



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

Uso de biol y fertilizante sintético y su efecto en la morfo estructura, rendimiento y calidad del pasto *Brachiaria brizantha* cv. Marandú, tercer ciclo reproductivo, finca El Plantel, 2018.

Autor

Br. Luis Fernando Chamorro Calderón

Asesores

Ing. MSc. Rodolfo Munguía Hernández

Ing. MSc. Martha Gutiérrez Castillo

Ing. Norland Méndez Zelaya

Managua, Nicaragua

Abril, 2020



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

Uso de biol y fertilizante sintético y su efecto en la morfo estructura, rendimiento y calidad del pasto *Brachiaria brizantha* cv Marandú, tercer ciclo reproductivo, finca El Plantel, 2018.

Autor

Br. Luis Fernando Chamorro Calderón

Asesores

Ing. MSc. Rodolfo Munguía Hernández

Ing. MSc. Martha Gutiérrez Castillo

Ing. Norland Méndez Zelaya

Presentado a la consideración del honorable tribunal
examinador como requisito final para optar al grado de
Ingeniero Agrónomo

Managua, Nicaragua

Abril, 2020

Formato de aprobación del comité evaluador

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable comité evaluador designado por la decanatura de la facultad de Agronomía como requisito parcial para optar al título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Miembros del Tribunal Examinador

Ing. M Sc. Leonardo García
Presidente.

Ing. M Sc. Belkir Mairena
Secretario.

Ing. Martha Moraga
Vocal.

Lugar y Fecha: _____

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a **Dios** por permitirme finalizar esta etapa de mi vida, no ha sido sencillo el camino, pero gracias a su bondad por mantenerme en su gracia, con salud y fuerzas pude culminar mi carrera.

A mis padres, **Marlon Enrique Chamorro Sequeira y Nidia Julieta Calderón Gaitán** por regalarme su apoyo paterno, económico y emocional. Por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad y serán siempre mi motivación en cada actuar en mi vida.

También, este trabajo de culminación va dedicado a mis hermanos **Roniel Ramos, Jorge Flores, Diego Chamorro y Francella Chamorro**, más que hermanos son mis verdaderos amigos.

Br. Luis Fernando Chamorro Calderón

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi **Dios** por guiarme y darme la sabiduría necesaria para dominar cada etapa en mi formación académica.

A mis padres y mis hermanos por estar presentes no solo en esta etapa de mi vida si no en todo momento, por ayudar en hacerme una mejor persona cada día y que pueda crecer de diversas maneras.

A mis asesores **Ing. Norland Antonio Méndez Zelaya, Ing. MSc. Martha Gutiérrez Castillo e Ing. MSc. Rodolfo Munguía Hernández**, por la confianza y su apoyo brindado en el asesoramiento para la realización de mi trabajo de graduación.

A nuestra Alma Mater Universidad Nacional Agraria, por abrirme las puertas y brindarme los medios necesarios para el aprendizaje y el desarrollo de mi investigación.

A los docentes que me impartieron clases y compartieron parte de su conocimiento a lo largo de mi carrera y en especial a la profesora **Mercedes Ordoñez** por su confianza y apoyo a lo largo de mi carrera.

A mis amigos **Douglas Martínez, Kevin Leiva y Gaddiel Gutiérrez** por ser ese apoyo en los momentos de flaqueza y que de alguna manera contribuyeron en la realización de este investigación.

Br. Luis Fernando Chamorro Calderón

INDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
INDICE DE CUADROS	iii
INDICE DE FIGURAS	iv
INDICE DE ANEXOS	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivo específicos	3
III. MARCO DE REFERENCIA	4
IV. MATERIALES Y METODOS	7
4.1 Ubicación del área de estudio	7
4.2 Clima	7
4.3 Suelo	8
4.4 Datos evaluados	8
4.5 descripción de los tratamientos	10
4.6 Manejo agronómico	11
4.7 Variables a evaluar durante el estudio	14
4.7.1 Variables de crecimiento	14
4.7.2 Variables de rendimiento	14
4.7.3 Variables de calidad	14
4.8 Análisis económico	15
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
5.1 Variables de crecimiento	17
5.1.1 Altura del tallo	18
5.1.2 Numero de hojas por planta	19

5.2 Variables de rendimiento	19
5.2.1 Porcentaje de cobertura	19
5.2.2 Número de tallos por macollo	21
5.2.3 Producción de materia seca (kg de MS ha ⁻¹)	22
5.3 Variables de calidad nutricional del pasto	24
5.3.1 Proteína cruda	24
5.4 Análisis económico	26
5.4.1 Análisis de presupuesto parcial	26
5.4.2 Análisis de dominancia	27
5.4.3 Análisis de presupuesto marginal	28
VI. CONCLUSIONES	30
VII. RECOMENDACIONES	31
VIII. LITERATURA CITADA	32
IX. ANEXOS	35

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1	Análisis químico de suelo del área experimental para el ensayo con pasto Marandú (<i>Brachiara Brizanthab cv. Marandú.</i>)	9
2	Análisis químico de biol proveniente de las fincas de los señores, Oswaldo Rocha y Ever González, Boaco, 2018.	10
3	Descripción de los tratamientos evaluados bajo fertilización sintética y con biol en pasto Marandú (<i>Brachiara Brizantha cv. Marandú</i>), tercer ciclo, finca El Plantel, Masaya, 2018.	11
2	Parámetros a tomar en cuenta a la hora de realizar un análisis económico mediante la metodología de CIMMYT, 1988.	14
4	Análisis químico de biol proveniente de las fincas de los señores, Oswaldo Rocha y Ever González, Boaco, 2018.	26
5	Presupuesto parcial realizado a la fertilización con biol y sintético en pasto Marandú (<i>Brachiara Brizantha cv. Marandú</i>), tercer ciclo, finca El Plantel Masaya, 2018	27
6	Análisis de dominancia en la fertilización con biol y sintético en pasto Marandú (<i>Brachiara Brizantha cv. Marandú</i>), tercer ciclo, finca El Plantel Masaya, 2018.	28
7	Presupuesto marginal realizado a la fertilización con biol y sintético en pasto Marandú (<i>Brachiara Brizantha cv. Marandú</i>), tercer ciclo, finca El Plantel Masaya, 2018.	29

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1	Precipitaciones y temperatura durante el ciclo del pasto Marandú (<i>Brachiara Brizantha cv Marandú</i>), tercer ciclo, finca El Plantel, Masaya, 2018.	7
2	Esquema básico de un biodigestor	13
3	Altura del tallo en centímetros en el cultivo del pasto Marandú (<i>Brachiara Brizantha cv Marandú</i>), tercer ciclo, entre los 13 y 60 días después del corte de uniformidad, finca El Plantel, 2018.	18
4	Número de hojas por planta en el cultivo de del pasto Marandú (<i>Brachiara Brizantha cv Marandú</i>), tercer ciclo, entre los 13 y 60 días después del corte de uniformidad, finca El Plantel, 2018.	19
5	Porcentaje de cobertura en el cultivo del pasto Marandú (<i>Brachiara Brizantha cv Marandú</i>), tercer ciclo, entre los 13 y 60 días después del corte de uniformidad, finca El Plantel, 2018.	21
6	Número de plantas por macollos en el cultivo del pasto Marandú Marandú (<i>Brachiara Brizantha cv Marandú</i>), tercer ciclo, entre los 13 y 60 días después del corte de uniformidad, finca El Plantel, 2018.	22
7	Producción de materia seca en el cultivo del pasto Marandú (<i>Brachiara Brizantha cv Marandú</i>), tercer ciclo, a los 34 y 60 días después del corte de uniformidad, finca El Plantel, 2018.	24
8	Porcentaje de Proteína Cruda en el cultivo del pasto Marandú (<i>Brachiara Brizantha cv Marandú</i>), tercer ciclo, entre los 34 y 60 días después del corte de uniformidad, finca El Plantel, 2018.	26

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1	Cronograma de actividades	34
2	Plano de campo	35
3	Número de hojas en el cultivo del pasto Marandú (<i>Brachiara Brizantha cv. Marandú</i>), tercer ciclo reproductivo, entre los 13 y 60 días después del corte de uniformidad, finca El Plantel, 2018.	36
4	Altura de planta (cm) en el cultivo del pasto Marandú (<i>Brachiara Brizantha cv. Marandú</i>), tercer ciclo reproductivo, entre los 13 y 60 días después del corte de uniformidad, finca El Plantel, 2018.	36
5	Porcentaje de cobertura en el cultivo del pasto Marandú (<i>Brachiara Brizantha cv. Marandú</i>), tercer ciclo reproductivo, entre los 13 y 60 días después del corte de uniformidad, finca El Plantel, 2018.	37
6	Tallos por macollo en el cultivo del pasto Marandú (<i>Brachiara Brizantha cv. Marandú</i>), tercer ciclo reproductivo, entre los 13 y 60 días después del corte de uniformidad, finca El Plantel, 2018.	37
7	Materia seca (Kg ha ⁻¹) en el cultivo del pasto Marandú (<i>Brachiara Brizantha cv. Marandú</i>), tercer ciclo reproductivo, entre los 34 y 60 días después del corte de uniformidad, finca El Plantel, 2018.	38
8	Porcentaje de proteína cruda en el cultivo del pasto Marandú (<i>Brachiara Brizantha cv. Marandú</i>), tercer ciclo reproductivo, entre los 34 y 60 días después del corte de uniformidad, finca El Plantel, 2018.	38
9	Momentos y cantidades de biol y fertilizante sintético aplicado al pasto Marandú (<i>Brachiaria Brizantha Cv. Marandú</i>)	39
10	Aporte de nutrientes, dosis y fuente en pasto Marandú (<i>Brachiaria Brizantha Cv. Marandú</i>)	40

RESUMEN

Se realizó la evaluación del tercer ciclo reproductivo del pasto Marandún, del 30 de abril al 22 junio del 2018, en el área experimental de la finca El Plantel (12° 07' 37''- 12° 06' 27'' Latitud Norte y 86° 04' 52''- 86° 05' 36'' Longitud Oeste, a 100 msnm) con el objetivo de estimar el efecto de la aplicación de diferentes dosis de biol solo y combinado con fertilizante sintético en el crecimiento morfológico, producción de materia seca, calidad proteica del pasto, la tasa de rentabilidad y de retorno marginal en un tercer ciclo de corte. Se estableció un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con 4 réplicas (1,172 m²). Se emplearon los tratamientos (T₁) testigo sin fertilizante; (T₂) 104.31 kg N + 70 kg P₂O₅; (T₃) 70 kg P₂O₅ + 14 096 litros de biol; (T₄) 7 000 litros biol; (T₅) 10 000 litros biol; (T₆) 18 000 litros Biol; fueron aplicados al momento del segundo corte de uniformidad y a los 20 días después del corte de uniformidad (ddcu). Se midieron las variables altura de planta (cm), número de hojas por plantas, cobertura del pasto (%), número de plantas por macollo, producción de materia seca (kg ha⁻¹), proteína cruda (% PC). Los resultados muestran que el pasto Marandú responde a las aplicaciones de fertilizante sintético (T₂) y combinado (T₃) en las variables: altura de plantas (100 cm y 86.85 cm respectivamente), hojas por planta (6.18 y 5.40 respectivamente) con valores promedios mayores y estadísticamente significativos con respecto al resto de los tratamientos y en ambos tratamientos el 100 % en cobertura de pasto. La mayor producción de materia seca se obtuvo en T₂ a los 60 (ddcu) 9,615.02 kg ha⁻¹, diferente estadísticamente y superior al resto de los tratamientos, seguido del T₃ y T₅ con 8,435.50 kg ha⁻¹ y 7,096.98 kg ha⁻¹ respectivamente. Al comparar los valores porcentuales de PC el T₂ a los 34 y 52 ddcu presentó valores superiores al 14 %, seguido del T₃ y T₄, en ambos tratamientos con tendencia en los contenidos mayores al 10% ubicado dentro del rango de buena calidad. Al comparar los tratamientos en estudio, el análisis económico mostro al T₄ con la mayor relación beneficio costo (C\$ 5.22) y obtuvo una tasa de retorno marginal de 150% que es lo admisible en el sector agropecuario.

