



Por un desarrollo Agrario
Integral y Sostenible.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Graduación

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

AUTORES

Br. Ever Francisco Aguilar Rugama

Br. Luis Evelio Kuan Espinoza

ASESORES

Ing. Norland Antonio Méndez Zelaya

Ing. MSc. Martha Gutiérrez Castillo

Ing. MSc. Rodolfo Munguía Hernández

Managua, Nicaragua
Abril, 2019



Por un desarrollo Agrario
Integral y Sostenible.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Graduación

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

AUTORES

Br. Ever Francisco Aguilar Rugama

Br. Luis Evelio Kuan Espinoza

ASESORES

Ing. Norland Antonio Méndez Zelaya

Ing. MSc. Martha Gutiérrez Castillo

Ing. MSc. Rodolfo Munguía Hernández

*Trabajo presentado a consideracion del Comité Evaluador,
como requisito final para optar al grado de Ingeniero
Agrónomo*

Managua, Nicaragua
Abril, 2019

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	<i>i</i>
AGRADECIMIENTOS	<i>iii</i>
ÍNDICE DE CUADROS	<i>iv</i>
ÍNDICE DE FIGURAS	<i>v</i>
ÍNDICE DE ANEXOS	<i>vi</i>
RESUMEN	<i>vii</i>
ABSTRACT	<i>viii</i>
I INTRODUCCION	1
II OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos específicos	3
III MATERIALES Y MÉTODOS	4
3.1 Ubicación del área de estudio	4
3.2 Diseño metodológico	4
3.3 Descripción de los tratamientos	5
3.4 Análisis químico del suelo y biol	6
3.5 Manejo agronómico	7
3.6 Variables a evaluar	9
3.6.1 Variables morfo estructurales	9
3.6.2 Variables de rendimiento	10
3.6.3 Calidad bromatológica del pasto	11
3.7 Análisis estadístico de los datos	13
3.8 Análisis económico	13
IV RESULTADOS Y DISCUSION	15
4.1 Variables morfo estructurales	15
4.1.1 Altura del tallo (cm)	15
4.1.2 Diámetro del tallo (mm)	16
4.1.3 Número de hojas por planta	17

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
4.2 Variables de rendimiento	19
4.2.1 Porcentaje de cobertura	19
4.2.2 Número de tallos por macollo	20
4.2.3 Producción de materia seca (kg de MS ha-1)	21
4.3 Variables de calidad nutricional del pasto	23
4.3.1 Proteína cruda (PC) %	23
4.3.2 Fibra Detergente Neutro (FDN) %	24
4.3.3 Fibra Detergente Acido (FDA) %	25
4.3.4 Digestibilidad in vitro de Materia Seca (DIVMS)	26
4.3.5 Concentración de nutrientes de la Materia Seca a los 71 ddt	28
4.4 Análisis económico	29
4.4.1 Análisis de presupuesto parcial	29
V CONCLUSIONES	32
VI RECOMENDACIONES	33
VII LITERATURA CITADA	34
VIII ANEXOS	41

DEDICATORIA

Para la eterna gloria de nuestro señor Dios padre misericordioso, quien nos permite estar vivos, sanos y alcanzar nuestras metas y sueños, su gracia hasta el final.

A mis padres, **María Jesús Rugama Rodríguez** y **Socorro Aguilar Chavarría**, por su eterno e incondicional apoyo durante todos los años de mi vida, por ser quienes fueron los que siempre creyeron en mí, porque han entregado su vida para que yo pueda ser una persona educada, con principios morales, cristianos y sobre todo a enseñarme a ser una persona humilde que debe luchar siempre por lo que quiere.

A mis hermanas **Yadira, Fátima** y **Estefany Aguilar Rugama**, gracias por su amistad, cariño, por sus palabras de ánimo en las etapas difíciles, por su amistad sincera y sobre todo por ser grandes amigas.

A mis abuelitos, tíos, amigos y al cuñado que por sus sabios consejos me han permitido tomar las decisiones correctas a lo largo de la vida y demás familiares que siempre me han ayudado. A mi novia **Daniela Rodríguez Valle** y a su familia por el apoyo, consejos y el cariño que me han mostrado.

Br. Ever Francisco Aguilar Rugama

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios por darme fuerza, paciencia, fortaleza, confianza para poder lograr las metas que hasta el día de hoy me he propuesto y cumplido a pesar de muchos obstáculos que se me presentaron en el transcurso de mi vida él siempre ha estado a mí lado y no me ha desamparado en ningún momento al igual que con mi familia.

A mis padres, **Jorge Kuan Ponce** y **Luisa Lagos Espinoza** por confiar en mí, guiarme por buen camino y apoyarme incondicionalmente para conseguir mis metas.

A mis hermanos, que tanto quiero **Yarelis Alejandra, Araceli, Johnny, Enrique** y **Jorge Luis Kuan** por su apoyo confianza y estar conmigo cuando más necesitaba de ellos.

Br. Luis Evelio Kuan Espinoza

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos infinitamente a **Dios** por darnos la vida, salud y sabiduría necesaria para culminar cada etapa en nuestra formación académica.

A nuestros padres, hermanos y familiares por habernos brindado su apoyo moral y económico, siendo los pilares fundamentales para lograr nuestras metas.

A nuestros 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 nuestro trabajo de graduación.

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

Al Servicio Holandés para el Desarrollo (SNV – Nicaragua) por el financiamiento brindado para la ejecución de la investigación.

A los docentes que nos impartieron clases a lo largo de nuestra carrera en especial a los del Departamento de Producción Vegetal de la Facultad de Agronomía.

A nuestros amigos **Federico Blandón, Kevin Dávila**, por brindarnos la confianza e impulsarnos a lograr nuestros propósitos y que algunos de manera directa e indirectamente contribuyeron en la realización de este trabajo.

Br. Ever francisco Aguilar Rugama
Br. Luis Evelio Kuan Espinoza

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1	Descripción de tratamientos y momentos de aplicación en pasto mejorado Marandú, primer ciclo, Centro Experimental El Plantel 2017 – 2018	5
2	Análisis químico del suelo del área experimental para el ensayo con Marandú	6
3	Análisis químico de biol proveniente de las fincas de los señores, Oswaldo Rocha y Ever González, Boaco 2017	6
4	Cantidad de nutrientes aportados según las dosis de biol aplicadas en la finca El Plantel, Masaya 2017-2018	7
5	Parámetros a tomar en cuenta a la hora de realizar un análisis económico mediante la metodología de CIMMYT, 1988	14
6	Presupuesto parcial, fertilización con biol y sintético en pasto Marandú, finca El Plantel Masaya 2017-2018	30

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1	Precipitación y temperatura durante el ciclo del pasto <i>B. brizantha</i> Marandú, finca El Plantel, Masaya, 2017-2018. (Aguilar y Kuan)	4
2	Esquema del proceso de producción de biol y biogás.	8
3	Altura del tallo (cm) en el cultivo del pasto Marandú, entre los 28 y 71 días después del trasplante, finca El Plantel 2017-2018.	16
4	Diámetro del tallo en centímetros en el cultivo del pasto Marandú, a los 28 y días después del trasplante, finca El Plantel Masaya 2017-2018.	17
5	Numero de hojas por planta en el cultivo de del pasto Marandú, entre los 28 y 71 días después del trasplante, finca El Plantel Masaya 2017-2018.	18
6	Porcentaje de cobertura en el cultivo del pasto Marandú, a los 57 y 71 días después del trasplante, finca El Plantel Masaya 2017-2018.	20
7	Número de plantas por macollos en el cultivo del pasto Marandú, a los 28 y 71 días después del trasplante, finca El Plantel Masaya 2017-2018.	21
8	Producción de materia seca en el cultivo del pasto Marandú, a los 36 y 71 días después del trasplante, finca El Plantel Masaya 2017-2018.	22
9	Proteína cruda (PC) % en el cultivo del pasto Marandú, a los 43 y 71 días después del trasplante, finca El Plantel Masaya 2017-2018.	24
10	Fibra neutro detergente (FDN) % en el cultivo del pasto Marandú, entre los 43 y 71 días después del trasplante, finca El Plantel Masaya 2017-2018.	25
11	Fibra acido detergente (FDA) % en el cultivo del pasto Marandú, a los 43 y 71 días después del trasplante, finca El Plantel Masaya 2017-2018.	26

