv Likoni) cultivado en suelo Ferralítico Rojo Lixiviado. La Habana: INCA. p 23.

- Colín, H., Cuevas, H. y Tradicional, E. 2015. El manejo tradicional y agroecológico en un huerto familiar de México, como ejemplo de sostenibilidad. *Etnobiología*, 10(2), 12-28.
- Crespo, G., Arteaga, O., Valdés, G. y Vega, J. 2010. Utilización de residuales de las instalaciones pecuarias para la producción de pastos y forrajes tropicales. In Resúmenes. Congreso. p 41.
- Departamento de Meteorología, ESPAM MFL. 2018. Informe Meteorológico Anual 2017. Calceta: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí.
- Elizondo, J. 2017. Producción de biomasa y calidad nutricional de tres forrajes cosechados a dos alturas. *Agronomía Mesoamericana*, 28(2), 329-340.
- Encinozo, O., Camacaro, S., Pinto, L. y Ríos, L. 2017. Efecto de la presencia de sombra en áreas de pastoreo de ovinos.1. Selección de especies forrajeras. *Revista Pastos y Forrajes*, 40(1), 65-72.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2008). Evapotranspiración del cultivo. Obtenido de Consultado 11-11-2019. disponible en: www.fao.org
- Flores, G., Díaz, N., Valladares, J., Crespo, S., Fernández, B., Resch, C. y Piñeiro, J. 2013. Evaluación de cultivares de Rey grass Italiano e híbrido como cultivo de invierno para ensilar en primavera. *Revista Pastos*, 43(1): 20-34.
- Fuentes, J. 2003. Técnicas de riego. 4ta. edición revisada y ampliada. Coedición Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación-Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, EC. p 483.
- García, A., Avellán, A. y Díaz, C. 2015. Evaluar la respuesta agronómica del pasto saboya (*Panicum maximum* tanzania) a diferentes tiempos de aplicación, pre-siembra con humus de lombriz en el campus de la ESPAM MFL. Calceta: ESPAM MFL.

- García, L., Suárez, Y., Hernández, R. y Betancourt, A. 2009. Estiércol bovino, mitos y realidades Facultad de Medicina Veterinaria UNAH. ACPA, 13-17.
- Giubi, J., Bernal, M. y Cañete, F. 2020. Producción de Biogás a partir de residuos orgánicos generados en el Hospital de Clínicas: Un estudio preliminar. Anales de la Facultad de Ciencias Médicas, Vol. 52, No. 3, pp. 53-58.
- González, S., Eguiarte, V. y Galina, M. 1996. Aplicación y efecto residual del estiércol en la producción y calidad del buffel (*Cenchrus ciliaris* cv. Texas-4464) en el trópico seco. Pastos y Forrajes, 19(2).
- Huaman, L., Vásquez, H. y Oliva, M. 2019. Fertilizantes orgánicos en la producción de pastos nativos en Molinopampa, Amazonas-Perú. Revista de Investigación en Agroproducción Sustentable, 2(3), 17-22.
- IBM. 2019. IBM SPSS - Guía breve de estadísticos 25. Obtenido de ftp://public.dhe.ibm.com/software/analytics/spss/documentation/statistics/25.0/es/client/Manuals/IBM_SPSS_Statistics_Brief_Guide.pdf.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). 2014. Pastos Tropicales. Quevedo, EC. p 17-19.
- Kabisch, H. 1996. Guía práctica para los preparados biodinámicos. Obtenido de Asociación de Agricultura Biodinámica de España: Madrid, España. 51p. Disponible en: http://www.bioagronomo.com/index_archivos/literatura/07GPEPB.pdf.
- López, M., Figueroa, U., Fortis, M., Núñez, G., Ochoa, E. y Sánchez, J. 2015. Evaluación de dosis equivalentes de fertilizante y estiércol en la producción de maíz forrajero (*Zea mays*). Phytón, 84(1), 8-13.
- López, M., Rojas, A. y Briceño, E. 2019. Sustitución del pasto *Megathyrsus maximus* por guineo cuadrado y urea en mezclas ensiladas. Agronomía Mesoamericana, 30(1), 179-194.
- Mamani, E., Morales, V. y Ortuño, N. 2016. Aplicación de biofertilizantes foliares en el cultivar Huaycha (*Solanum tuberosum* subsp. andigena) en los