Palabras clave: Fertilizante sintético, Biol, Materia seca, PC, análisis Beneficio-Costo, Tasa de Retorno Marginal, Pasto.

ABSTRACT

The evaluation of the third reproductive cycle of the Marandún grass was carried out, from April 30 to June 22, 2018, in the experimental area of the El Plantel farm (12 ° 07 '37' '- 12 ° 06' 27 " North Latitude and 86 ° 04 '52' '- 86 ° 05' 36 " West Longitude, at 100 " West Longitude, at 100 meters above sea level) with the objective to evaluate the application of different doses using just biol and another doses combined with synthetic fertilizer, in morphological growth, dry matter production, protein quality of the pasture, profitability rate and marginal return in a third cutting cycle. A Random Complete Blocks (BCA) design with 4 replicas (1,172 m²) was established. Control treatments (T1) without fertilizer; (T2) 104.31 kg N + 70 kg P₂O₅; (T3) 70 kg P₂O₅ + 14 096 liters of biol; (T4) 7,000 liters of biol; (T5) 10 000 liters biol; (T6) 18,000 liters Biol; They were applied at the moment of the second uniformity cut and 20 days after the uniformity (ddcu). The variables plant height (cm), number of leaves per plant, grass cover (%), number of plants per tiller, dry matter production (kg ha⁻¹), crude protein (% PC) were measured. The results show that the Marandú grass responds to the applications of synthetic fertilizer (T2) and combined (T3) in the variables: plant height (100 cm and 86.85 cm respectively), leaves per plant (6.18 and 5.40 respectively) with average values higher and statistically significant with respect to the rest of the treatments and in both treatments 100% in the grass cover. The highest dry matter production was obtained in T2 at 60 (ddcu) 9,615.02 kg ha⁻¹, statistically different and superior to the rest of the treatments, followed by T3 and T5 with 8,435.50 kg ha⁻¹ and 7,096.98 kg ha⁻¹ respectively. When comparing the percentage values of CP, T2 at 34 and 52 ddcu presented values higher than 14%, followed by T3 and T4, in both treatments with a trend in contents greater than 10% located within the range of good quality. When comparing the treatments under study, the economic analysis showed T4 with the highest benefit-cost ratio (C \$ 5.22) and obtained a marginal rate of return of 150%, which is admissible in the agricultural sector.

Keywords: Synthetic fertilizer, Biol, Dry matter, PC, Benefit-Cost analysis, Marginal Return Rate, Pasture.

I. INTRODUCCIÓN

Marandú (*Brachiaria brizantha* cv. *Marandú*) “es una planta herbácea de la familia de las Poaceae, originarias de África, se adapta a regiones calientes, situadas entre 0 a 1,800 msnm, donde la precipitación pluvial excede los 1,000 - 3.500 mm anuales. Poco tolerante a suelos encharcados” (Martínez, 2019).

El uso de pastos en los sistemas ganaderos es indispensable para la alimentación de los rumiantes “puesto que es la alimentación más económica y básica del ganado efectuándose diariamente en el pastoreo, particularmente en el trópico de América Latina, por lo que existen grandes extensiones de tierra dedicadas a la explotación bovina” (Lascano, 2002, p. 2).

En Nicaragua los ganaderos han utilizado esta especie a lo largo de los últimos años, “por demostrar que son plantas de buena producción de biomasa, buen contenido de nutrientes, de gran agresividad, rusticidad y adaptabilidad a nuestros suelos” (Miranda, 2009, p. 1).

La ganadería continúa siendo una de las principales actividades económicas en el país, “en 2018 se ubicó como el rubro con mayor exportación con un monto de US\$ 483.61 millones, significando el 18.48% del total exportado por el país. Monto inferior de un 5.4% a los US\$ 511.00 millones exportados en 2017” (Asociación de Productores y Exportadores de Nicaragua [APEN], 2019).

El uso del pasto Marandú nos da la oportunidad de trabajar con diferentes sistemas de producción en nuestro país ya que este “crece muy bien en suelos de mediana fertilidad, con un rango amplio de pH y textura. Tolera sequías prolongadas, tiene buena persistencia bajo pastoreo y compite con las malezas” (Gelvez, 2019).

Por el efecto positivo en los sistemas ganaderos se busca maximizar su manejo de manera que este sea sostenible social, económica y ambientalmente, disminuyendo el uso de productos sintéticos, reduciendo costos y haciendo uso de fertilizantes orgánicos como el biol que es una alternativa para contrarrestar daños al ambiente.

Se obtiene como subproducto por el uso de biodigestores que pueden generar dos fuentes de recursos, el biogás se genera a partir de los gases producidos por la descomposición del estiércol de vacuno, porcino, búfalos y otros excrementos como por ejemplo el humano y el residuo de la descomposición por los microorganismos y las altas temperaturas dan origen a la segunda fuente de recurso conocido como biol (Biogas, 2014, p. 4).

Es un abono que ayuda a las plantas a tener un óptimo desarrollo, generando mayor productividad a los cultivos, es un producto estable biológicamente, rico en humus y una baja carga de patógenos. Tiene una buena actividad biológica, desarrollo de fermentos nitrosos y nítricos, microflora, hongos y levaduras que serán un excelente complemento a suelos improductivos o desgastados. Contiene bastante materia orgánica, en el caso del bovino podemos encontrar hasta 40.48%, y en el de porcino 22.87%. (Warnars and Oppenoorth, 2014).

“La capacidad de asimilación es mayor al estiércol fresco y al estiércol compostado debido a que el nitrógeno es convertido en amonio (NH_4^+), el cual es transformada en nitratos” (Sistema biobolsa, 2015). “Está compuesto de 93% agua y 7% de materia seca, de los cuales un 4,5% es materia orgánica y 2,5% es materia inorgánica” (Biogas, 2014, p. 7)

La presente investigación se refiere a la fertilización edáfica con solo sintético, combinado (biol y sintético) y solo biol en el pasto Marandú (*Brachiaria brizantha* cv. Marandú) con el interés de conocer cuál es el efecto del uso de los distintos tratamientos, de manera que se pueda conocer el efecto positivo que pueden causar en el pasto con respecto a su estructura, calidad y rendimiento de la cosecha.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Determinar el efecto de la fertilización con biol y sintética en la morfo estructura, rendimiento y calidad del pasto Marandú (*Brachiaria brizantha cv. Marandú*) en su tercer ciclo reproductivo, finca El Plantel, 2018.

2.2 Objetivos específicos

Evaluar el efecto de la fertilización con biol y sintética en las variables altura y numero de hojas del pasto Marandú.

Calcular el rendimiento de producción de biomasa del pasto Marandú en su tercer ciclo reproductivo.

Analizar la calidad nutritiva del pasto mediante un análisis bromatológico por efecto de la aplicación de fertilizante orgánico (biol) y sintético según cortes de la materia seca.

Realizar un análisis económico de presupuesto marginal para conocer la rentabilidad de los tratamientos aplicados.

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1 Establecimiento del pasto mejorado Marandú (*Brachiaria brizantha*).

A través de proyectos y/o programas para apoyar a las familias ganaderas, a finales de la década de los 80 se introdujo en el departamento de Matagalpa el pasto *Brachiaria brizantha* y a partir de este tiempo se realizaron pruebas de adaptación en fincas de ganaderos con diferentes ambientes; desde seco (600-700 mm) pasando por intermedio (800-1,000 mm) hasta llegar a ambientes húmedos (mayor de 1,000 mm. de precipitación anual); cada uno con diferentes condiciones climáticas y suelos diferentes (Blandón y Hernández, 2007, p. 3).

A partir del año 1996 el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) inició el proceso de difusión del pasto en el departamento de Matagalpa, hipotéticamente se piensa que la adopción de esta tecnología se debe a la práctica de la ganadería en el país, la cual se basa fundamentalmente en pastoreo directo, bajo este manejo el comportamiento del pasto ha evidenciado mayor productividad por animal por unidad de área (Blandón y Hernández, 2007, p. 4)

“Es un pasto perenne que se adapta a muchos tipos de suelos, sin embargo, prefiere los suelos fértiles y sin encharcamientos. Crece en alturas que van desde los 1 500 m.s.n.m. y en regiones con más de 800 mm de lluvia” (Institución Nacional de Tecnología Agropecuaria [INTA], 2014, p. 17).

Es un pasto que soporta hasta 5 meses de sequía y presenta un excelente rebrote con el inicio de las lluvias. Se caracteriza por poseer alta resistencia a la mosca pinta (*Mahanarva andigena*) de los pastos. Recomendado para cría y engorda de bovinos. Tiene excelente resistencia a la invasión de malezas. La siembra puede ser al voleo o en surcos separados a 80 cm. El primer pastoreo es factible realizarlo a los tres o cuatro meses después de la siembra cuando se observa más de un 90 % de cobertura (Pastobras, sf).

3.3 Fertilización orgánica

La importancia del uso de abonos orgánicos en el suelo obedece a que éstos son fuente de microorganismos y nutrientes necesarios para la nutrición de las plantas. Los abonos orgánicos ayudan a la degradación de los nutrientes del suelo y permiten que las plantas los asimilen de mejor manera ayudando a un óptimo desarrollo de los cultivos. Los abonos orgánicos no solo aumentan las condiciones nutritivas de la tierra, “sino que mejoran la absorción del agua y la humedad del suelo. Su acción es prolongada, duradera y pueden ser utilizados con frecuencia sin dejar secuelas en el suelo y con un gran ahorro económico” (Alfaro, 2016. p. 20).

3.4 Biofertilizante (biol)

Es un abono orgánico líquido, este se origina a partir de la descomposición de materia orgánica, como estiércol de animales, plantas verdes y frutos en ausencia de oxígeno. “Contiene nutrientes que son asimilados fácilmente por las plantas haciéndolas más vigorosas y resistente, la técnica empleada para obtener biol es a través de biodigestores” (Sistema biobolsa, s.f, p. 3).

“El biodigestor es un contenedor hermético en él se deposita la materia orgánica, se mezcla con agua y mediante una fermentación anaerobia por la acción de microorganismos es degradada, obteniendo como producto gas metano (biogás) y el subproducto líquido (biol)” (Pizano, 2018). Se puede utilizar como fertilizante, ya que es rico en nitrógeno, fósforo y potasio

“Esta sustancia es inodoro y no atrae insectos una vez aplicado en los suelos. El biol como abono es una fuente de fitoreguladores que ayudan a las plantas a tener un óptimo desarrollo, generando mayor productividad a los cultivos” (Sistema biobolsa, s.f, p .4)

3.5 Importancia económica y ambiental del biol para los productores

La explotación de energía no renovable como combustible, gas natural, carbono, así como también el uso racional de pesticidas, fertilizantes químicos y la deforestación de los bosques, constituyen fuentes de deterioro ambiental que casi siempre son irreversibles. Las sequías, aumento de la temperatura ambiental y la desaparición de la fauna son entre otros, el resultado de la tala de árboles y la consecuente pérdida de su hábitat (Beteta, 2005, p. 5).

“Se debe agregar las fuertes lluvias que causan daños por erosión y derrumbes en zonas muy vulnerables, donde existe población concentrada. Por tanto, Nicaragua, cuya economía está basada en la agricultura, debe conservar un equilibrio ambiental para evitar daños irreversibles” (Beteta, 2005, p. 5).

El uso de biol nos muestra que por sus características positivas es una gran alternativa para contrarrestar el deterioro ambiental y cuidar la salud del ser humano, favoreciendo en la “eliminación de los gases del efecto invernadero, eliminación de los malos olores, aumento de microorganismos, reducción de enfermedades por la aplicación de fertilizantes sintéticos y en la mejora de la estructura y textura del suelo” (Biogas, 2014, p. 25).

Económicamente resulta ser una buena opción, ya que reduce la aplicación de los fertilizantes químicos desde un 50% hasta un 100%, el productor se ahorra 125 dólares, al no aplicar 3 quintales de fertilizantes completo y 2 quintales de urea por cada hectárea cultivada, esto se verá reflejado en la economía familiar al incrementar el rendimiento de los cultivos por la disminución del uso de los insumos, al igual puede considerarse como una fuente de ingreso por lo que puede distribuirse y venderse como fertilizante (Biogás, 2014, p. 24).