12	Digestibilidad in vitro (DIVMS) en el cultivo del pasto Marandú, a los 43 y 71 días después del trasplante, finca El Plantel Masaya 2017-2018.	27
13	Concentración de nutrientes en el cultivo del pasto Marandú, a los 71 días después del trasplante, finca El Plantel Masaya 2017-2018.	29

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1	Plano de campo del experimento, finca El Plantel, Masaya 2017.	41
2	Figura de las temperaturas de la Finca El Plantel, Masaya 2017-2018.	42
3	Figura de las precipitaciones de la Finca El Plantel, Masaya 2017-2018.	42
4	Docente investigador Ing. Norland Méndez, realizando medición de variables morfo estructurales.	43
5	Pasto Marandú, Finca EL Plantel, Masaya 2017-2018.	43
6	Aplicación de fertilizantes sintéticos y de solo biol.	43
7	Tesista Aguilar, en medición de cobertura de pasto en un m ² .	44
8	Tesista Kuan y Aguilar, en corte de plantas para medir materia seca.	44
9	Pasto Marandú a los 71 ddt, Finca EL Plantel, Masaya 2017-2018.	44
10	Régimen de Riego del pasto Marandú, riego por Cañón, Finca EL Plantel, Masaya 2017-2018.	45

RESUMEN

El experimento se estableció en la unidad experimental El Plantel ubicada en el km 30 carretera Tipitapa-Masaya. El estudio consistió en evaluar el efecto de la fertilización con biol y sintética sobre la producción de materia seca y calidad del pasto *Brachiaria brizantha* cv. Marandú. Se estableció en un Diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) unifactorial con seis tratamientos (T1=Testigo 0; T2=200 kg- 70 kg- 40 kg (N-P-K); T3=50 kg + 7 000 l ha⁻¹ (N + Biol); T4=10 000 l ha⁻¹; T5=14 000 l ha⁻¹; T6=18 000 l ha⁻¹ y cuatro repeticiones. Se evaluaron las variables altura (cm) y diámetro (mm) de la planta, Número de hojas por planta, Número de macollos por metro lineal, Porcentaje de cobertura (%) del pasto, Número de plantas por macollo, Producción de materia seca (kg ha⁻¹), Proteína cruda (% PC), Fibra neutro detergente (% FDN), Fibra ácido detergente (FDA), Digestibilidad in vitro (% DIVMS), Remoción de nutrientes (71 ddt) en MS. Los resultados muestran que hubo diferencias significativas para las variables de altura del tallo, diámetro del tallo, cobertura del pasto, materia seca. El mayor valor se obtuvo en las variables altura, diámetro, número de hojas, cobertura de pasto, número de tallos por macollo se registró con el tratamiento sintético de (200 kg N+70 kg P₂O₅+ 40 kg K₂O) a los 71 días después del trasplante. El mayor valor para la variable de materia seca le correspondió al tratamiento sintético (200 kg N+70 kg P₂O₅+ 40 kg K₂O) con 3 611.07 kg ha⁻¹, seguido de la aplicación de 18 mil litros de biol con 2 957.40 kg ha⁻¹. En proteína cruda los tratamientos a partir de los 43 días después del trasplante los que presentaron los mayores valores correspondieron al tratamiento sintético seguido de 10 mil litros de biol por ha⁻¹ con 16.11 %, cabe mencionar que estos dos tratamientos a los 64 días después del trasplante mantuvieron sus niveles de proteína arriba del 10 %. Para la variable de FDN sus valores se mantienen en calidad media de acuerdo a los resultados. La variable de FDA se caracterizó y se mantuvo en el rango de calidad baja aproximadamente del 45 %. Para la variable DIVMS en calidad baja menores del 55 % y para la variable remoción de nutrientes, la mayor extracción de nutrientes se presentó a los 71 días después del trasplante y lo presentaron el nitrógeno y el potasio.

Palabras clave: Biodigestor, Biol, *Brachiaria brizantha*, Marandú, Nutrientes.

ABSTRACT

The experiment was established in the experimental unit The plant located at km 30 road Tipitapa-Masaya, the study consisted of evaluating the effect of fertilization with biol and synthetic on the production of dry matter and quality of the grass *Brachiaria brizantha* cv. Marandú It was established in a single-sector randomized complete block design (BCA) with six treatments (T1 = control 0, T2 = 200 kg- 70 kg- 40 kg (NPK), T3 = 50 kg + 7,000 l ha-1 (N + Biol), T4 = 10 000 l ha-1, T5 = 14,000 l ha-1, T6 = 18,000 l ha-1 and four repetitions The variables height (cm) and diameter (mm) of the plant were evaluated , Number of leaves per plant, Number of tillers per linear meter, Percentage of cover (%) of the grass, Number of plants per tillers, Production of dry matter (kg ha-1), Crude protein (% PC), Neutral detergent fiber (% FND), Fiber detergent acid (FAD), Digestibility in vitro (% DIVMS), Nutrient removal (71 ddt) in MS The results show that there were significant differences for the variables of stem height, stem diameter, cover of the grass, dry matter The greatest value was obtained in the variables height, diameter, number of leaves, grass cover, number of stems by tillers was recorded with the synthetic treatment of (200 kg N + 70 kg P2O5 + 40 kg) at 71 days after transplantation. The highest value for the dry matter varies corresponding to the synthetic treatment (200 kg N + 70 kg P2O5 + 40 kg) with 3 611.07 kg ha-1, followed by the application of 18 thousand liters of biol with 2 957.40 kg ha-1. In crude protein treatments from 43 days after transplantation those that presented the highest values corresponded to synthetic treatment followed by 10 thousand liters of biol per ha-1 with 16.11%, it is worth mentioning that these two treatments at 64 days after the transplant kept their protein levels above 10%. For the NDF variable, its values are maintained in average quality according to the results. The FDA variable was characterized and remained in the low quality range approximately 45%. For the variable DIVMS in low quality lower than 55% and for the variable removal of nutrients, the highest extraction of nutrients was presented 71 days after the transplant and it was presented by nitrogen and potassium.

Key words: Biodigester, Biofertilizers, *Brachiara Marandú*, Nutrients

I. INTRODUCCIÓN

El pasto *Brachiaria brizantha* según Carballo, *et al* (2005) es originaria del África tropical. Es una Poaceae, de macolla rigurosa, con altura de 0.8 a 1.5 m; presenta cubiertas de escamas de color amarilla o púrpura. Se propaga bien por semilla sexual a razón de 34 kg de semilla comercial por hectárea de la que se obtienen rendimientos aceptables (Aguilar y Galo, 1997).

Es utilizada para la siembra por los ganaderos debido a su alto rendimiento de forraje y una excelente palatabilidad; además de presentar tolerancia a la sequía, quema, plagas, enfermedades, y su adaptabilidad a suelos ácidos de baja Fertilidad (Cancino y Quero, 2010).

De acuerdo con el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA, 2014) indica que *B. brizantha*, produce entre 20 a 25 tha^{-1} año^{-1} de materia seca, con un contenido de proteína cruda entre 10 y 12 % y digestibilidad de 55 a 70 %. Se puede asociar con especies de Fabáceas arbóreas, arbustivas y rastreras y especies maderables.

Según Blandón *et al*, (2013), estudios realizados en el Departamento de Matagalpa, los ganaderos identifican buenas características del pasto Marandú, el 31 % dice tener resistencia a la sequía, mayor producción de forraje en comparación con otros pastos (25 %), mayor producción de leche o carne (23 %) y un 11 % resistencia al pastoreo.

El cultivar Marandú crece en macolla abierta y cuando alcanza su máximo desarrollo cubre totalmente los espacios aéreos entre las plantas, en general la capacidad de cobertura del Marandú es lenta (Botero, 1991). Según el INTA (2014), los socios más comunes son: *Arachis pintoii* (maní forrajero), *Pueraria phaseoloide* (kudzu), *Leucaena leucocephala* (centrocema, leucaena), *Cordia alliodora* (laurel) y *Tabebuia rosea* (roble), puede soportar 2 a 3 unidades ganaderas por hectárea la carga animal a introducir en un potrero debe ajustarse de acuerdo a la disponibilidad de forraje existente.