- valles interandinos de Bolivia. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 20(2), 14-25.
- Martínez, J., Ojeda, F., Yepes, I. y Jácome, I. 1989. Formas de secado en la determinación de la materia seca en el pennisetum purpureum cv. Taiwan A-144. *Pastos y Forrajes*, 12(1).
- Martínez, J., Ojeda, F., Yepes, I. y Jacome, I. 1989. Los insectos como enemigos de los pastos y forrajes. Su combate. *Pastos y Forrajes*, 12(3).
- Medina, G., Bernal, H., Hernández, C., Hernández, C. y Gutiérrez, G. 2016. Uso de basidiomicetos nativos en la biotransformación del pasto buffel (*Cenchrus ciliaris*) para mejorar la calidad nutricional. *Revista mexicana de micología*, 43, 31-35.
- Mello, J. 1998. Análise de sensibilidade dos componentes da equação de Penman-Monteith-FAO. Tesis doctoral. Viçosa: UFV, p 79.
- Mendoza, M. 2018. Caracterización de la producción agrícola de una muestra de unidades productivas agropecuarias de la provincia de Manabí. Loja: Universidad Técnica Particular de Loja.
- Mendoza, O., Terán, C. y Monzón, N. 2015. Composición química del fruto de dos especies del Bosque Seco Tropical en la región costera del Ecuador como fuente de alimento para los rumiantes. *Centro Agrícola*, 42(4), 61-65.
- Mogollón, E., Delgado, F. y Patiño, F. 2018. Biomasa y calidad nutricional de cuatro variedades de alfalfa para introducir en Pamplona, Colombia. *Revista Ciencia y Agricultura*, 15(1), 61-67.
- Morán, C. 2019. Comparación de dos intervalos de cortes del pasto saboya (*Panicum máximum* Jacq.), en su rendimiento de biomasa y valor nutritivo. Tesis de Ingeniero Agrónomo. UTB. Babahoyo, EC. p 13-16.
- Ojeda, L., Toledo, L., Hernández, C., Machado, Y. y Furrázola, E. 2016. Influencia de la aplicación de *Azospirillum lipoferum* en *Megathyrsus*