Otro aspecto importante es el costo de los fertilizantes químicos el cual no es inamovible por lo que su producción depende enteramente del combustible fósil el cual puede sufrir alzas afectando así la economía del productor, mientras que el valor económico es bajo y puede ser un recurso producido por el mismo productor.

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1 Ubicación del área de estudio

El estudio se ejecutó en la finca experimental El Plantel, propiedad de la Universidad Nacional Agraria, ubicada en el kilómetro 30 carretera Tipitapa – Masaya, en coordenadas 12° 07' 37''- 12° 06' 27'' de latitud Norte y entre los 86° 04' 52''- 86° 05' 36'' de longitud Oeste, a una altitud promedio de 100 msnm

4.2 Clima

El clima de esta área se caracteriza por tener temperaturas cálidas durante el año y una estación seca y lluviosa bien definidas (López y González, 2006). “Presenta precipitaciones de 13 a 300 mm anuales y temperatura promedio anual de 27 °C”. (Aguilar y Kuan, 2018, p. 4).

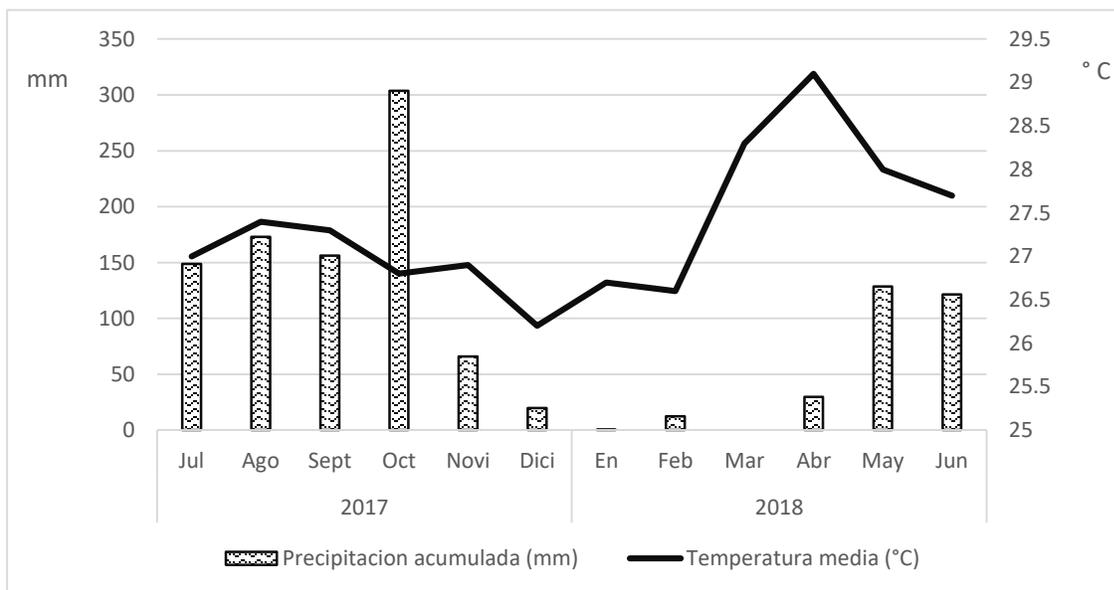


Figura 1. Precipitaciones y temperatura durante el ciclo del pasto Marandú, tercer ciclo, finca El Plantel, Masaya, 2018. Aguilar y Kuan, 2018, p. 4.

4.3 Suelo

El área donde se localiza la finca “El Plantel” de acuerdo a López y González (2006) corresponde a una transición entre bosque tropical, moderadamente denso y seco, y bosque tropical subhúmedo. Los factores formadores de suelos son el vulcanismo y el tectonismo y los procesos formadores que los han modelado son la erosión y la sedimentación. La textura varía desde arenosa a franco. En términos generales se considera que los suelos son bien drenados con fertilidad aceptable (Sobalvarro y picado, 2012)

4.4 Datos evaluados

El experimento consistió en un Diseño de Bloques Completo al Azar (B.C.A) unifactorial, con seis tratamientos y cuatro bloques. El área experimental estuvo formada por parcelas de 36 metros cuadrados (9 m * 4 m), separados los bloques experimentales por una distancia de 1.5 metros para reducir el efecto de borde, seis parcelas experimentales formaron un bloque con un área de 216 metros cuadrados, estableciéndose cuatro bloques con un área de 864 metros cuadrados más el área del borde de 156 metros cuadrados dando un total de área experimental de 1,020 metros cuadrado para el ensayo.

El estudio se estableció a partir del segundo corte de uniformidad, se realizó el 28 de abril del 2018 a una altura de 10 cm del suelo, los cortes de evaluación se realizaron en intervalos de 7 días: 13, 20, 27, 52 y 60 días después del corte de uniformidad, esto con el objetivo de determinar que tratamientos tendrá mayor comportamiento respecto al crecimiento, producción de materia seca y calidad del pasto en el período de evaluación.

Resultados del análisis químico de suelo y biol

Antes del establecimiento del experimento se realizó un análisis físico-químico del suelo para conocer que contiene el suelo y su textura, obteniendo los siguientes resultados: el suelo presenta una textura franco arcilloso limoso, con pH muy ligeramente ácido, el contenido de potasio, calcio, magnesio, cobre, manganeso es alto, la materia orgánica, nitrógeno y hierro es medio, bajo en zinc y no se detectó el elemento mineral fósforo, a partir de la disponibilidad del suelo y los requerimientos nutricionales del pasto se realizó el cálculo para la dosis de aplicación definiéndose los tratamientos respectivos (cuadro 3).

Cuadro 1. Análisis químico de suelo del área experimental para el ensayo con pasto Marandú.

pH	MO	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn	Da
	%		Ppm	Meq/100 g de suelo			Ppm				g cm ⁻³
6.74	2.73	0.14	0.00	0.89	22.77	8.55	17.80	8.00	0.80	16.30	1.01

Fuente: Laboratorio de suelo y agua, UNA 2017.

El análisis químico del biol, muestra un pH neutro, lo que beneficia la absorción de los nutrientes, un mayor contenido de materia orgánica (48.5 %) mostrando obtener mayores valores a los reportados por Martínez (2015) con 10.1 % representando una muestra de 45 fincas ganaderas que disponen de un domo fijo para la producción de biol en Nicaragua. Rengifo (2014) obtuvo 38 % de materia orgánica lo cual también es evidente que la presencia de macro y micronutriente al ser aplicados pueden ser aprovechados por el suelo y los cultivos a los que se apliquen (Cuadro 3).

Cuadro 2. Análisis químico de biol proveniente de las fincas de los señores, Oswaldo Rocha y Ever González, Boaco, 2018.

pH	MO	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn
	%						Ppm			
7.18	48.5	0.74	0.07	0.175	0.21	0.11	198.38	3.55	37.3	85.03

Según investigaciones de Delgadillo (2009) “el uso de enmiendas orgánicas en pasturas, asegura mejores resultados en el desarrollo de estos”.

“Su uso garantiza alimentación rica en nutrientes, mejor producción y reproducción, por otro lado, mejora la fertilidad de los suelos incorporándoles macro y micro organismos que permitan la retención e infiltración de agua y sales minerales” (García, Miranda y Calero, 2017, p. 84). Se pretende que los productores adopten nuevas formas de producir y una forma de lograrlo es haciendo uso de fertilizantes orgánicos.

4.5 Descripción de los tratamientos

Los tratamientos aplicados consistieron en: un tratamiento testigo sin fertilización, un segundo tratamiento con fertilización sintética (Fosfato diamónico y urea 46%), un tercer tratamiento combinado (Fosfato diamónico y biol) y tres tratamientos de biol con fosfato diamónico. El biofertilizante orgánico fue procedente de dos fincas ganaderas ubicadas en el departamento de Boaco

Cuadro 3. Descripción de los tratamientos evaluados bajo fertilización sintética y con biol en pasto Marandú, tercer ciclo, finca El Plantel, Masaya, 2018.

Trat.	Nutriente	Demanda	Aporte de nutrientes	Fuente	Dosis en Kg ha ⁻¹ y l ha ⁻¹
T₁	P ₂ O ₅	70	-	-	-
	N	200	-	-	-
T₂	P ₂ O ₅	70	70	18-46-0	434.78 Kg
	N	200	56.56	Suelo	-
			39.13	18-46-0	-
		104.31	Urea 46%	453.52 Kg	
T₃	P ₂ O ₅	70	70	18-46-0	434.78 Kg
	N	200	56.56	Suelo	-
			39.13	18-46-0	-
		104.31	Biol	14 096 l	
T₄	P ₂ O ₅	70	35	18-46-0	217.39 Kg
	N	200	56.56	Suelo	-
			19.57	18-46-0	-
		51.8	Biol	7 000 l	
T₅	P ₂ O ₅	70	35	18-46-0	217.39 Kg
	N	200	56.56	Suelo	-
			19.57	18-46-0	-
		74	Biol	10 000 l	
T₆	P ₂ O ₅	70	35	18-46-0	217.39 Kg
	N	200	56.56	Suelo *	-
			19.57	18-46-0**	-
		133.2	Biol	18 000 l	

4.6 Manejo agronómico

Siembra

Tercer ciclo reproductivo (30 abril -22 junio 2018)

La investigación inicio después de realizado el segundo corte de uniformidad (abril 2018), que consistió en una defoliación efectuada mediante cortes mecánico del pasto Marandú, simulando el final tiempo de ocupación o pastoreo.

La siembra del primer ciclo fue de manera indirecta, se formaron tres bancos de semilla estos con una distancia de un metro de ancho por 5 de largo y luego se trasplantó. Se realizó el trasplante cuando la planta alcanzo de 10 a 15 cm de altura, estableciéndose en surcos separados por 0.8 m.

Fertilización

Se realizó con fertilizante orgánico y fertilizante sintético utilizando como fuentes: Urea al 46% y Fosfato diamónico, con las dosis que se describieron en los tratamientos, para la dosificación de los tratamientos se tomó como base la cantidad de nutrientes que se obtuvo en el resultado del análisis de suelo. El biol se sustrajo de biodigestores de tipo domo fijo, que poseían un tamaño de 9 m³ con una capacidad de producción de 140 litros por día. El capataz de la finca planteaba que parte del manejo del biodigestor era el llenado de las cámaras con la mezcla 2:1 (2 partes de excretas y una de agua en temporada seca) dedicándole una hora diaria.

El biodigestor cuenta con una entrada que es donde se deposita la mezcla, estas caen a la cámara de digestión del biodigestor, aquí es donde se produce el proceso de fermentación anaerobia por medio de microorganismos y altas temperaturas, en donde el resultado final de esto será la obtención del biol y el biogás, una vez llena la cámara de digestión el biol se mueve a la cámara de compensación, en este caso podemos llamarle la salida del biodigestor y es donde está listo para retirarlo y utilizarlo. En la Figura 2, se muestra el proceso de producción de biol y biogás.

El biol utilizado se mezcló de manera homogénea para que el contenido nutricional se aplicara de manera uniforme con su contenido nutricional en los diferentes tratamientos y

así poder reducir el error experimental y se aplicó en horas de la mañana. La fertilización de las parcelas se realizó utilizando baldes y otros recipientes plásticos, estos fueron graduados con las dosis correspondientes para cada unidad experimental, para el fertilizante sintético se pesaron las dosis correspondientes en una balanza electrónica y se aplicó de forma directa al suelo.