El Biol es un abono orgánico líquido, que se origina a partir de la descomposición anaerobia de materiales orgánicos, como estiércol de animales, plantas verdes, frutos, entre otros. Contiene nutrientes que son asimilados fácilmente por las plantas haciéndolas más vigorosas y resistente (INIA, 2008).

Según Warnars y Oppenoorth (2014), el subproducto Biol puede utilizarse para mejorar la fertilidad del suelo, su estructura y el rendimiento de los cultivos, la composición del Biol puede contener 93 % de agua y 7 % de materia seca, de la cual un 4.5 % es materia orgánica y 2.5 % es materia inorgánica.

Los efectos de la aplicación del Biol se comparan con la aplicación de fertilizantes químicos. No obstante, se puede afirmar que el Biol no es solamente rico en materia mineral y orgánica, pero también en nutrientes como son el N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, diferentes tipos de aminoácidos y metales tales como el cobre y el zinc.

Según Martínez (2016), en Nicaragua son 17 cultivos en los que se utiliza este biofertilizante, destacando maíz, frijol, café, caña de azúcar, frutales, pastos y ornamentales. El pasto Marandú presenta muy buena adaptabilidad a los tipos de suelo, para obtener mejores resultados y disminuir el uso de productos sintéticos se está utilizando el biol como un fertilizante, él cual es una alternativa a la nutrición de las plantas, como también evitar contaminación al medio ambiente.

El presente trabajo es parte del estudio del pasto Marandú, donde se evaluó el efecto de tres dosis de Biol solo y combinado, tomando en cuenta la función que este ejerce en la producción de calidad nutricional y biomasa del pasto, bajo un sistema de riego por aspersión, de esta manera poder realizar recomendaciones sobre la dosis que puede tener mejor efecto sobre el cultivo del pasto.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- ✓ Comparar el efecto de la fertilización con biol y sintética en el crecimiento, la producción de materia seca y calidad bromatológica y nutricional del pasto de pastoreo *B. brizantha* cv. Marandú y el análisis económico, bajo riego por aspersión, finca El Plantel, Masaya 2017 – 2018.

2.2 Objetivos específicos

- ✓ Comparar el efecto de la fertilización con biol y sintética sobre las variables morfo estructurales y de rendimiento de materia seca en el pasto mejorado Marandú (*B. brizantha*), bajo riego por aspersión, en la finca el Plantel.
- ✓ Determinar las propiedades bromatológicas del pasto Marandú por efecto de la aplicación de biol y sintética según cortes de la materia seca.
- ✓ Cuantificar la extracción de los contenidos de N, P, K, Ca y Mg de la Materia seca para cada uno de los tratamientos estudiados en el pasto Marandú en corte realizado a los 71 ddt.
- ✓ Realizar un análisis económico de presupuesto parcial a los tratamientos aplicados y en el corte a los 71 ddt.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación del área de estudio

El presente estudio se realizó en la finca experimental El Plantel, propiedad de la Universidad Nacional Agraria, ubicada en el kilómetro 30 carretera Tipitapa – Masaya, en las 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, precipitación de 800 a 1 000 mm anuales y temperatura promedio anual de 27 °C.

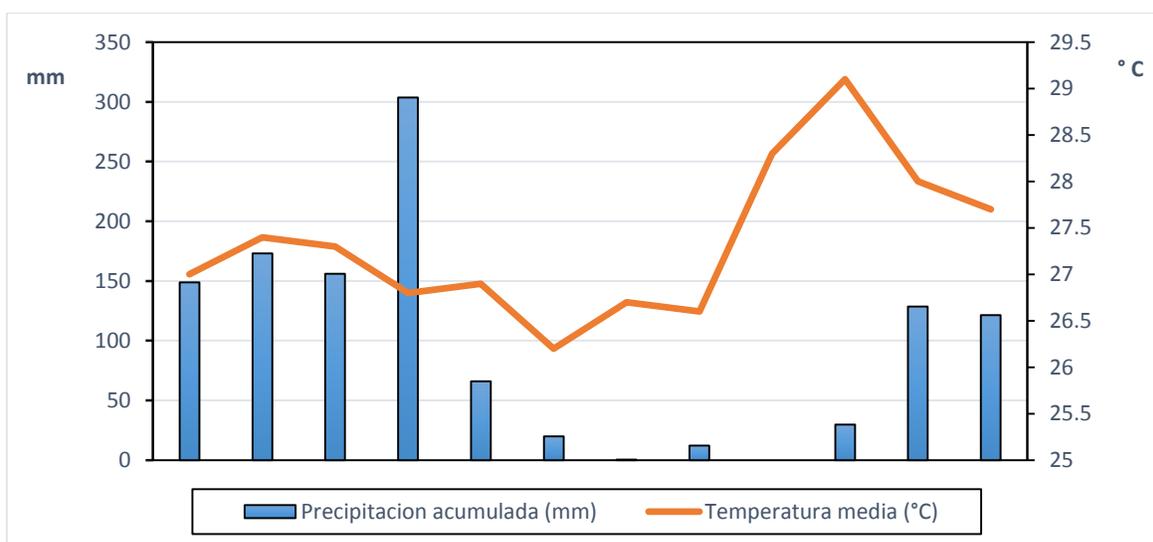


Figura 1. Precipitación y temperatura durante el ciclo del pasto *B. brizantha* Marandú, finca El Plantel, Masaya, 2017-2018. (Aguilar y Kuan).

3.2 Diseño Metodológico

El experimento se estableció en un Diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), con 4 réplicas y seis tratamientos formados por aplicaciones de fertilizantes químicos solo, en combinación con efluente biol y solo biol (Cuadro 1). La evaluación se realizó de (Diciembre 2017 a Febrero 2018).

El área experimental por parcelas fue de 36 m² (9 m * 4 m), el área por bloques fue de 216 m², cada bloque se dejó un borde de 1.5 m (para reducir el efecto de borde) para un total de 108 m² de borde, el total del experimento fue de 864 m² (sin incluir los bordes), en los cuatro bloques más el área de bordes da un total de 1 296 m². En surcos separados por 0.8 m y 0.4 m entre posturas de 2 a 4 plantas.

3.3 Descripción de los tratamientos

Los tratamientos aplicados al pasto Marandú, estuvieron formados por un testigo sin aplicación de fertilizante sintético ni de biol, aplicación solo fertilizante o de biol y una mezcla de ambos que permite el estudio de la interacción entre los diferentes tratamientos. El biol se aplicó en las diferentes dosis propuestas presentadas en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Descripción de tratamientos y momentos de aplicación en pasto mejorado Marandú, primer ciclo, Centro Experimental El Plantel 2017 – 2018.

Tratamientos	Aportes de nutrientes (kg ha ⁻¹)	Al momento del trasplante	20 ddt	45 ddt
T₁		Sin fertilizante		
T₂	200 kg N+70 kg P ₂ O ₅ + 40 kg K ₂ O	233.33 kg ha ⁻¹ de completo 12-30-10	180 kg ha ⁻¹ de Urea + 27.78 kg ha ⁻¹ de MOP	193.91 kg ha ⁻¹ de urea 46%
T₃	(100 kg N; 35 kg P ₂ O ₅ + 20 kg K) + 7 000 litros biol	116.67 kg ha ⁻¹ de completo 12-30-10 + 2800 l biol (40%)	90 kg ha ⁻¹ de Urea + 13.89 kg ha ⁻¹ de MOP+ 2 100 l biol (30%)	96.96 kg ha ⁻¹ de urea + 2 100 l biol (30%)
T₄	10 000 litros biol	4 000 l (40%)	3 000 l (30%)	3 000 l (30%)
T₅	14 000 litros biol	5 600 l (40%)	4 200 l (30%)	4 200 l (30%)
T₆	18 000 litros biol	7 200 l (40%)	5 400 l (30%)	5 400 l (30%)

Nota. l: litros; kg: kilogramo; ha: hectárea; ddt: Días después del trasplante; S.F: sin fertilizante; MOP: Muriato de potasio.

El biol aplicado en las diferentes dosis proviene, de dos biodigestores del Departamento de Boaco dedicadas a la producción de leche, sus propietarios son Sr. Oswaldo Rocha y Sr. Ever Gonzales; el biol es producido bajo tecnología de biodigestor de domo fijo cuyo volumen es de 9 m³. Es muy importante mencionar que al biol con el fin de conocer su riqueza nutricional se les realizó un análisis químico.