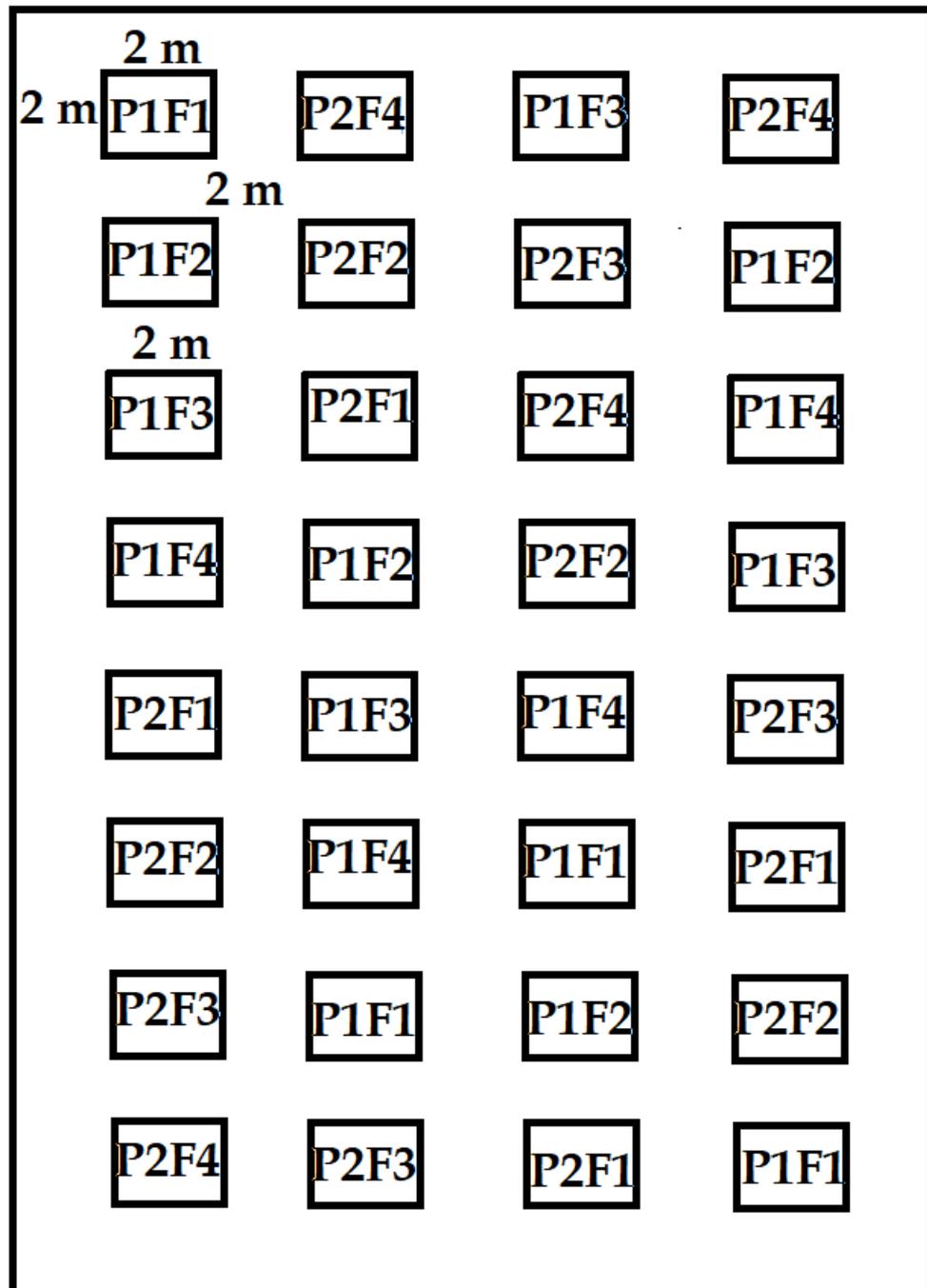
maximus vs. *guinea tobiatá* en un suelo pardo grisáceo. Pastos y Forrajes, 39(1), 27-32.

- Pardo, M., Salcedo, R. y Mejía, A. 2018. Calidad nutricional de mombasa y tanzania (*Megathyrus maximus*, Jacq.) manejados a diferentes frecuencias y alturas de corte en Sucre, Colombia. CES Medicina Veterinaria y Zootecnia, 13(1), 17-30.
- Pérez, A. y Muñoz, W. 2019. Producción de biofertilizante a partir de la descomposición de biomasa a través de biogestores. Tesis de Ingeniero Agrónomo. UTB. Babahoyo, EC. p 67-68.
- Quilumba, E., Cacuango, C. y Santiago, G. 2020. Evaluación de tres métodos biodegradables para el aprovechamiento de los residuos orgánicos generados en el cantón Pedro Moncayo, provincia de Pichincha. Tesis de Médico Veterinario. Universidad Técnica del Norte. Ibarra, EC. p 89.
- Roa, M. y Galeano, J. 2015. Calidad nutricional y digestibilidad in situ de ensilajes de cuatro leñosas forrajeras. Pastos y Forrajes, 38(4), 431-440.
- Robinson, D. 2005. fertilizacion y utilizacion de nutrientes en campos forrajeros de corte. Bogota-Colombia: Santa Fe. p 36.
- Robledo, M., Zavala, J., Lugo, J., Ortiz, R., Montiel, O., Macías, M. y López, C. 2017. Biofertilización en híbridos de maíz androestériles y fértiles para los valles altos de México. Revista Terra Latinoamericana, 35(1), 65-72.
- Salazar, E., Vázquez, C., Leos, J., Fortis, M., Montemayor, J., Figueroa, R. y López, J. 2004. Mineralización del estiércol bovino y su impacto en la calidad del suelo y la producción de tomate (*Lycopersicon sculentum* Mill) bajo riego sub-superficial. Phytion, 73, 259-273.
- Solano, B., Lucas, J., Villaraco, A., Gutiérrez, E. y Mañero, J. 2016. Biofertilizantes a base de microorganismos. Tierras de Castilla y León: Agricultura, (246), 68-72.