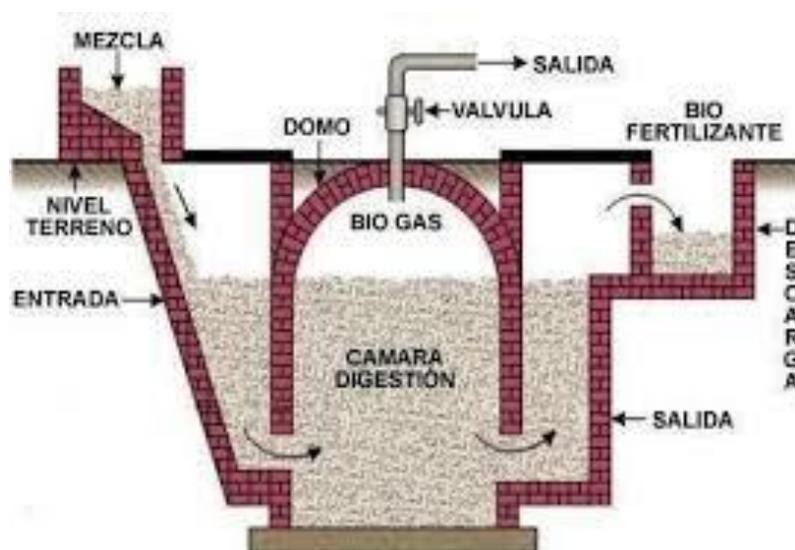


Figura 2. Esquema básico de un biodigestor. ¹

Manejo de plagas y enfermedades

El manejo de plagas y enfermedades se llevó a cabo mediante la realización de muestreos en 10 puntos diferentes de las parcelas, esto se realizó cada siete días, en donde no hubo necesidad de aplicar algún fungicida o control biológico debido a que no hubo incidencia de plagas durante todo el proceso y de igual manera no hubo incidencia de enfermedades por ende no se presentó la necesidad de aplicarle ningún control biológico ni químico.

Manejo de malezas

Para el control de malezas en el área experimental, se realizó de manera manual con azadón y machete a los 14, 28 y 42 días después del corte de uniformidad (ddcu).

¹ Tomado de :Realidad, Impacto y Oportunidades de los Biocombustibles en Guatemala, <http://www.oas.org/dsd/Energy/Documents/SimposioG/3%20Panel%20I%20Biogas.pdf>

4.7 Variables a evaluar durante el estudio

Para la toma de datos se seleccionaron 10 plantas de cada parcela útil dejando 1 metro de distancia por efecto de borde, se tomaron dos surcos, intercalándolos en cada fecha de medición para evitar un estrés a la planta. Las variables a medir se realizaron sobre las plantas y estas se estimaron en un intervalo de 7 días hasta la cosecha.

4.7.1 Variables de crecimiento

Numero de hojas por planta

Se tomaron 10 plantas y se realizó el conteo del número de hojas por planta, a los 13 días y luego a los 20, 27, 34, 52 y 60 ddcu.

Altura de la planta (cm)

Se tomaron 10 plantas y se procedió a medir la altura del tallo desde el nivel de suelo hasta el vértice más alto. Iniciando a los 13 días después del corte de uniformidad (ddcu) y luego a los 20, 27, 52 y 60 ddcu.

4.7.2 Variables de rendimiento

Número de planta por macollo

Se tomaron 10 plantas y se realizó el conteo del número de tallos por macollo, a los 13 días y luego a los 20, 27, 52 y 60 ddcu.

Porcentaje de cobertura (%)

Se evaluó de manera visual, el porcentaje de cobertura se realizó a los 13 días y luego a los 20, 27, 52 y 60 ddcu. Se utilizó un cuadrante de 0.8 m de anchos por 1.25 m de largo.

Producción de materia seca (kg)

Se realizaron los cortes evaluativos cada 7 días iniciando a los 34, 52 y 60 ddcu para estimar el contenido de materia seca por tratamiento, después de haberse pesado y determinado el peso fresco de cada uno en campo, se tomaron submuestras compuestas de 350 gramos de las cuatro repeticiones por cada tratamiento en cada momento.

Dichas muestras se enviaron al laboratorio de fisiología vegetal (UNA), donde fueron sometidas a secado dentro de un horno a una temperatura de 100 °C, durante 72 horas. Una vez pasado el tiempo se procedió a pesar el peso seco de las muestras, con lo cual se obtiene una constante para obtener el peso de la materia seca.

Donde: $k = (\text{Peso seco de la muestra} / \text{Peso fresco de la muestra}) \times 100$.

El resultado de k (PSM/PFM) se multiplica por el peso fresco de la muestra, es decir se va a multiplicar el peso fresco de las 4 repeticiones de cada tratamiento y se tendrá el peso seco de la materia seca producido por cada tratamiento en los diferentes cortes.

4.7.3 Variables de calidad

Proteína cruda

Es un parámetro para medir la calidad de los forrajes, la proteína es un compuesto que contiene nitrógeno, “es el principal componente del músculo y la sangre, siendo así las sustancias más importantes para el organismo. La proteína de los alimentos se absorbe en forma de péptido amino y se re-sintetiza a proteína en el cuerpo” (Institución Nacional tecnológico [INATEC], 2016, p. 5).

“Los microorganismos de los animales rumiantes pueden utilizar nitrógeno no proteico (NPN) en el rumen sintetizándose una proteína bacteriana” (INATEC, 2016, p. 5). Entonces, teóricamente, si se conoce el contenido de nitrógeno en el alimento, se estima la cantidad de proteína que contiene, “que es nada más el contenido total de nitrógeno de la muestra multiplicado por 6,25. Por lo tanto refleja tanto la proteína verdadera como el nitrógeno no proteico, y no dice nada en cuanto a la calidad de la proteína” (Meléndez, 2015).

Este análisis se realizó en el tercer ciclo reproductivo del pasto de las muestras tomadas a los 34, 52 y 60 ddcu, se hizo una muestra homogénea de 50 a 100 gramos molida en materia seca y se envió al laboratorio de Bromatología de la Facultad de Ciencia Animal de la Universidad Nacional Agraria.

4.8 Análisis económico

El análisis económico del presupuesto marginal se realizó a través de la metodología propuesta por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, 1988).

Se realizó un análisis del costo de establecimiento de una hectárea de pasto Marandú (*Brachiaria brizantha cv Marandú*) en base al rendimiento de materia seca (kg ha^{-1}), obtenido en el período evaluativo, con el fin de conocer el beneficio/costo de la inversión y la tasa de retorno marginal

Cuadro 4. Parámetros a tomar en cuenta a la hora de realizar un análisis económico mediante la metodología de CIMMYT, 1988

Indicadores	Descripción
Costos variables	Incluyen los costos de los fertilizantes y por aplicación.
Costos totales que varían	Es la sumatoria de los costos totales.
Rendimiento de materia seca	Expresado en kg ha^{-1}
Rendimiento ajustado al 95 %	Considerando un 5 % de pérdida expresado en kg ha^{-1}
Benéfico bruto	Obtenido por la multiplicación del rendimiento ajustado por el precio de venta.
Benéfico neto	Es la resta del benéfico bruto y los costos totales que varían.
Dominancia	Se ordenaron los tratamientos de menor a mayor con respecto a los costos totales que varían. Se consideró un tratamiento dominado cuando este tiene beneficios netos menores o iguales a un tratamiento de costo variable menor.
Beneficios netos marginales	Se realizó a los tratamientos no dominados y calculando la diferencia entre el tratamiento con el beneficio neto mayor y el menor.
Costos variables marginales	A los tratamientos no dominados se les calculó la diferencia entre el tratamiento con los costos variables mayor y el menor.
Tasa de retorno marginal	Es la relación de los beneficios netos marginales sobre los costos variables marginales por cien.

v. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis estadístico

Los resultados obtenidos para cada una de las variables se manejaron y fueron procesados en bases de datos, utilizando los programas Word 2013, Excel 2013 y Minitab 18 Statistical Software versión libre, procesados estadísticamente a través de un análisis de varianza (ANDEVA) y prueba estadística de rangos múltiples de TUKEY al 95% de confiabilidad.

5.1 Variables de crecimiento

5.1.1 Altura del tallo (cm)

De acuerdo a los resultados obtenidos la variable mostró diferencias estadísticas ($P < 0,05$) de los 52 a los 60 ddcu entre los tratamientos, alcanzando la mayor altura el tratamiento solo sintético (104.31 kg N + 70 kg P_2O_5) con 100 cm, seguido por el tratamiento combinado (70 kg P_2O_5 + 14 096 litros de biol) que presentó una altura de 86 cm y el que presentó menor altura fue el tratamiento 5 (10 000 litros de biol) con 60.8 cm. (Figura 3).

Los estudios realizados por Guevara (2007), indicaron que el pasto Marandú con aplicaciones de 90 kg de N ha^{-1} obtuvo alturas de 79.93 y 90.13 cm a la edad de 42 y 56 días respectivamente, mientras que en el tratamiento sin fertilización logró alturas de 60.67 y 71.33 respectivamente y diferentes estadísticamente en las dos edades.

En relación a lo anteriormente expuesto Gutiérrez (1996) afirma que “debido a la tendencia de la gramínea al aumentar de edad en el tiempo proporcionalmente aumentara su altura relacionado a cambios cualitativos” (Díaz y Manzanares, 2006, p. 39).

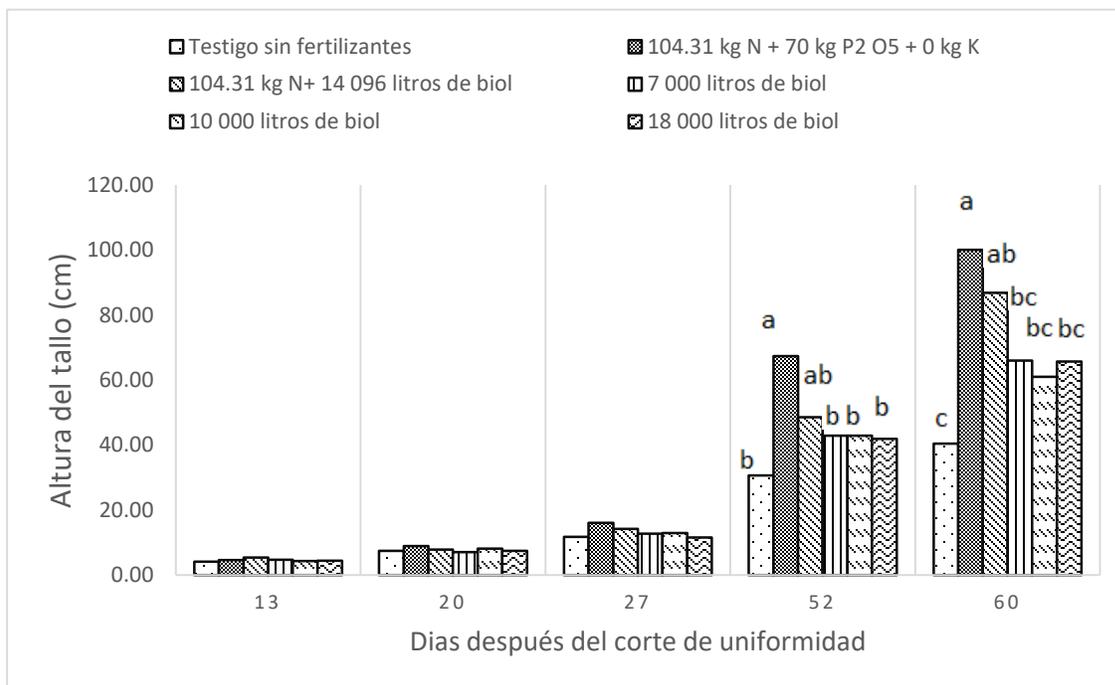


Figura 3. Altura del tallo en centímetros en el cultivo del pasto Marandú, tercer ciclo, entre los 13 y 60 días después del corte de uniformidad, finca El Plantel, 2018.

5.1.2 Número de hojas por planta

“Las hojas del pasto Marandú son erectas, largas y levemente pilosas de color verde intenso y su inflorescencia es un racimo. Tiene amplio rango de adaptación a clima y suelo” (Gelvez, 2019).

“El número de hojas es un indicador de campo lógico, práctico y conveniente de la recuperación de las reservas de proteínas y de la madurez de la hoja, o de la preparación de la planta para ser pastoreada” (Contexto ganadero, 2014).

“El patrón del número de hojas puede ser usado como base para el diseño de un sistema de pastoreo controlado. Se debería utilizar tanto el criterio de la disponibilidad de materia seca como el número de hojas para ajustar el tiempo de pastoreo” (Contexto ganadero, 2014).