3.4 Análisis químico del suelo y biol

Antes del establecimiento del experimento se realizó análisis de suelo para conocer la composición química relativo a los macro y micro elementos, obteniendo los siguientes resultados: el suelo presenta una textura franco arcilloso limoso, con pH neutro, el contenido de Potasio, Calcio, Magnesio, Cobre, Manganeso es alto, la Materia Orgánica, Nitrógeno y Hierro es medio, bajo en Zinc, no se detectó el elemento mineral Fósforo (Cuadro 5), a partir de la disponibilidad del suelo se realizó el cálculo para la dosis de aplicación definiéndose los tratamientos respectivos.

Cuadro 2. Análisis químico del suelo del área experimental para el ensayo con 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 al efluente biol, muestra un pH neutro, lo que favorece la absorción de los nutrientes, un mayor contenido de Materia Orgánica (48.5 %) superior a los reportados por Martínez (2016) con un promedio de 10.1 % de una muestra de 45 fincas ganaderas, que disponen de biodigestores en Nicaragua. Rengifo (2014) reportó 38 % lo cual también es evidente que la presencia de macro y micronutrientes que al ser aplicados pueden ser aprovechados por el suelo y los cultivos a los que se le aplique el biol (Cuadro 5).

Cuadro 3. Análisis químico de biol proveniente de las fincas de los señores, Oswaldo Rocha y Ever González, Boaco 2017.

pH	MO	Nt	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn
	%	ppm	Meq/100 g de suelo					Ppm		
7.18	48.5	0.74	0.07	0.175	0.21	0.11	198.38	3.55	37.3	85.03

Fuente: Laboratorio de suelo y agua, UNA 2017.

Romero (2012), señala que el Biol a diferencia de otros fertilizantes comerciales, es un fertilizante orgánico, que además de contener los elementos primarios del suelo como Nitrógeno, Fósforo y Potasio, contiene otros minerales importantes, los que son transformados en potenciales elementos de fertilización orgánica en el proceso de fermentación.

Cuadro 4. Cantidad de nutrientes (kg ha^{-1}) aportados según las dosis de biol aplicadas en la finca El Plantel, Masaya 2017-2018.

Tratamientos	Dosis (l ha^{-1})	Nt	P	K	Ca	Mg
		Kg/ha %				
T ₁	-	-	-	-	-	-
T ₂	-	-	-	-	-	-
T ₃	7 000	51.80	4.90	12.60	14.70	7.70
T ₄	10 000	74.00	7.00	18.00	21.00	11.00
T ₅	14 000	103.60	9.80	25.20	29.40	15.40
T ₆	18 000	133.20	12.60	32.40	37.80	19.80

Al comparar los resultados con la cantidad de nutrientes aportados por el pasto Marandú, respecto a los niveles altos y bajos de los principales nutrientes se puede observar que en los tratamientos donde se aplicó biol existe un mejor equilibrio de nutrientes y donde se aplicó fertilizante sintético y cero fertilizaciones, existe un desequilibrio ya sea bajos niveles o muy altos, lo que puede influir en la calidad del pasto.

Siendo el tratamiento con 18 mil litros de biol el que presentó un pasto más ideal según IPNI 2013, donde las concentraciones de Fósforo, Potasio, Calcio y Magnesio se encuentran entre los rangos más deseables.

3.5 Manejo agronómico

El manejo agronómico de un cultivo son todas las prácticas o labores de manejo como preparación del suelo, siembra, fertilización, manejo de plagas y enfermedades etc., dichas actividades se realizan antes del establecimiento, durante el desarrollo y pueden finalizar con cortes o pastoreo de animales, posterior a esto se da continuidad con las mismas actividades agronómicas. Es importante la implementación de dichas acciones ya que van dirigidas a incrementar los rendimientos y mantenimiento de la calidad del producto.

Preparación del suelo: La preparación del suelo se realizó de manera mecanizada con un pase de arado, dos pases de grada y el rayado o surcado para la siembra, dejando cada surco a una distancia de 80 cm.

Siembra: Para realizar la siembra del pasto Marandú, primeramente, se seleccionó y delimitó el área donde se estableció el ensayo, seguido se realizó la limpieza del área, para garantizar buena germinación y plántulas de buen crecimiento. La germinación se realizó en semillero. El semillero consistió de tres bancos de 5 m de largo por un metro de ancho, la siembra fue a chorrillo. Se realizó el trasplante el 14 de diciembre del 2017 cuando la planta alcanzo de 10 a 15 cm de altura, estableciéndose en surcos separados por 0.8 m.

La capacidad volumétrica de los Biodigestores es de 9 m³ con una capacidad de producción de 140 litros de biol por día. El mandador de la finca planteaba que para el manejo del biodigestor le dedicaba una hora diario y las actividades que realizaba consistían en llenado de las cámaras con la mezcla en proporciones 2:1 (2 partes de excretas y una de agua).

Riego: El ensayo experimental del pasto *B. brizantha* su primer ciclo se dio en los meses de Noviembre a Febrero en ausencia de precipitaciones por lo que se utilizó riego por aspersión.

Fertilización: La fertilización que se aplicó al cultivo del pasto Marandú corresponde a los tratamientos establecidos para el ensayo, los cuales se realizaron con base en los resultados del análisis de suelo realizado antes de la siembra.

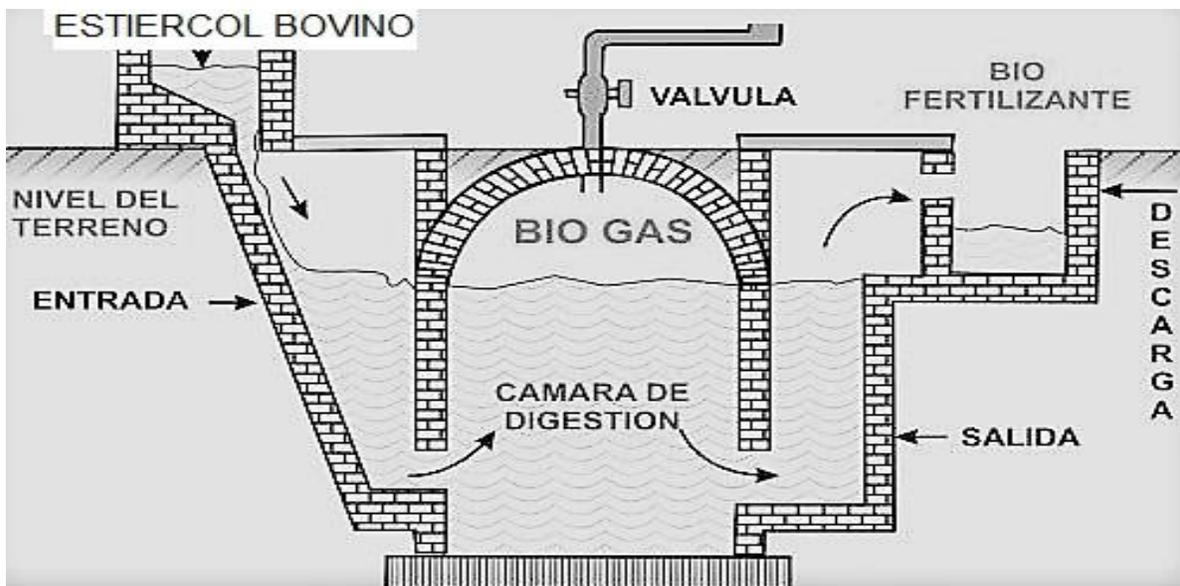


Figura 2. Esquema del proceso de producción de biol y biogás.

El biol utilizado en el experimento se mezcló de manera homogénea para favorecer que el contenido nutricional sea igual para reducir el error experimental y fue aplicado en horas de la mañana. En la Figura 2, se muestra un esquema gráfico del biodigestor donde se obtuvo el Biol.

La fertilización se realizó con biol, en las parcelas se efectuó utilizando baldes y otros recipientes plásticos, estos fueron graduados con las dosis correspondientes para cada unidad experimental.

El biofertilizante se depositó en la banda del surco, posteriormente fue cubierto con suelo utilizando azadones. En el caso del fertilizante sintético las aplicaciones se hicieron al boleó.

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 base a los resultados no hubo necesidad de aplicar ningún producto químico o control biológico debido ya que no se presentó incidencia de plagas y enfermedades.