- TROPICALFORAGES. 2018. Especies forrajeras multipropósito. Obtenido de <http://www.tropicalforages.info/Multiproposito/key/Multiproposito/Media/Html/Panicum%20maximum%20Jacq.htm>
- Villalobos, V., Cordero, A. y Wingching, R. 2015. Costos de producción de ensilados de pastos tropicales elaborados en lecherías de Costa Rica. *Nutrición Animal Tropical*, 9(2), 27-48.
- Vozhehova, R., Lavrynenko, Y., Kokovikhin, S., Lykhovyd, P., Biliaieva, I., Drobitko, A. y Nesterchuk, V. 2018. Assessment of the CROPWAT 8.0 software reliability for evapotranspiration and crop water requirements calculations. *Journal of water and land development*, 39(1), 147-152.
- Wistinghausen, C. 2005. Curso para la elaboración de los preparados biodinámicos en Alemania en la finca de C. Wistinghausen. Obtenido de Mausdorf, Alemania. 18p. Disponible en: http://bioagronomo.com/index_archivos/literatura/05CEPB.pdf.

ANEXOS

ANEXO 1. Croquis de ensayo experimental



ANEXO 2. Instalación de ensayo experimental



ANEXO 3. Implementación de parcelas experimentales



ANEXO 4. Riego de parcelas experimentales



ANEXO 5. Preparación de biofertilizantes**ANEXO 6. Desarrollo de pasto Saboya**

ANEXO 7. Desarrollo de pasto Estrella



ANEXO 8. Muestreo de campo



ANEXO 9. Medición de variable altura de planta

ANEXO 10. Medición de variable biomasa aérea total

ANEXO 11. Preparación de muestras de biofertilizante

ANEXO 12. Pesado de biofertilizante

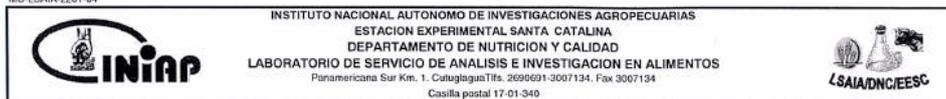


ANEXO 13. Medición de variable materia seca (laboratorio)

ANEXO 14. Muestras para análisis de laboratorio

ANEXO 15. Resultados de análisis proximal de los pastos (1/2)

MC-LSAIA-2201-04



INFORME DE ENSAYO No: 19-066

NOMBRE PETICIONARIO: Ing. Victor Alejandro Vera Espinoza
 DIRECCION: Chone - Manabí
 FECHA DE EMISION: 7 de mayo de 2019
 FECHA DE ANALISIS: Del 12 de abril al 6 de mayo de 2019

INSTITUCION: Particular
 ATENCION: Ing. Victor Vera
 FECHA DE RECEPCION: 11/04/2019
 HORA DE RECEPCION: 13H44
 ANALISIS SOLICITADO: Proximal, Minerales, Van Soest

ANÁLISIS	HUMEDAD	CENIZAS ^Ω	E.E. ^Ω	PROTEINA ^Ω	FIBRA ^Ω	E.L.N. ^Ω	IDENTIFICACIÓN
MÉTODO	MO-LSAIA-01.01	MO-LSAIA-01.02	MO-LSAIA-01.03	MO-LSAIA-01.04	MO-LSAIA-01.05	MO-LSAIA-01.06	
MÉTODO REF.	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	
UNIDAD	%	%	%	%	%	%	
19-0468	42,86	78,29	0,22	6,16	6,21	9,11	Biopreparado
ANÁLISIS		Ca ^Ω	P ^Ω	Mg ^Ω	K ^Ω	Na ^Ω	
MÉTODO		MO-LSAIA-03.01.02	MO-LSAIA-03.01.04	MO-LSAIA-03.01.02	MO-LSAIA-03.01.03	MO-LSAIA-03.01.03	
MÉTODO REF.		U. FLORIDA 1980	U. FLORIDA 1980	U. FLORIDA 1980	U. FLORIDA 1980	U. FLORIDA 1980	
UNIDAD		%	%	%	%	%	
19-0468		0,83	0,21	0,40	0,18	0,04	
ANÁLISIS		Cu ^Ω	Fe ^Ω	Mn ^Ω	Zn ^Ω		
MÉTODO		MO-LSAIA-03.02	MO-LSAIA-03.02	MO-LSAIA-03.02	MO-LSAIA-03.02		
MÉTODO REF.		U. FLORIDA 1980	U. FLORIDA 1980	U. FLORIDA 1980	U. FLORIDA 1980		
UNIDAD		ppm	%	ppm	ppm		
19-0468		5	1,22	240	81		Biopreparado
ANÁLISIS		FDN	FDA	LIGNINA			
MÉTODO		MO-LSAIA-02.01	MO-LSAIA-02.02	MO-LSAIA-02.03			
MÉTODO REF.		U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970			
UNIDAD		%	%	%			
19-0468		67,76	79,66	11,39			Biopreparado