El análisis estadístico realizado presentó diferencias significativas ($P < 0,05$) en los tratamientos 2 (solo sintético) y 3 (combinado) con respecto a los tratamientos de solo biol a los 60 ddcu, las dosis de 104.31 kg N + 70 kg P_2O_5 y 70 kg P_2O_5 P + 14 096 litros de biol alcanzaron un número de 5 a 6 hojas por planta y con respecto a los demás tratamientos estos tuvieron un promedio de 4 hojas por planta (Figura 4).

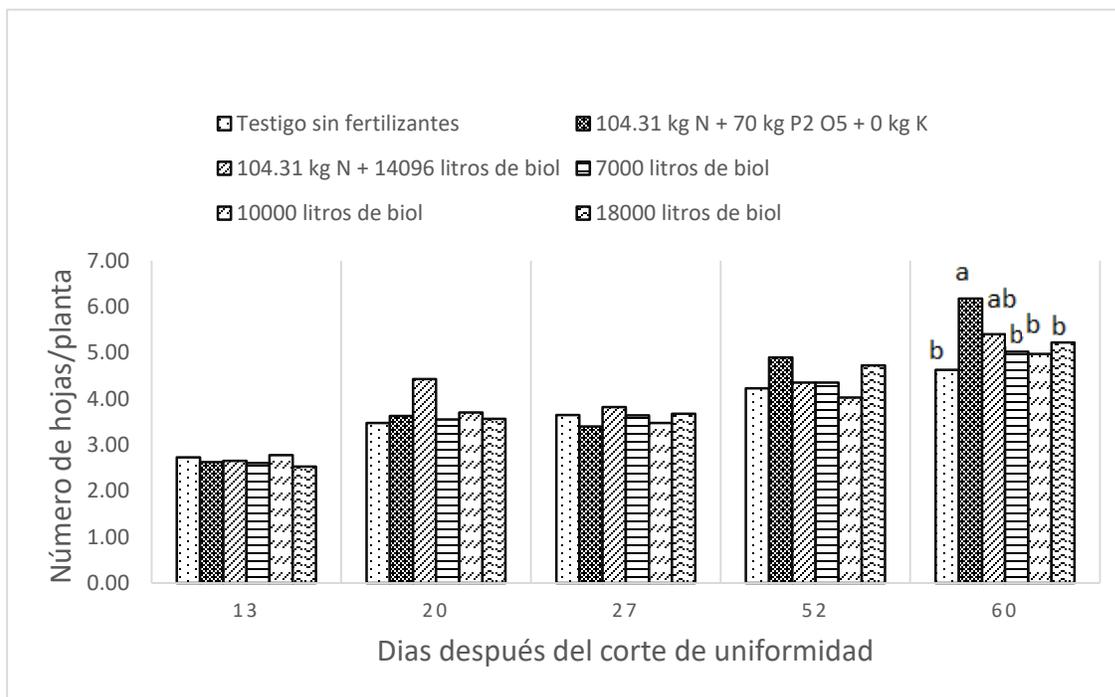


Figura 4. Número de hojas por planta en el cultivo del pasto Marandú, tercer ciclo, entre los 13 y 60 días después del corte de uniformidad, finca El Plantel, 2018.

5.2 Variables de rendimiento

5.2.1 Porcentaje de cobertura

Los resultados del análisis de varianza para la cobertura foliar mostró una diferencia significativa ($P < 0,05$) entre los tratamientos de sintético, combinado y solo biol con respecto al tratamiento testigo que representó el manejo tradicional de los productores, estos mostraron valores similares y con una tendencia creciente a lo largo del período evaluativo, el mayor porcentaje de cobertura se alcanzó a los 60 ddcu con un 100%, excluyendo el tratamiento sin fertilizante que presentó una cobertura del 85% (Figura 5).

La cobertura de los pastos es una de las variables que se relaciona positivamente con los rendimientos, ya que si no hubiera una cobertura muy buena no podemos tener buenos rendimientos y no pudiera ser rentable

En estudios realizado por Pizango (2013) obtuvo como resultados 18.53, 52.5 y 60.8 % de cobertura del pasto Marandú a los 28, 56 y 84 días del trasplante, mientras que Guevara (2007), reportó coberturas de 65.19 y 78.72 % a los 42 y 56 días de edad con aplicaciones de 90 kg de N ha⁻¹, el tratamiento sin aplicación obtuvo coberturas de 44.92 y 56.16 % en las edades evaluada (Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo [SNV], 2018, p. 16)

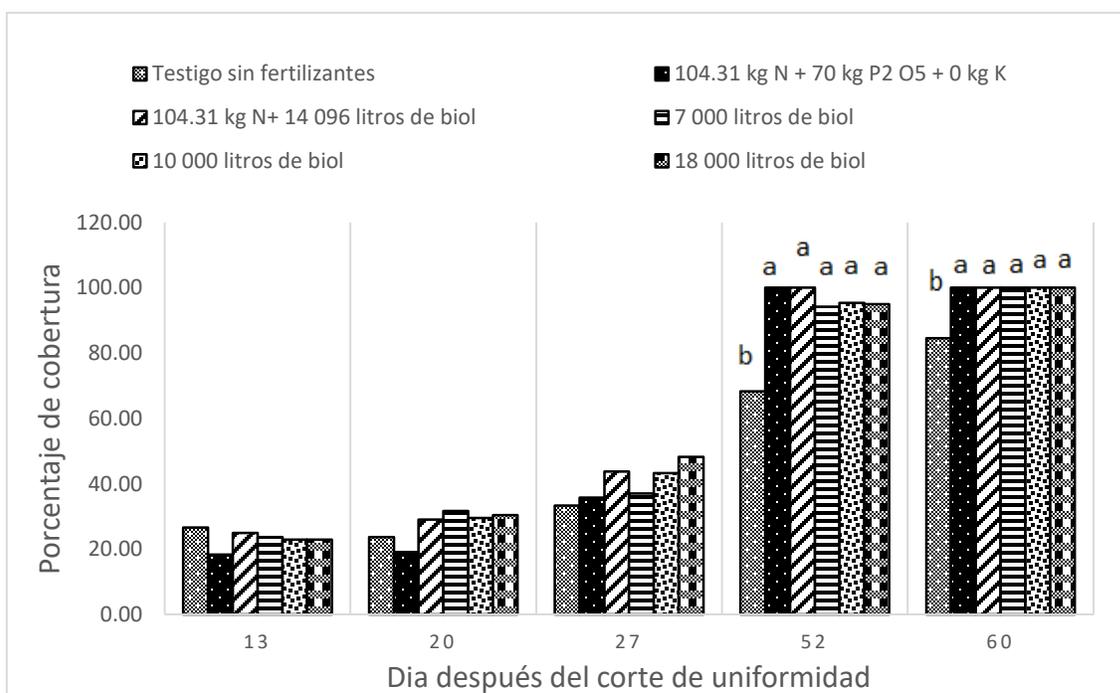


Figura 5. Porcentaje de cobertura en el cultivo del pasto Marandú, tercer ciclo, entre los 13 y 60 días después del corte de uniformidad, finca El Plantel, 2018.

5.2.2 Número de tallos por macollo

El macollo (tallos múltiples) de una gramínea representa una unidad morfofisiológica, cada macollo está formado por la repetición de unidades similares denominadas fitómetros, diferenciadas a partir del mismo meristemo apical. En un macollo, la diferenciación de células del meristemo apical origina primordios de hoja y yemas axilares capaces de originar un nuevo, los primordios foliares continúan su desarrollo y forman una hoja la cual se hace visible por dentro del conjunto de vainas (Colabelli, Agnusdei, Mazzanti, y Labreveux, 1998, p. 3)

El Marandú, se caracteriza por formar macollos densos; el análisis estadístico que se realizó a los tratamientos en las fechas de evaluación mostró una diferencia estadística ($P < 0,05$) entre los tratamientos únicamente a los 52 ddcu. El mayor número de plantas por macollo se alcanzó a los 60 ddcu en todos los tratamientos, sin embargo, cabe destacar que los tratamientos de solo biol mostraron resultados similares entre ellos y superiores a los tratamientos de solo sintético, la aplicación de 7 000 litros de biol produjo entre 58.07 y 156.85 plantas por macollo, seguido por la aplicación 18 000 litros de biol con valores entre 59.2 y 148.45 tallos por macollo (Figura 6), superando a la aplicación de solo sintético con valores entre 35.08 y 122.70 tallos por macollo.

Resultados obtenidos en estudios realizados en un primer ciclo del pasto Marandú muestra que la aplicación de 200 kg N + 70 kg P₂O₅ + 40 kg K produce tallos de 6.67, 22.57 y 50.95 por macollo a los 28, 50 y 71 días después del trasplante (ddt), seguido por la aplicación de 100 kg N + 35 kg P₂O₅ + 20 kg K + 7000 l de biol con valores 5.9, 18.75 y 44.9 tallos por macollo; los tratamientos con solo aplicaciones de biol solo superan al tratamiento sin fertilizantes, (SNV, 2018, p. 17).

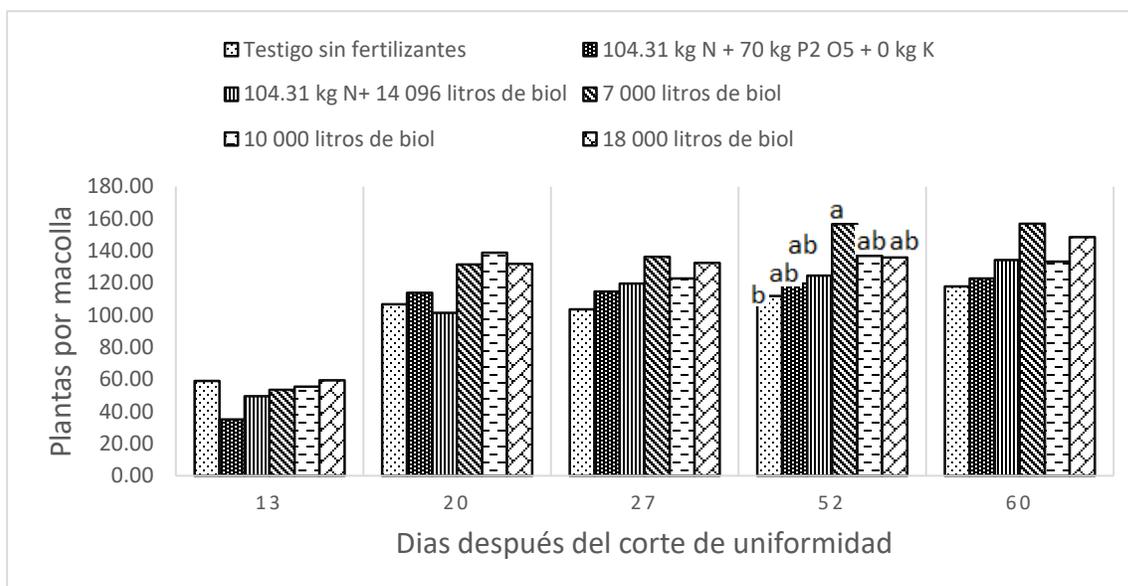


Figura 6. Número de plantas por macollos en el cultivo del pasto Marandú, tercer ciclo, entre los 13 y 60 días después del corte de uniformidad, finca El Plantel, 2018.

5.2.3 Producción de materia seca (kg de MS ha⁻¹)

La materia seca es igual al 100% de su peso total menos el porcentaje de humedad que contiene la muestra y representa a todas las sustancias presentes en la muestra como la proteína, fibra, grasa y minerales, además, la edad o estado de madurez de la planta es tal vez el más importante y determinante de la calidad nutritiva del forraje.