Manejo de malezas: Según el INTA, (2009), el control eficiente de las malezas durante el periodo crítico de competencia va de los 5 a 30 días después de la siembra, el no control oportuno reduce las pérdidas en el rendimiento entre 50 % y 70 %. En el experimento el control de malezas se realizó con azadón a los 21 y 45 dds.

Corte del pasto: El corte del pasto Cv. Marandú (*B. brizantha*) se realizó a los 36 ddt, se realizaron cinco cortes de materia fresca con intervalo de siete días entre corte para medir producción de materia verde y producción de materia seca.

3.6 Variables a evaluar

3.6.1 Variables morfo estructurales

Altura de planta (cm)

Se midieron 10 plantas seleccionadas de los dos surcos centrales de la parcela experimental, midiendo desde el nivel de suelo hasta el vértice más alto, fue realizada cada siete días iniciando a los 28, 36, 43, 50, 57, 64 y 71 ddt.

Diámetro del tallo (mm)

Se midió el grosor del tallo a una altura de 5 cm del suelo, en 10 plantas seleccionadas de los surcos centrales de la parcela experimental, fue realizado cada siete días a los 28, 36, 43, 50, 57, 64 y 71 ddt.

Número de hojas por planta

Se contabilizó el total de hojas por planta, en 10 plantas seleccionadas de los surcos centrales de la parcela experimental y se midieron a los 28, 36, 43, 50, 57, 64 y 71 ddt.

Número de macollos por metro lineal

Se realizó a los 20 ddt conteo del número de macollos existentes en un metro lineal.

3.6.2 Variables de rendimiento

Porcentaje de cobertura (%) del pasto Marandú

Se midió de manera visual el porcentaje de cobertura en un metro cuadrado, a los 57, 64, 71 días después del trasplante (ddt). Se utilizó un cuadrante de 0.8 m de ancho por 1.25 m de largo (1 m²).

Número de plantas por macollo

Se realizó conteo de las plantas que emergen por macollos, cada siete días, a los 28, 36, 43, 50, 57, 64 y 71 ddt.

Producción de materia seca (kg ha⁻¹)

Se realizaron cortes a los 36, 43, 50, 57, 64 y 71 ddt., y se midió la biomasa verde producida en un metro cuadrado y se pesó en una balanza de precisión. De cada tratamiento se tomó una muestra homogénea de aproximadamente 350 gramos de materia verde y se envió al laboratorio de Fisiología Vegetal, para someterla a un secado en horno por 72 horas a una temperatura constante de 70 grados centígrados. 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: $K = (\text{Peso seco de la muestra} / \text{Peso fresco de la muestra}) \times 100$

Este resultado se multiplica por cada uno de los valores de peso fresco por parcela obtenido en campo se tendrá el peso seco de la materia seca producido según corte.

3.6.3 Calidad bromatológica del pasto

Digestibilidad in vitro de materia seca (DIVMS): La digestibilidad in vitro es un método, que se basa en el principio de someter una muestra de alimento (forraje o grano) en un recipiente a la acción de inóculo de líquido ruminal, con el fin de simular las condiciones que ocurren en el rumen. Después de un determinado tiempo se mide la cantidad de materia seca, materia orgánica o celulosa que ha desaparecido durante la incubación, la proporción desaparecida se denomina digestibilidad in vitro (Bruni y Chilbroste, 2011).

Este análisis se realizó a las muestras cortadas y extraídas a los 43, 50, 57, 64 y 71 ddt, se tomó una muestra molida homogénea de 50 a 100 gramos en materia seca y se envió al laboratorio de Bromatología de la Facultad de Ciencia Animal (FACA).

Proteína cruda: Es un parámetro para medir la calidad de los forrajes. La importancia de la determinación de proteína cruda está dada por que la clasificación de los alimentos generalmente admitida se basa en su contenido de proteína (Alimentos básicos son pobres en proteínas; alimentos concentrados son ricos en proteínas), además el contenido de proteína de un alimento constituye una medida directa de su digestibilidad por que el componente proteico es en general altamente digestible si se compara con los carbohidratos estructurales.

La proteína, en promedio contiene cerca del 16 % de nitrógeno. Teóricamente, si se conoce el contenido de nitrógeno en el alimento, se estima la cantidad de proteína que contiene, multiplicando su contenido de nitrógeno por 6.25 (Cárdenas y Hondoy 2017).

Este análisis se realizó a las muestras cortadas y extraídas a los 43, 50, 57, 64 y 71 ddt, se tomó una muestra molida homogénea de 50 a 100 gramos en materia seca y se envió al laboratorio de Bromatología de la Facultad de Ciencia Animal.

Fibra detergente Ácido (FDA): Cada muestra es hervida a reflujo con una solución detergente en medio ácido. El detergente disuelve todo el contenido celular, hidroliza la hemicelulosa que está libre y la que se encuentra combinada con la lignina. El residuo insoluble está formado por paredes celulares (celulosa, lignina), sustancias pépticas y una

parte de los minerales, sin hemicelulosa que se llama FAD, que es un paso intermedio para determinar lignina.

Lignina: La FAD es sometida a una digestión en frío con ácido sulfúrico al 72 % para oxidar los compuestos orgánicos excepto la lignina. El residuo contiene lignina y algunos minerales. La lignina se separa de los minerales (sílice) oxidándola a 550 grados Celsius.

Otra vía para determinar lignina y celulosa sería la disolución de la lignina contenida en la FAD con una solución de KMnO_4 . La pérdida de peso es considerada como el contenido de lignina. El residuo contiene celulosa y algunos minerales (sílice) los cuales se separan por incineración.

Fibra Detergente Neutro (FDN): La Fibra Detergente Neutro (FDN) se está implementando actualmente para ayudar a la medición de la digestibilidad total del forraje. La Fibra Detergente Ácido y la Fibra Detergente Neutro son buenos indicadores del contenido de fibra de los forrajes. La FDN nos da una estimación más exacta de nutrientes digestibles totales (NDT), la energía neta y el potencial de consumo de alimento (Min, 2011).

El rango de FDN puede variar ampliamente dentro de un determinado tipo de Forraje, el rango de valores es más bien sorprendente, ya que las especies forrajeras, el nivel de madurez, las condiciones y el manejo del cultivo son factores que afectan la FDN de un forraje determinado (Reuss, 2001).

Contenidos (remoción) de nutrientes en materia seca: la muestra de materia seca de mejor calidad bromatológica en corte específico fue a los 71 ddt, fue enviada una muestra molida por tratamiento al Laboratorio de Suelos y Agua (LABSA), de la Universidad Nacional Agraria (UNA), para la determinación de los contenidos de Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio y Magnesio.

3.7 Análisis estadístico de los datos

Los datos obtenidos para cada una de las variables se tabularon en hojas Excel, para su posterior uso en el programa SAS, los cuales se procesaron estadísticamente a través de un análisis de varianza (ANDEVA), usando el modelo lineal generalizado (GLM), en el caso de

resultar significativo el análisis de varianza se procedió a realizar prueba de rangos múltiples de medias, usando Duncan, al 5 % del margen de error.

3.8 Análisis económico

Se realizó el análisis económico utilizando la metodología de presupuesto parcial del CIMMYT (1988), para evaluar la rentabilidad de los tratamientos utilizados a través del cálculo de la tasa de retorno marginal.