Los ensayos marcados con Ω se reportan en base seca.
 OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente

Dr. Ivan Samaniego
 RESPONSABLE TÉCNICO

RESPONSABLES DEL INFORME

LSAIA
 D.N.C.
 E.E. SANTA CATALINA

Ing. Vladimir Ortiz
 RESPONSABLE CALIDAD

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
 Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo.
 NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información.

ANEXO 16. Resultados de análisis proximal de los pastos (2/2)

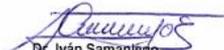
MC-LSAIA-2201-04

	INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y CALIDAD LABORATORIO DE SERVICIO DE ANÁLISIS E INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS Panamericana Sur Km. 1. Cutugueguita. 2690691-3007134. Fax 3007134 Casilla postal 17-01-340	

NOMBRE PETICIONARIO:	Ing. Víctor Alejandro Vera	INFORME DE ENSAYO No:	19-048	INSTITUCION:	Particular
DIRECCION:	Chone	ATENCION:		FECHA DE RECEPCION.:	Ing. Víctor Vera
FECHA DE EMISION:	22 de abril de 2019	HORA DE RECEPCION:		ANALISIS SOLICITADO:	21/03/2019
FECHA DE ANALISIS:	Del 22 de marzo al 22 de abril de 2019				12H00
					Proximal, Minerales, Van Soest

ANÁLISIS	HUMEDAD	CENIZAS ^Ω	E.E. ^Ω	PROTEÍNA ^Ω	FIBRA ^Ω	E.L.N. ^Ω	IDENTIFICACIÓN
METODO	MO-LSAIA-01.01	MO-LSAIA-01.02	MO-LSAIA-01.03	MO-LSAIA-01.04	MO-LSAIA-01.05	MO-LSAIA-01.06	
METODO REF.	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	
UNIDAD	%	%	%	%	%	%	
19-0350	0,69	13,96	2,69	11,52	44,51	27,32	Pasto Tratamiento 1 R1 P: M.M
19-0351	1,49	13,37	2,20	15,70	40,12	28,60	Pasto Tratamiento 2 R2 P: C.D
ANÁLISIS		Ca ^Ω	p ^Ω	Mg ^Ω	K ^Ω	Na ^Ω	
METODO		MO-LSAIA-03.01.02	MO-LSAIA-03.01.04	MO-LSAIA-03.01.02	MO-LSAIA-03.01.03	MO-LSAIA-03.01.03	
METODO REF.		U. FLORIDA 1980	U. FLORIDA 1980	U. FLORIDA 1980	U. FLORIDA 1980	U. FLORIDA 1980	
UNIDAD		%	%	%	%	%	
19-0350		0,21	0,28	0,08	1,55	0,02	Pasto Tratamiento 1 R1 P: M.M
19-0351		0,33	0,44	0,08	1,71	0,04	Pasto Tratamiento 2 R2 P: C.D
ANÁLISIS		Cu ^Ω	Fe ^Ω	Mn ^Ω	Zn ^Ω		
METODO		MO-LSAIA-03.02	MO-LSAIA-03.02	MO-LSAIA-03.02	MO-LSAIA-03.02		
METODO REF.		U. FLORIDA 1980	U. FLORIDA 1980	U. FLORIDA 1980	U. FLORIDA 1980		
UNIDAD		ppm	ppm	ppm	ppm		
19-0350		1	89	9	6		Pasto Tratamiento 1 R1 P: M.M
19-0351		2	54	7	6		Pasto Tratamiento 2 R2 P: C.D
ANÁLISIS		FDN	FDA	LIGNINA			
METODO		MO-LSAIA-02.01	MO-LSAIA-02.02	MO-LSAIA-02.03			
METODO REF.							
UNIDAD		%	%	%			
19-0350		73,07	49,93	10,34			Pasto Tratamiento 1 R1 P: M.M
19-0351		71,83	46,95	12,01			Pasto Tratamiento 2 R2 P: C.D

Los ensayos marcados con Ω se reportan en base seca.
 OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente


 Dr. Iván Samaniego
 RESPONSABLE TÉCNICO




 Ing. Bladimir Ortiz
 RESPONSABLE CALIDAD

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del INIAP.

Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo

NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se lo notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información.

ANEXO 17. Resultados de análisis químico de suelo (1/2)



ESTACION EXPERIMENTAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TIENDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme, Apartado 24
 Quevedo - Ecuador Telef: 052 783044 suelos.ec@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO

Nombre : Vera Espinoza Victor Alejandro
 Dirección : victor1788@hotmail.com
 Ciudad : Chone
 Teléfono : 0980991531
 Fax :

DATOS DE LA PROPIEDAD

Nombre : ESPAM
 Provincia : Manabí
 Cantón :
 Parroquia :
 Ubicación :

PARA USO DEL LABORATORIO

Cultivo Actual :
 N° Reporte : 5841
 Fecha de Muestreo : 27/06/2019
 Fecha de Ingreso : 27/06/2019
 Fecha de Salida : 09/07/2019

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm			meq/100ml			ppm																
	Identificación	Area		NH ₄	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B												
95603	Muestra 1		6,6	PN	13	B	66	A	1,08	A	18	A	6,4	A	34	A	1,7	B	5,0	A	148	A	7,3	M	0,18	B

INTERPRETACIÓN

pH		RC = Requiere Cal		Elementos: de N a B	
MAc = Muy Acido	LAc = Liger. Acido	LAI = Lige. Alcalino	RC	B = Bajo	M = Medio
Ac = Acido	PN = Pene Neutro	MeAl = Media. Alcalino		A = Alto	
MeAc = Media. Acido	N = Neutro	Al = Alcalino			

METODOLOGIA USADA

pH		EXTRACTANTES	
N,P,B	= Suelo: agua (1:2,5)	N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn	Olsen Modificado
S	= Colorimetria	K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn	N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn
	= Turbidimetria		Fosfato de Calcio Monobásico
	= Absorción atómica		B,S

X. M. Suber...
 RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUAS

f. Quevedo
 RESPONSABLE LABORATORIO

ANEXO 18. Resultados de análisis químico de suelo (2/2)



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEXTOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme, Apartado 24
 Quevedo - Ecuador Telef: 052 783044 suelos.ce@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO

Nombre : Vera Espinoza Víctor Alejandro
 Dirección : victor1788@hotmail.com
 Ciudad : Chone
 Teléfono : 0980991531
 Fax :

DATOS DE LA PROPIEDAD

Nombre : ESPAM
 Provincia : Manabí
 Cantón :
 Parroquia :
 Ubicación :

PARA USO DEL LABORATORIO

Cultivo Actual :
 Nº de Reporte : 5841
 Fecha de Muestreo : 27/06/2019
 Fecha de Ingreso : 27/06/2019
 Fecha de Salida : 09/07/2019

Nº Muest. Laborat.	meq/100ml			ds/m	(%)	Ca Mg		Ca+Mg		Σ Bases	RAS	ppm	Textura (%)		Clase Textural
	Al+H	Al	Na	C.E.	M.O.	Mg	K	K	Mg				CI	Arena	
95603					4,1	M	2,8	5,93	22,59	25,48					



INTERPRETACION

AH+H, Al y Na	C.E.	M.O. y CI
B = Bajo M = Medio T = Tóxico	NS = No Salino LS = Lige. Salino MS = Muy Salino	B = Bajo M = Medio A = Alto

ABREVIATURAS

C.E. = Conductividad Eléctrica
M.O. = Materia Orgánica
RAS = Relación de Adsorción de Sodio

METODOLOGIA USADA

C.E. = Conductímetro
M.O. = Triducción de Walkley Black
AH+H = Triducción con NaOH

X. M. [Signature]
 RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUA

[Signature]
 RESPONSABLE LABORATORIO