El resultado de la producción de materia seca presentó una tendencia progresiva, desde los 34 hasta los 60 ddcu, “durante el proceso de crecimiento de la planta, después del estado foliar inicial hay un rápido incremento de materia seca y un cambio continuo en los componentes orgánicos e inorgánicos” (Miranda, 2009. p. 18)

A medida que avanza el estado de madurez, la formación de los componentes estructurales (lignina, celulosa y hemicelulosa) ocurren con mayor velocidad que el incremento de los carbohidratos solubles; además, los componentes nitrogenados progresivamente constituyen una menor proporción de la materia seca. Esto se debe tanto a la pérdida de hojas como al aumento progresivo de la lignina, uno de los componentes estructurales que forma parte esencial de la membrana celular, el cual dificulta la digestión y disminuye el valor nutritivo de los pastos (Miranda, 2009. p. 18)

La mayor producción de MS la obtuvo el tratamiento dos (104.31 kg N + 70 P₂O₅) con una producción de 13 142.68 kg de MS ha⁻¹, seguido por el tratamiento tres (70 kg P₂O₅ + 14 096 litros de biol) con una producción de 8,435.50 kg de MS ha⁻¹ y el tratamiento 5 (10 000 litros de biol) con 7 096.98 de MS ha⁻¹ (Figura 7).

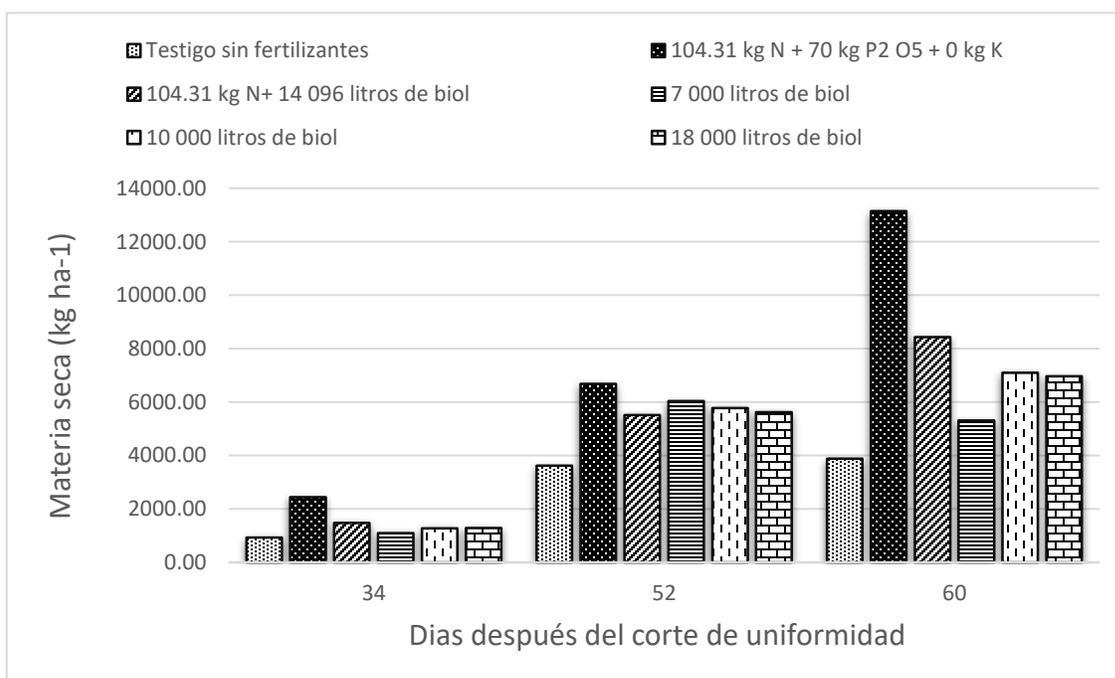


Figura 7. Producción de materia seca en el cultivo del pasto Marandú, tercer ciclo, entre los 34 y 60 días después del corte de uniformidad, finca El Plantel, 2018.

Los resultados obtenidos en estudios realizados en un primer ciclo del pasto Marandú muestran que a los 71 días después del transplante con la aplicación de solo sintético (12-30-10) obtuvo una producción de 4 012.30 kg de MS ha⁻¹ (Rugama y Kuan, 2018, p. 21). Estos resultados demuestran que la producción de materia seca en el primer ciclo es bajo y que este se incrementa en los siguientes debido a que el macollo se va expandiendo en su incremento en el número de tallos que desde el punto de vista fisiológico logra transformar la energía solar y su interacción con la absorción de agua y carbono en mayor acumulación de biomasa por unidad de área (Carballo, Matus, Betancourt y Ruiz, 2018). “La producción promedio de *Brachiaria brizantha* cv. *Marandú* es de 24-25 t de MS ha⁻¹ año⁻¹, esto dependerá en gran medida de la fertilidad del suelo y las precipitaciones” (Martínez, 2019).

5.3 Variables de calidad nutricional del pasto

5.3.1 Proteína cruda

Meléndez (2015), hace referencia que en el rumen de la vaca el nitrógeno no proteico puede ser utilizado por los microorganismos del rumen para su multiplicación y ser convertido en proteína microbiana, la urea y el amonio forman parte de la fracción proteica conocida como proteína soluble.

De acuerdo a los resultados de la variable proteína cruda (PC), los tratamientos 1, 2, 3 y 4 mostraron mayor disponibilidad a los 34 ddcu y los tratamientos 5 y 6 a los 52 ddcu, se puede observar que la disponibilidad va de manera decreciente, esto por el aumento de lignina y celulosa en la pared celular de la planta, es decir, entre mayor número de días tenga la planta, mayor contenido de fibra y menor proteína.

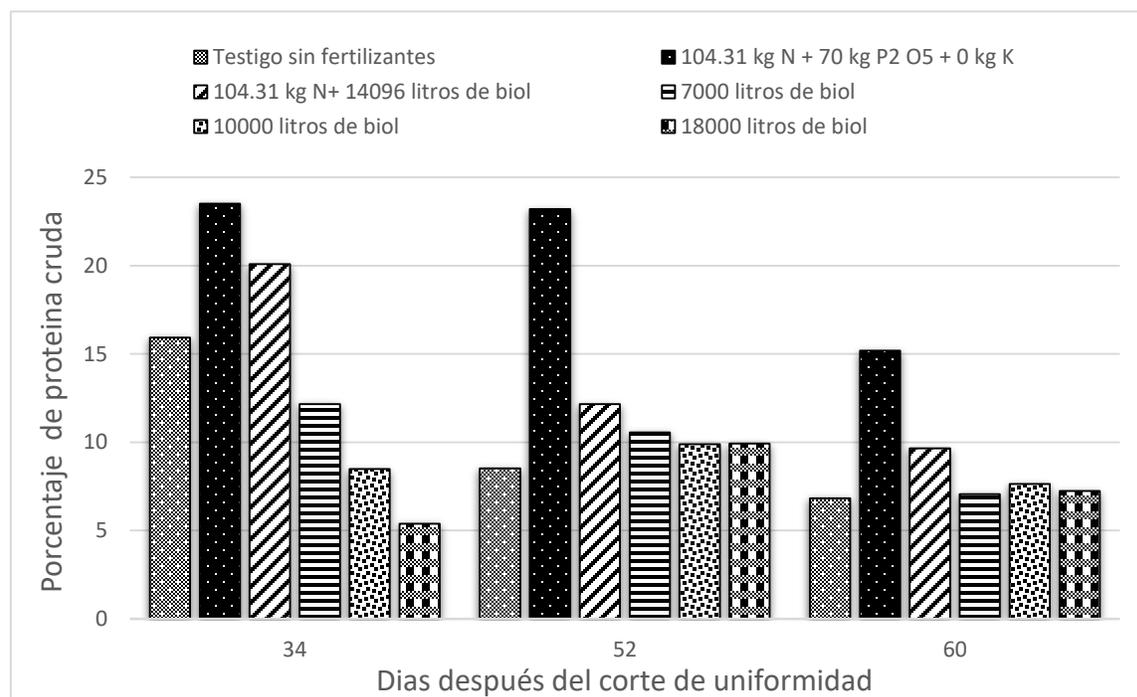


Figura 8. Porcentaje de proteína cruda en el cultivo del pasto Marandú, tercer ciclo reproductivo, entre los 34 y 60 días después del corte de uniformidad, finca El Plantel, 2018.

El tratamiento 2 fue el que mostró mayor disponibilidad de PC a lo largo del estudio con un rango entre 23.52 % y 15.19% de PC, seguido por tratamiento 3 desde un 20.09 % y un 10% de PC y el tratamiento 4 que presentó un rango 12.15 a 7.05 % de PC. “Los carbohidratos aumentan sus contenidos en la planta con la madurez de los vegetales. El tipo de carbohidratos en la dieta y su nivel de consumo determinan con frecuencia el nivel de rendimiento productivo de los rumiantes” (INTA, 2016, p. 2)

En la figura 8, se muestra el comportamiento de la calidad de la pastura, este a los 52 ddcu muestra que los tratamientos con biol disminuyeron a un 10 % de PC, menor a este valor se considerarían pastos de baja calidad, mientras que en el caso del sintético se mantuvo con rangos más altos de PC. En los tratamientos de solo biol los contenidos fueron de 12.15 a 7.23 %. La cantidad de PC reportada en el 2014 del pasto Marandú según el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria oscila entre un 10 y 12%.

En estudios realizados por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (1995), señala que el “valor nutritivo de la pastura *Brachiaria brizantha* se considera entre moderado a bueno, encontraron que en rebrotes de 15 y 60 días el contenido de PC fue de 14 y 7% respectivamente” (SNV, 2018, p. 19). Cruz et al, (2013) afirma que en Cuba reporto un valor nutritivo en proteína bruta del 12.26 % en el pasto Marandú.

5.4 Análisis económico

Para la realización de los análisis económicos de los datos agronómicos se aplicó la metodología propuesta por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo [CYMMYT] (1988), en la que se organizan los datos experimentales con el fin de obtener los costos y beneficios de los tratamientos alternativos. En base a esto, los tratamientos alternativos para el presente estudio son todos lo que se incluyeron insumos, ya sea fertilizantes sintéticos o la aplicación de biol, todos con respecto al tratamiento sin fertilización que viene a ser el tradicional.

El presupuesto parcial se determinó con los costos de los diferentes tratamientos que se consideran en el programa experimental.

Está compuesto por los costos que se incurren en la compra de fertilizantes: Fosfato diamónico, Urea al 46 % y biol. Para el caso de la mano de obra la distribución del fertilizante se consideró la norma utilizada por los productores que aplican 2 qq ha⁻¹ de fertilizante sintético por día hombre y en el caso del biol se aplican 10 000 lt ha⁻¹ por día hombre.

El rendimiento obtenido de materia seca por cada tratamiento del experimento nos da como resultado el beneficio bruto y el valor por kilogramo de materia seca, teniendo en cuenta el precio de una paca.

5.4.1 Análisis de presupuesto parcial

Para realizar el análisis económico se tomaron los datos del segundo corte que se realizó a los 52 días después del corte de uniformidad (ddcu), este se asemeja a la cantidad de materia seca producido en el tercer corte a los 60 ddcu el cual corresponde al último corte realizado, el segundo corte mostro buena producción de materia seca y mantuvo la calidad del pasto en los tratamientos.

Los rendimientos fueron ajustados al 90 %, considerando un 10 % de diferencia entre el rendimiento experimental y lo que el agricultor puede obtener en sus campos. Estos se multiplicaron por C\$ 5 (precio del kg del pasto), el cual puede variar por factores productivos y demanda del mercado.

En el análisis de presupuesto parcial, muestra que los mayores rendimientos con respecto a la producción de materia seca son los tratamientos T₂ con 6 679.3 kg ha⁻¹ y el T₄ con 6 031.5 kg ha⁻¹, en los costó totales que varían por ha⁻¹ los tratamientos con menores costos fueron el T₁ con 0.00 C\$ ha⁻¹ y el T₄ con 4 359.27 C\$ ha⁻¹ (Cuadro 6).

Los tratamientos que mostraron mayores beneficios netos fueron el T₄ con 22 782.48 C\$ ha⁻¹ y el T₅ con 21 067.23 C\$ ha⁻¹. El análisis de retorno marginal realizado en el tratamiento no dominado (T₄), se obtiene una tasa de retorno marginal del 149.4 %. Esto significa que al invertir C\$ 4 359.27 en el tratamiento, se obtiene una ganancia de C\$ 5.22 por cada córdoba invertido.