Cuadro 5. Parámetros a tomar en cuenta a la hora de realizar un análisis económico mediante la metodología de CIMMYT, 1988

Indicadores	Descripción
Costos variables	<ul style="list-style-type: none"> Incluyen los costos de los fertilizantes y por aplicación.
Costos totales que varían	<ul style="list-style-type: none"> Es la sumatoria de los costos totales.
Rendimiento de materia seca	<ul style="list-style-type: none"> Expresado en kg ha^{-1}
Rendimiento ajustado al 95 %	<ul style="list-style-type: none"> Considerando un 5 % de pérdida expresado en kg ha^{-1}
Beneficio bruto	<ul style="list-style-type: none"> Obtenido por la multiplicación del rendimiento ajustado por el precio de venta.
Beneficio neto	<ul style="list-style-type: none"> Es la resta del beneficio bruto y los costos totales que varían.
Dominancia	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> Es la relación de los beneficios netos marginales sobre los costos variables marginales por 100.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de la investigación de pasto Marandú, tienen el propósito de analizar el comportamiento agronómico y su respuesta en el crecimiento morfológico y de la calidad bromatológica del mismo, debido a las aplicaciones de biol y fertilizante sintético solo o en mezclas. Para conocer este comportamiento, fueron analizadas diferentes variables, las que a continuación se detalla:

4.1. Variables morfo estructurales

4.1.1. Altura del tallo (cm)

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), (2012) *B. brizantha* es un pasto permanente y amacollado, con tallos vigorosos que alcanzan alturas de 1.5 a 2 m. Se comporta bien en suelos de buena fertilidad, aunque soporta la acidez, pero ésta no debe ser extrema. Requiere de suelos bien drenados, de textura media a ligera.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la variable altura de la planta Marandú, mostró diferencias estadísticas entre los tratamientos; estas diferencias se presentaron en los primeros 50 ddt, la mayor altura obtenida en pasto Marandú se obtuvo a los 71 ddt con el tratamiento con aplicación solo con fertilización sintético, seguido por el tratamiento combinado, mientras que el tratamiento que presentó menor altura fue la aplicación de 14 000 l ha⁻¹ de biol (Figura 3).

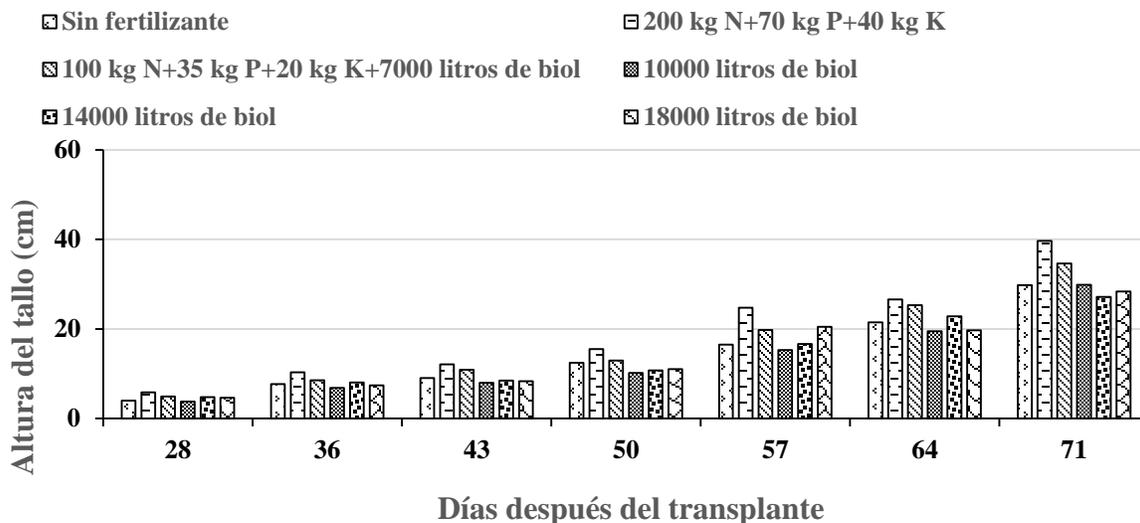


Figura 3. Altura del tallo (cm) en el cultivo del pasto Marandú, entre los 28 y 71 días después del trasplante, finca El Plantel 2017-2018.

Carranza (2009), en investigación realizada probando 150 kg de N ha⁻¹, obtuvo alturas de tallos de 27, 54.67 y 92.33 cm a los 28, 42 y 56 días de edad respectivamente la pastura Marandú, sin embargo, cuando no se realizó aplicación alguna, sus resultados fueron en altura de 20.33, 41.33 y 73.67 cm en las mediciones indicadas.

Maas (2013), propone que el biol utilizado como biofertilizante foliar en combinación con urea, presenta cierto efecto positivo sobre la altura de las plantas. El biol es un biofertilizante, fuente de Fito reguladores cuya función en el interior de las plantas es, activar el fortalecimiento del equilibrio nutricional como un mecanismo de defensa de las plantas.

4.1.2. Diámetro del tallo (mm)

Tijerino (2015) plantea que el diámetro de la planta es un factor de calidad importante que está determinado por el tamaño de las hojas. La variable diámetro del tallo, varía según la edad de la planta y la variedad.

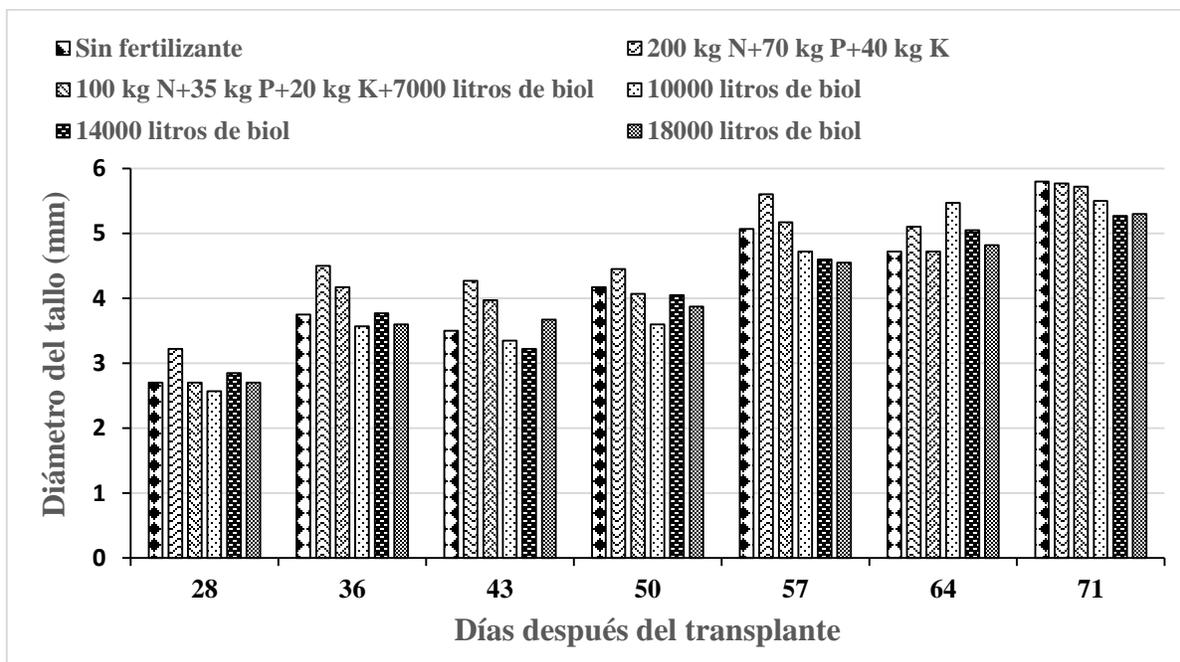


Figura 4. Diámetro del tallo (mm) en el cultivo del pasto Marandú, a los 28 y 71 días después del trasplante, finca El Plantel 2017-2018.

El análisis estadístico para la variable diámetro del tallo mostro diferencia significativa entre los tratamientos, únicamente a los 43 y 57 ddt, viéndose en ventaja la aplicación solo con fertilizante sintético seguida de la fertilización combinada (fertilizante sintético más efluente biol) y la dosis de 14 000 litros de biol. El promedio de diámetro entre tratamientos estuvo entre 5.2 mm y 5.8 mm al finalizar el ciclo de estudio a los 71 ddt.

García y Umazor (2018), afirman que el fertilizante sintético tiene la característica de estar disponible en el suelo rápidamente una vez depositado en el suelo, en comparación con los fertilizantes orgánicos. Por otro lado, la combinación entre los fertilizantes sintéticos y biol mostraron resultados positivos, solo superados por el sintético.

4.1.3. Número de hojas por planta

Según el Instituto Nacional Tecnológico INATEC (2016), las hojas del Marandú son lanceoladas, pilosas y su inflorescencia es un racimo, crece rápidamente y produce forraje de buena calidad.

Calzada et al; (2014), menciona que la senescencia en hojas, se presenta debido a una pérdida gradual en la actividad fotosintética, que conduce a una degeneración y muerte de tejido, no sólo por efecto de la edad, sino también por efecto de las condiciones ambientales y de manejo.