Cuadro 5. Presupuesto parcial realizado a la fertilización con biol y sintético en pasto Marandú a los 52 ddcu, tercer ciclo, finca El Plantel Masaya, 2018.

Indicadores	Tratamientos					
	T ₁	T ₄	T ₅	T ₆	T ₃	T ₂
Rendimiento de materia seca en kg ha⁻¹	3 615.52	6 031.51	5 777.01	5 619.23	5 507.52	6 679.3
Rendimiento ajustado al 10 % en kg ha⁻¹	3 254.02	5 428.4	5 199.3	5 057.3	4 956.8	6 011.4
Precio C\$ kg⁻¹	5	5	5	5	5	5
Beneficio bruto en C\$ ha⁻¹	16 269.8	27 141.8	25 996.5	25 286.4	24 783.8	30 056.9
Costo de fertilizantes		2 630.7	2 630.7	2 630.7	5 261.4	15 239.8
Costo de biol		280.0	400.0	720.0	563.8	
Costo de aplicación de fertilizante		398.6	398.6	398.6	797.2	1 628.7
Costo de la aplicación de biol	0	1 050	1 500	2 700	2 114.4	
Costo Totales que varían en ha⁻¹	0.0	4 359.3	4 929.3	6 449.3	8 736.8	16 868.5
Beneficio neto C\$ ha⁻¹	16 269.8	22 782.5	21 067.2	18 837.1	16 047.0	13 188.3
B/C		5.2	4.3	2.9	1.8	0.8

5.4.2 Análisis de dominancia

El siguiente análisis determinó los tratamientos dominados y no dominados. “Un tratamiento es dominado por otro tratamiento cuando tiene un beneficio menor o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajos” (CIMMYT, 1998).

Cuadro 6. Análisis de dominancia en la fertilización con biol y sintético en pasto, tercer ciclo, finca El Plantel Masaya, 2018.

Indicadores	Tratamientos					
	T ₁	T ₄	T ₅	T ₆	T ₃	T ₂
Costo Totales que varían en ha ⁻¹	0.0	4359.3	4929.3	6449.3	8736.8	16868.5
Beneficio neto C\$ ha ⁻¹	16269.8	22782.5	21067.2	18837.1	16047.0	13188.3
B/C		5.2	4.3	2.9	1.8	0.8
Dominancia	ND	ND	D	D	D	D

El análisis de dominancia mostró que existen cuatro tratamientos dominados (D) y dos tratamientos no dominado (ND). En el cuadro 6 se observa que los tratamientos tres, cuatro, cinco y seis son dominados por los tratamientos uno y cuatro al presentar costos variables superiores y bajo beneficio neto.

5.4.3 Análisis de presupuesto marginal

“La tasa de retorno marginal indica lo que el agricultor puede esperar a ganar, en promedio, con su inversión cuando decide cambiar de una práctica a otra” (CIMMYT, 1998).

Cuadro 7. Presupuesto marginal realizado a la fertilización con biol y sintético en pasto Marandú), tercer ciclo, finca El Plantel Masaya, 2018.

Indicadores	Tratamientos					
	T ₁	T ₄	T ₅	T ₆	T ₃	T ₂
Costo Totales que varían en ha ⁻¹	0.0	4359.3	4929.3	6449.3	8736.8	16868.5
Beneficio neto C\$ ha ⁻¹	16269.8	22782.5	21067.2	18837.1	16047.0	13188.3
B/C		5.2	4.3	2.9	1.8	0.8
Dominancia	D	ND	D	D	D	D
Beneficio neto marginal		6512.7				
Costos variables marginales		4359.3				
Tasa de retorno marginal		150				

$$\text{TRM} = \frac{\text{Beneficio neto (t4)} - \text{Beneficio neto (t1)}}{\text{Costo Neto (t4)} - \text{Costo neto (t1)}} \times 100$$

$$\text{TRM} = \frac{22,782.5 - 16,269.8}{4,359.3 - 0} = 1.5 \times 100 = 150\%$$

El análisis de retorno marginal realizado en el tratamiento no dominado que corresponde a la aplicación de 7 000 litros de biol (T_4), muestra que al cambiar el manejo tradicional del productor (T_1) obtiene una tasa de retorno marginal del 150%. (Cuadro 7). Esto significa desde el punto económico que si el productor invierte en la nueva tecnología con un costo de C\$ 4 359.3, obtiene una ganancia de C\$ 1.50 por cada córdoba invertido.

VI. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos del estudio, evaluar la fertilización con biol y sintética sobre las variables morfo estructurales, rendimiento y calidad del pasto Marandú (*Brachiaria brizantha cv Marandú*) tercer ciclo, finca El Plantel, 2018 se llegó a las siguientes conclusiones:

El pasto Marandú responde a las aplicaciones de biol manteniendo sus características morfo estructurales sin diferenciarse significativamente a lo largo del período evaluativo de la fertilización sintética.

Con relación a los aportes de nutrientes suministrados el mayor rendimiento de biomasa en el pasto Marandú lo presentan los tratamientos T₂ (70 kg ha⁻¹ de P₂O₅ + 104.31 kg ha⁻¹ de N) con una producción total de 13 142.68 kg de MS ha⁻¹, seguido por el tratamiento T₃ (70 kg P₂O₅ + 14,096 litros de biol) con una producción de 8 435.50 kg de MS ha⁻¹.

Según el análisis bromatológico los tratamientos que mostraron mayor calidad fueron el T₂ con un porcentaje de proteína cruda entre 23.52 y 15.19%, seguido por los tratamientos T₃ y T₅ que oscilaban entre 20.09 -7.63 %.

El análisis económico realizado a los tratamientos mostró que el tratamiento T₄ (7 000 litros de biol) presentó una tasa de retorno marginal de 150 %. Esto representa una rentabilidad para el productor para optar a un manejo con una nueva tecnología.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda aplicar el tratamiento T₃ (70 kg P + 14 096 litros de biol) como método de fertilización alternativa, ya que fue la dosis que se asemejó a los resultados del tratamiento solo sintético en variables de rendimiento y calidad del pasto.

Realizar el pastoreo a los 52 días después del corte de uniformidad, a esta edad el pasto contiene mayor cantidad de proteína cruda y menos fibra, esto favorece a la digestibilidad en el animal es decir habrá un mayor aprovechamiento del alimento suministrado.

Se recomienda la aplicación de biol en estado sólido para reducir volúmenes de aplicación y conseguir una mayor eficiencia en su distribución en el suelo.

VIII. LITERATURA CITADA

- Aguilar, E y Kuan, E. (2018). *Efecto de la fertilización con biol y sintética sobre la producción de materia seca y calidad del pasto Brachiaria brizantha cv. Marandú, finca El Plantel, Masaya 2017 – 2018* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua
- Alfaro, J. (2016). *El suelo y los abonos orgánicos*. Recuperado de http://www.platicar.go.cr/images/buscador/documents/pdf/04/El_Suelo_y_los_Abonos_Organicos-min.pdf
- Asociación de productores y exportadores de Nicaragua (25 de mayo de 2019). Exportaciones de Carne de Bovino en 2018 y enero a abril de 2019. [Online]. Recuperado de <http://apen.org.ni/exportaciones-carne-bovino-2018-enero-abril-2019/>
- Beteta, T. (2005). *Construcción y uso de biodigestores tubulares y plásticos*. Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/2412/1/nf04b562.pdf>
- Blandón, D y Hernández, N. (2007). *Estudio de Adopción de la variedad Brachiaria brizantha (CIAT 6780) en Cuatro Municipio del departamento de Matagalpa Nicaragua* (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/1367/1/tnf01b642e.pdf>
- Centro Internacional de Agricultura Tropical. (2002). Pasto Toledo. Recuperado de https://ciatlibrary.ciat.cgiar.org/forrajes_tropicales/pdf/Leaflets/brachiaria_brizantha_cv_toledo.pdf
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. (1988). *La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos*. Recuperado de <https://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/1063/9031.pdf>
- Colabelli, M., Agnusdei, M., Mazzanti, A., y Labreveux, M. (1998). *El proceso de crecimiento y desarrollo de gramíneas forrajeras como base para el manejo de la defoliación*. Recuperado de http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/01-proceso_crecimiento.pdf
- Contexto ganadero. (18 de marzo de 2014). Número de hojas en forrajes indica cantidad de nutrientes para el ganado [Online]. Recuperado de <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/numero-de-hojas-en-forrajes-indica-cantidad-de-nutrientes-para-el-ganado>
- Cruz, C., Curbelo, R., Guevara V., Pereda M., Muñoz C., Tamayo E.,... y Cabrera Y. (2013). Evaluación agronómica de cuatro nuevas variedades de pastos. *Revista de producción animal*, 25(1). Recuperado de <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/rpa/article/view/1407/1652>
- Díaz, J., y Manzanares, E. (2006). *Producción de biomasa de "Panicum maximum" cv Mombaza a tres frecuencias de corte y dos condiciones ambientales (con y sin árboles), en la Hacienda "Las Mercedes", UNA, Managua, Nicaragua* (Tesis de

- pregrado). Universidad Nacional Agraria. Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/1350/1/tnf01d542p.pdf>
- García, F., Miranda, A., y Calero, W. (2017). Producción y calidad de forraje con enmiendas orgánicas en pastura (*Brachiaria Brizantha*), en la Costa Caribe Sur de Nicaragua. *Revista universitaria del Caribe*, 18(1). Recuperado de [file:///C:/Users/ferna/Downloads/4810-Texto%20del%20art%C3%ADculo-16477-2-10-20170825%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/ferna/Downloads/4810-Texto%20del%20art%C3%ADculo-16477-2-10-20170825%20(1).pdf)
- Gelvez, L. (2019). Marandú o brizantha - *Brachiaria brizantha* [Online]. Recuperado de <https://mundo-pecuario.com/tema191/gramineas/brizantha-1059.html>
- Instituto Nacional Tecnológico. (2016). *Manual de nutrición*. Recuperado de: [https://www.jica.go.jp/project/nicaragua/007/materials/ku57pq0000224spz-att/Manual de Nutricion Animal.pdf](https://www.jica.go.jp/project/nicaragua/007/materials/ku57pq0000224spz-att/Manual%20de%20Nutricion%20Animal.pdf)
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. (2014). *Pasto Marandu*. Recuperado de <http://www.inta.gob.ni/biblioteca/images/pdf/plegables/Brochure%20Marandu%20014.pdf>
- Lascano, C. (2002). *Gramínea de crecimiento vigoroso para intensificar la ganadería de Colombia*. Recuperado de http://ciat-library.cgiar.org/articulos_ciat/brachiaria_brizantha_cv_toledo.pdf
- Martínez, F. (21 de enero de 2019). Pasto Marandu [Online]. Recuperado de <https://infopastosyforrajes.com/pasto-de-pastoreo/pasto-marandu-brachiaria-brizantha-cv-marandu/>
- Medina Castillo. (2014). *Evaluación del riesgo de introducción de plaga en semilla de pastos *Brachiaria brizantha* A. Rich y *Panicum maximum* Jacq de origen Brasil*, Managua, Nicaragua (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/3362/1/tnh10m491p.pdf>
- Melendez, P. (21 de octubre de 2015). Las bases para entender un análisis nutricional de alimentos y su nomenclatura [Online]. Recuperado de <http://www.elmercurio.com/Campo/Noticias/Analisis/2015/10/21/Las-bases-para-entender-un-analisis-nutricional-de-alimentos-y-su-nomenclatura.aspx>
- Miranda, A. (2009). *Adaptación y productividad de seis gramíneas forrajeras en Puerto Díaz, Chontales, Nicaragua, 2007* (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/2084/1/tnf30m672a.pdf>
- Pastobras. (s.f). *Pasto insurgente*. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/149a/9fe6ea1752fd3a8efa78518f99429d52743d.pdf>
- Pizano, R. (06 de agosto de 2018). ¿Cómo funciona un biodigestor? [Online]. Recuperado de: <http://www.proyectofose.mx/2018/08/06/como-funciona-un-biodigestor/>
- Realidad, Impacto y Oportunidades de los Biocombustibles en Guatemala (S.F). [Online]. Recuperado de:

<http://www.oas.org/dsd/Energy/Documents/SimposioG/3%20Panel%20I%20Biogas.pdf>

Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo. (2018). *Efectividad del biol en la producción de biomasa y calidad nutricional del pasto de pastoreo Marandú*. Recuperado de <https://docplayer.es/137667607-Programa-de-desarrollo-del-mercado-de-biogas-en-nicaragua-atn-me-ni-y-atn-nv-ni-resultados-de-investigacion.html>

Sistema Biobolsa. (s.f). *Manual de biol*. Recuperado de <http://sistemabiobolsa.com/pdf/manualDeBiol.pdf>

Warnars, L., y Oppenoorth, H. (2014). *El Biol: El fertilizante supremo, estudio sobre el biol, sus usos y resultados*. Recuperado de https://knowledge.hivos.org/sites/default/files/publications/estudio_sobre_el_biol_sus_usos_y_resultados.pdf

Wilder Perez. (4 de mayo de 2014). Nicaragua apuesta por el biogás para energía en zonas rurales. *La prensa*. Recuperado de <http://www.laprensa.com.ni/2014/05/04/nacionales>

IX. ANEXOS

Anexo 1. Cronograma de actividades

Actividades	Abril	Mayo	Junio	Julio
Corte de uniformidad	*			
Colecta de biol		*		
Fertilización con biol		*		
Aplicación de fertilización sintética		*		
Primera medición de variables de crecimiento y porcentaje de cobertura		*		
Primera limpieza de malezas		*		
Segunda medición de variables de crecimiento y porcentaje de cobertura		*		
Tercera medición de variables de crecimiento y porcentaje de cobertura		*		
Segunda fertilización sintética		*		
Primer corte para medir rendimiento		*		
Segunda limpieza de malezas		*		
Cuarta medición de variables de crecimiento y porcentaje de cobertura			*	
Segundo corte para medir rendimiento			*	
Quinta medición de variables de crecimiento y porcentaje de cobertura			*	
Tercer corte para medir rendimiento			*	
Tercera limpieza de malezas			*	
Sexta medición de variables de crecimiento y porcentaje de cobertura			*	
Corte de uniformidad			*	

Anexo 2. Plano de campo

T₁ = Testigo sin fertilizantes

T₂ = 104.31 kg N + 70 kg P + 0 kg K

T₃ = 70 kg P + 14 096 litros de biol

T₄ = 7 000 litros de biol

T₅ = 10 000 litros de biol

T₆ = 18 000 litros de biol



Anexo 3. Número de hojas en el cultivo del pasto Marandú (*Brachiara Brizantha cv Marandú*), tercer ciclo reproductivo, entre los 13 y 60 días después del corte de uniformidad, finca El Plantel, 2018.

Tratamiento	13 ddcu	20 ddcu	27 ddcu	52 ddcu	60 ddcu
1	2.73	3.48	3.65	4.23	4.63
2	2.63	3.63	3.40	4.90	6.18
3	2.65	4.43	3.82	4.35	5.40
4	2.60	3.55	3.64	4.35	5.03
5	2.78	3.70	3.47	4.03	4.98
6	2.53	3.56	3.67	4.73	5.23

T₁ = Testigo sin fertilizantes

T₄ = 7 000 litros de biol

T₂ = 104.31 kg N + 70 kg P + 0 kg K

T₃ = 70 kg P + 14 096 litros de biol

T₅ = 10 000 litros de biol

T₆ = 18 000 litros de biol

Anexo 4. Altura de planta (cm) en el cultivo del pasto Marandú (*Brachiara Brizantha cv Marandú*), tercer ciclo reproductivo, entre los 13 y 60 días después del corte de uniformidad, finca El Plantel, 2018.

Tratamiento	13 ddcu	20 ddcu	27 ddcu	52 ddcu	60 ddcu
1	4.10	7.40	11.73	30.63	40.40
2	4.60	8.90	16.05	67.33	100.03
3	5.34	7.84	14.14	48.55	86.85
4	4.73	7.08	12.68	42.83	66.00
5	4.30	8.13	12.87	42.85	61.03
6	4.35	7.43	11.51	41.93	65.70

T₁ = Testigo sin fertilizantes

T₄ = 7 000 litros de biol

T₂ = 104.31 kg N + 70 kg P + 0 kg K

T₃ = 70 kg P + 14 096 litros de biol

T₅ = 10 000 litros de biol

T₆ = 18 000 litros de biol

Anexo 5. Porcentaje de cobertura en el cultivo del pasto Marandú (*Brachiara Brizantha cv Marandú*), tercer ciclo reproductivo, entre los 13 y 60 días después del corte de uniformidad, finca El Plantel, 2018.

Tratamiento	13 ddcu	20 ddcu	27 ddcu	52 ddcu	60 ddcu
1	26.67	23.73	33.32	68.30	84.58
2	18.30	19.15	35.82	100.00	100.00
3	24.98	29.10	43.73	100.00	100.00
4	23.73	31.65	37.07	94.15	100.00
5	22.90	29.55	43.24	95.40	100.00
6	22.88	30.38	48.24	94.98	100.00

T₁ = Testigo sin fertilizantes

T₄ = 7 000 litros de biol

T₂ = 104.31 kg N + 70 kg P + 0 kg K

T₃ = 70 kg P + 14 096 litros de biol

T₅ = 10 000 litros de biol

T₆ = 18 000 litros de biol

Anexo 6. Tallos por macollo en el cultivo del pasto Marandú (*Brachiara Brizantha cv Marandú*), tercer ciclo reproductivo, entre los 13 y 60 días después del corte de uniformidad, finca El Plantel, 2018.

Tratamiento	13 ddcu	20 ddcu	27 ddcu	52 ddcu	60 ddcu
1	59.08	106.80	103.63	111.85	117.80
2	35.08	113.85	114.71	119.60	122.70
3	49.53	101.37	119.56	124.50	134.30
4	53.58	131.45	136.31	156.65	156.85
5	55.48	138.75	122.69	136.85	133.30
6	59.45	131.94	132.58	135.90	148.45

T₁ = Testigo sin fertilizantes

T₄ = 7 000 litros de biol

T₂ = 104.31 kg N + 70 kg P + 0 kg K

T₃ = 70 kg P + 14 096 litros de biol

T₅ = 10 000 litros de biol

T₆ = 18 000 litros de biol

Anexo 7. Materia seca (Kg ha⁻¹) en el cultivo del pasto Marandú (*Brachiara Brizantha cv Marandú*), tercer ciclo reproductivo, entre los 34 y 60 días después del corte de uniformidad, finca El Plantel, 2018.

Tratamiento	34 ddcu	52 ddcu	60 ddcu
1	920.61	3 615.46	3 885.15
2	2 440.50	6 679.43	13 142.68
3	1 468.71	5 507.43	8 435.50
4	1 088.56	6 031.53	5 311.94
5	1 272.40	5 776.96	7 096.98
6	1 284.92	5 619.55	6 962.25

T₁ = Testigo sin fertilizantes

T₄ = 7 000 litros de biol

T₂ = 104.31 kg N + 70 kg P + 0 kg K

T₃ = 70 kg P + 14 096 litros de biol

T₅ = 10 000 litros de biol

T₆ = 18 000 litros de biol

Anexo 8. Porcentaje de proteína cruda en el cultivo del pasto Marandú (*Brachiara Brizantha cv Marandú*), tercer ciclo reproductivo, entre los 34 y 60 días después del corte de uniformidad, finca El Plantel, 2018.

Tratamiento	34 ddcu	52 ddcu	60 ddcu
1	15.93	8.51	6.83
2	23.52	23.21	15.19
3	20.09	12.16	9.65
4	12.15	10.55	7.05
5	8.49	9.89	7.63
6	5.38	9.92	7.23

T₁ = Testigo sin fertilizantes

T₄ = 7 000 litros de biol

T₂ = 104.31 kg N + 70 kg P + 0 kg K

T₃ = 70 kg P + 14 096 litros de biol

T₅ = 10 000 litros de biol

T₆ = 18 000 litros de biol

Anexo 9. Momentos y cantidades de biol y fertilizante sintético aplicado al pasto Marandú (*Brachiaria Brizantha* Cv. Marandú)

Semilla Marandú: sexual	Urea 46 % de N	Completo 18-46-0 = Fostato Diamónico	Dosis en kg ha ⁻¹ (sin incluir la eficiencia)	Dosis en kg ha ⁻¹ incluyendo la eficiencia	días después del corte de uniformidad (ddcu)	Corre de uniformidad: 28/04/2018	Primera Fertilización 02 de Mayo de 2018 (4 ddcu)	Segunda fertilización 25/05/2018 (27 ddcu)	Total de fertilizantes por Tratamientos en Marandú. Biol en litros y F. Sintético en libras
Tratamientos	Descripción	Dosis en kg ha ⁻¹ (sin incluir la eficiencia)	Dosis en kg ha ⁻¹ incluyendo la eficiencia	Unidad de medida	Fertilizante a aplicar	litros y el fertilizante sintético es en gramos	m ² . La unidad de medida del biol es en litros y F. Sintético en libras		
T1	Sin Fertilizante	-	-	-	-	-	-	-	
T2	100 % de fósforo y nitrógeno utilizando Fertilización sintética	70	200	kg ha ⁻¹ de Fostoro	Completo 18-46-0	1565.22		13.78	
		104.31	208.62	kg ha ⁻¹ de Nitrógeno	Urea (46 % de N)	1632.68		14.37	
T3	100 % de Fosforo utilizando fertilizante sintética	70	200	kg ha ⁻¹ de Fosforo	Completo (18-46-0)	1565.22		13.78	
		Incluye el 19.57 % del Nitrógeno	39.13	78.26	kg ha ⁻¹ de Nitrógeno	Biol	50.75		202.98
T4	50 % de Fosforo utilizando fertilizante sintética	35	100	kg ha ⁻¹ de Fosforo	Completo (18-46-0)	782.61		6.89	
		Incluye el 9.79 % del Nitrógeno	19.57	39.13	kg ha ⁻¹ de Nitrógeno	Biol	25.2		100.80
T5	50 % de Fosforo utilizando fertilizante sintética	35	100	kg ha ⁻¹ de Fosforo	Completo (18-46-0)	782.64		6.89	
		Incluye el 9.79 % del Nitrógeno	19.57	39.13	kg ha ⁻¹ de Nitrógeno	Biol	36		144.00
T6	66.60 % del Nitrógeno utilizando biol	74	10000	1ha ⁻¹	Totál de biol	64.8		259.20	
		50 % de Fosforo utilizando fertilizante sintética	35	100	kg ha ⁻¹ de Fosforo	Completo (18-46-0)	782.64		6.89
Factor fertilización kg ha ⁻¹		Momentos de aplicación		Factor fertilización 1ha ⁻¹		Momentos de aplicación			
T1 Testigo sin fertilizantes		Sin aporte de fertilizante		T4 35 kg P + 7000 litros de biol		A los 4 ddcu 217.39 kg ha ⁻¹ de completo (18-46-0) + 7000 litros de biol.			
T2 104.31 kg N + 70 kg P + 0 kg K		A los 4 ddcu 434.78 kg ha ⁻¹ de completo (18-46-0). A los 23 ddcu 453.52 kg ha ⁻¹ de Urea.		T5 35 kg P + 10000 litros de biol		A los 4 ddcu 217.39 kg ha ⁻¹ de completo (18-46-0) + 10000 litros de biol.			
T3 70 kg P + 14096 litros de biol		A los 4 ddcu 434.78 kg ha ⁻¹ de completo (18-46-0) + 14096 litros de biol.		T6 35 kg P + 18000 litros de biol		A los 4 ddcu 217.39 kg ha ⁻¹ de completo (18-46-0) + 18000 litros de biol.			

Anexo 10. Aporte de nutrientes, dosis y fuente en pasto Marandú (*Brachiaria Brizantha* Cv. Marandú)

Aporte de nutrientes			
Dosis	200	70	0
	N	P	K
Fuente			
Fosfato diamónico (18-46-0)	39.13	70.00	-
Urea 46%	104.31	-	-
Suelo	56.56	0	833.04