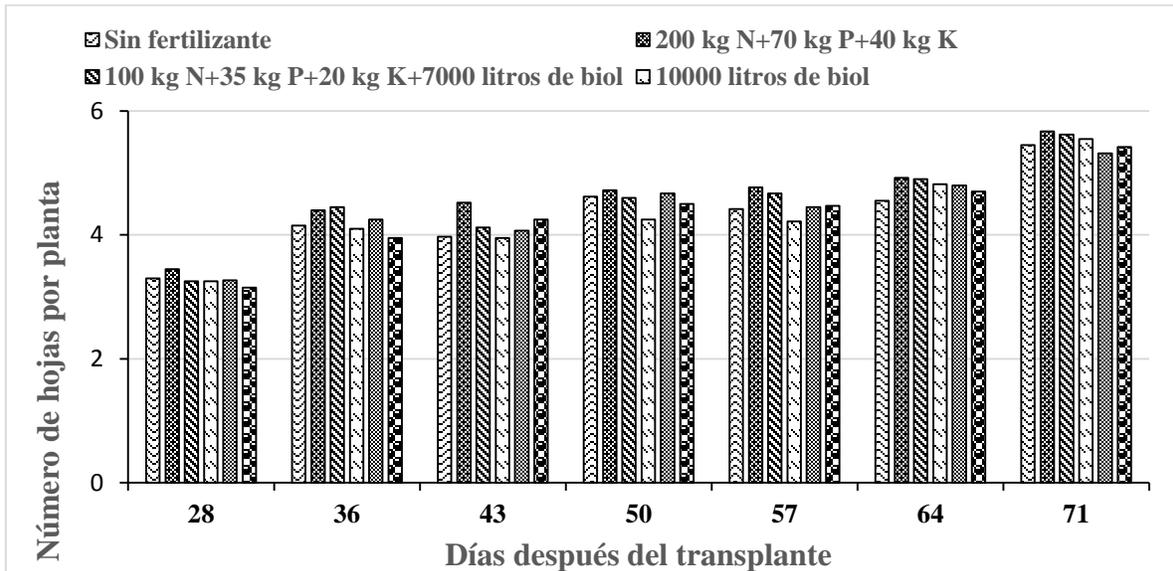


Figura 5. Número de hojas por planta en el cultivo del pasto Marandú, entre los 28 y 71 días después del trasplante, finca El Plantel 2017-2018.

El análisis estadístico realizado para la variable número de hojas no presentó diferencias significativas en los tratamientos durante el periodo de evaluación, el mayor número de hojas se obtuvo a los 71 ddt, los tratamientos presentaron valores mayores a 5 hojas, pero inferiores a 6.

Herrera et al (2012), afirman que en la medida que se incrementa la población de pasto, aumenta el número de hojas muertas, en especial en los estratos verticales más próximos al suelo. Lo que indica que, a mayor población, menor número de hojas funcionales.

4.2. Variables de rendimiento

4.2.1. Porcentaje de cobertura

La cobertura de los pastos es una de las variables que va de la mano con los rendimientos ya que si no hubiera una buena cobertura o muy buena no se tendrían buenos rendimientos y no pudiera ser rentable (Cuadra y Osejo, 2016).

En la Figura 6, se presentan los resultados obtenidos del análisis realizado, donde se muestra el porcentaje de cobertura del pasto Marandú, que refleja un aumento a los 57, 64 y 71 ddt, los mejores resultados lo obtuvieron el tratamiento sintético (12-30-10) con 66.91 %, seguido por el tratamiento combinado (12-30-10 más efluente biol) con 56.38 % y el tratamiento sin fertilizante fue el que presentó el menor porcentaje de cobertura con 43.86 %.

Rengifo (2014), obtuvo resultados a los 63 días de edad con Marandú una cobertura del 98 %, debido a una mayor altura de planta. Carranza (2009), con pasto Marandú a los 28, 48 y 56 días de edad obtuvo valores de coberturas de 77, 84.53 y 92 % respectivamente aplicando 150 kg de N ha⁻¹, mientras que cuando no aplicó fertilizantes obtuvo coberturas de 70.47, 69 y 88.67 % en las mismas edades.

Carranza (2009), en pastura Marandú midió la cobertura a los 28, 48 y 56 días de edad, donde obtuvo valores de coberturas de 77, 84.53 y 92 % respectivamente con aplicación de 150 kg de N ha⁻¹, mientras que cuando no aplicó fertilizantes midió coberturas de 70.47, 69 y 88.67 % en las mismas edades.

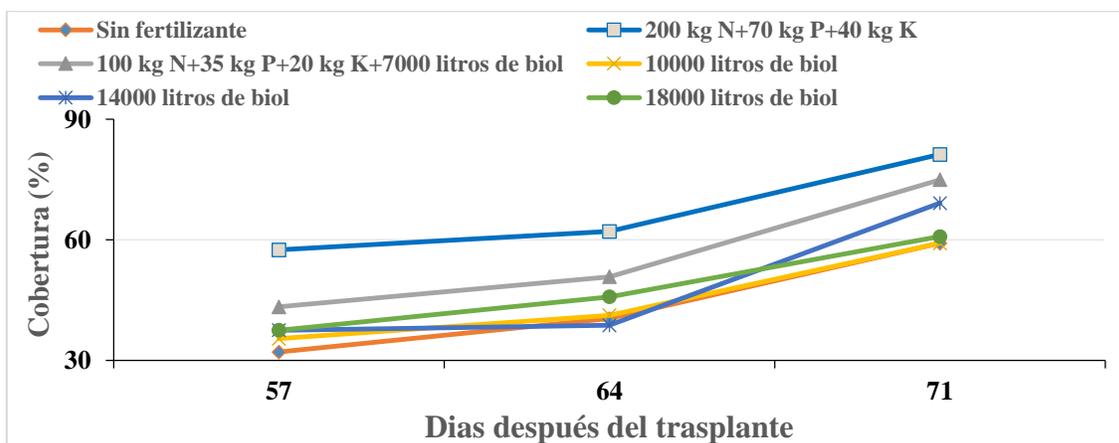


Figura 6. Porcentaje de cobertura en el cultivo del pasto Marandú, a los 57 y 71 días después del trasplante, finca El Plantel Masaya 2017-2018.

4.2.2. Número de tallos por macollo

Miranda (2009), plantea que la macolla es una forma de crecimiento de ciertas plantas, las cuales crecen ahijando prolíficamente, constituyen plantones aislados y es el conjunto de vástagos que nace de la base de un mismo pie, sobre todo de especies Poáceas.

Esos vástagos al reproducirse en la base, lo hacen en forma de yemas que al iniciar su proceso de crecimiento constituyen lo que se conoce con el nombre de hijuelos.

En la Figura 7, se puede observar los resultados obtenidos para la variable número de tallos por macollo, donde el análisis estadístico realizado a los tratamientos no mostró diferencia estadística. Los valores mayores se obtuvieron con el tratamiento sintético con promedio de 50.95 tallos por macollo, seguido por el tratamiento combinado (sintético más efluente biol) con 44.9 tallos por macollo de promedio, los otros tratamientos no alcanzaron a más de 40 tallos por macollo.

Pizango (2013) evaluó la siembra al voleo en el pasto Marandú en condiciones de la Amazonía Peruana y obtuvo valores de 29, 103.7 y 160 plantas por m² a los 28, 56 y 84 días de edad de la pastura. Es importante mencionar que después de los 57 ddt hay un aumento de las plantas por macollo.

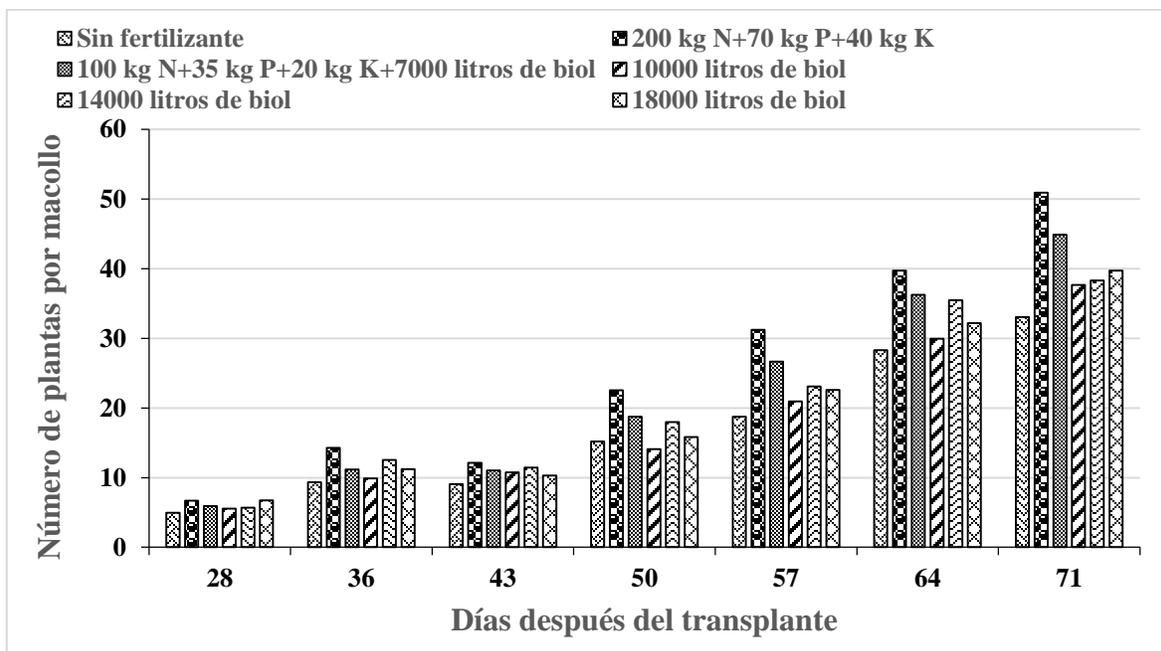


Figura 7. Número de plantas por macollo en el cultivo del pasto Marandú, a los 28 y 71 días después del trasplante, finca El Plantel Masaya 2017-2018.

4.2.3. Producción de materia seca (kg de MS ha⁻¹)

Según Ecu Red (2018), define que la materia seca es la parte que resta de un material tras extraer toda el agua posible a través de un calentamiento hecho en condiciones de laboratorio, noción usada principalmente en biología y agricultura.

Los resultados obtenidos en el experimento muestran que a los 71 ddt con la aplicación del tratamiento sintético (12-30-10) fue diferente estadísticamente comparado con los demás tratamientos produciendo un total de 4 012.30 kg de MS ha⁻¹, seguido de las aplicaciones del tratamiento combinado (fertilizante sintético más efluente biol), el tratamiento sin fertilización y la aplicación de 18 000 l ha⁻¹ de biol, este tratamiento supera a los tratamientos con biol en aplicaciones de 10 000 l ha⁻¹ y 14 000 l ha⁻¹ de biol.

Es importante mencionar que a partir de los 57 ddt, inicia un aumento considerable en la variable tallos por macollo, la que incide directamente en el aumento de la materia seca.

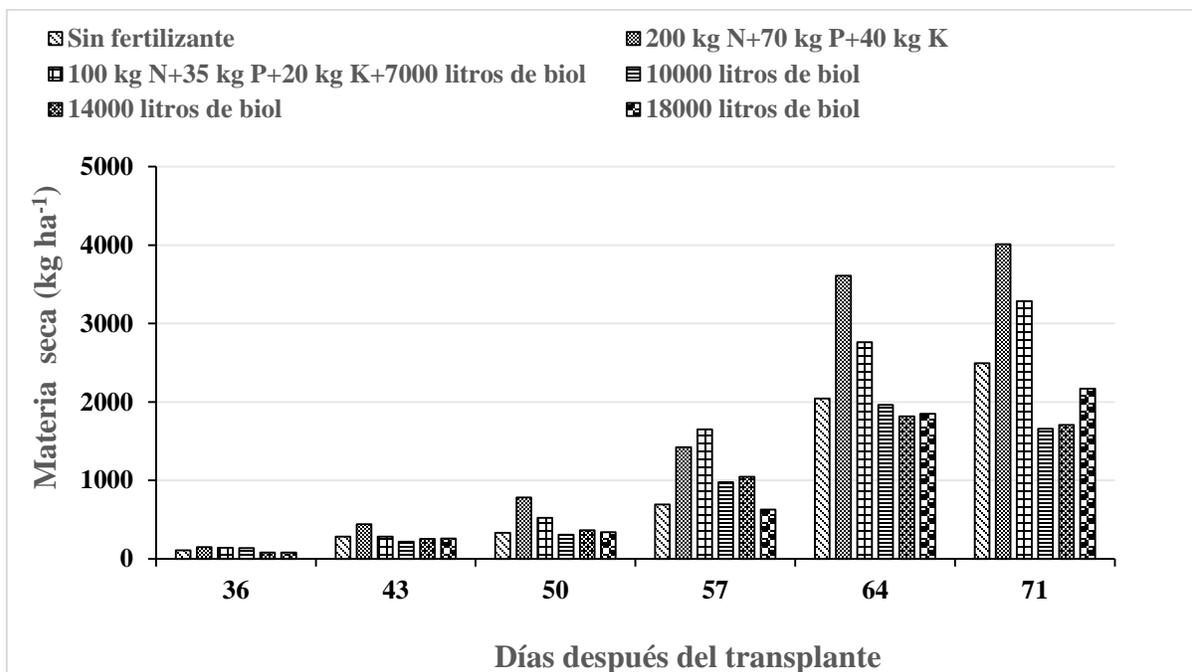


Figura 8. Producción de materia seca en el cultivo del pasto Marandú, a los 36 y 71 días después del trasplante, finca El Plantel Masaya 2017-2018.

Según Miranda (2009), menciona que, durante el proceso de crecimiento de la planta, hay un rápido incremento de materia seca y un cambio continuo en los componentes orgánicos e inorgánicos. Carranza (2009), en su estudio reporta los rendimientos de materia seca obtenidos en cortes realizados a los 28, 42 y 56 días fueron de 2 300, 4 300 y 9 400 kg ha⁻¹, respectivamente con aplicaciones de 50 kg de N ha⁻¹, en tanto, cuando no fertilizó tuvo rendimientos de 1 800, 3 900 y 7 700 kg ha⁻¹ respectivamente en los cortes señalados.

Esto se debe tanto a la pérdida de hojas como al aumento progresivo de la lignina en los tallos, 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.

Carranza (2009), menciona que los rendimientos de materia seca obtenidos en cortes realizados a los 28, 42 y 56 días fueron de 2 300, 4 300 y 9 400 kg MS ha⁻¹ respectivamente, con aplicaciones de 50 kg de N ha⁻¹, en tanto, cuando no fertilizó tuvo rendimientos de 1 800, 3 900 y 7 700 kg MS ha⁻¹ respectivamente en los cortes señalados.

Ramírez. *et al.* (2008), menciona que el aumento en el rendimiento está determinado con la edad de la planta, esto se debe a un incremento de la capacidad metabólica que poseen los pastos en el proceso de movilización y síntesis de sustancias orgánicas para la formación y funcionamiento de sus estructuras.

4.3.Variable de calidad nutricional del pasto

4.3.1. Proteína Cruda (PC) %

Robinson et al; (2016), señalan que la fertilidad de los suelos es un factor clave para el crecimiento de las plantas y tiene una gran influencia sobre la productividad y la calidad del forraje, en especial con referencia a su contenido de proteína cruda.

El Instituto Nicaragüenses de Tecnología Agropecuaria (INTA 2014), indica que el pasto Marandú produce entre 20 a 25 toneladas de materia seca por hectárea por año, con un contenido de proteína cruda entre 10 y 12%.

En la figura 9 se pueden observar los resultados obtenidos con la variable proteína cruda donde a los 43 ddt, la mayor cantidad de proteína cruda la presento el tratamiento sintético (12-30-10) con 17.55%, el tratamiento solo biol de 10 000 l ha⁻¹ con 16.11 %, seguido por el tratamiento combinado. Para el tratamiento de 14 000 l ha⁻¹ se presentó proteína cruda de 13.25 % los demás tratamientos presentaron un promedio de, proteína de 16.11 y 14.88% respectivamente.

Castillo (2008), define que los pastos cosechados a temprana edad contienen alto contenido de proteína cruda, pero la disponibilidad de biomasa es baja, en tanto, pastos cosechados muy maduros producen bastante forraje, aunque de menor calidad, por lo tanto, es importante buscar un adecuado balance entre el rendimiento de forraje y la calidad nutritiva, que permitan una buena respuesta en la producción animal.

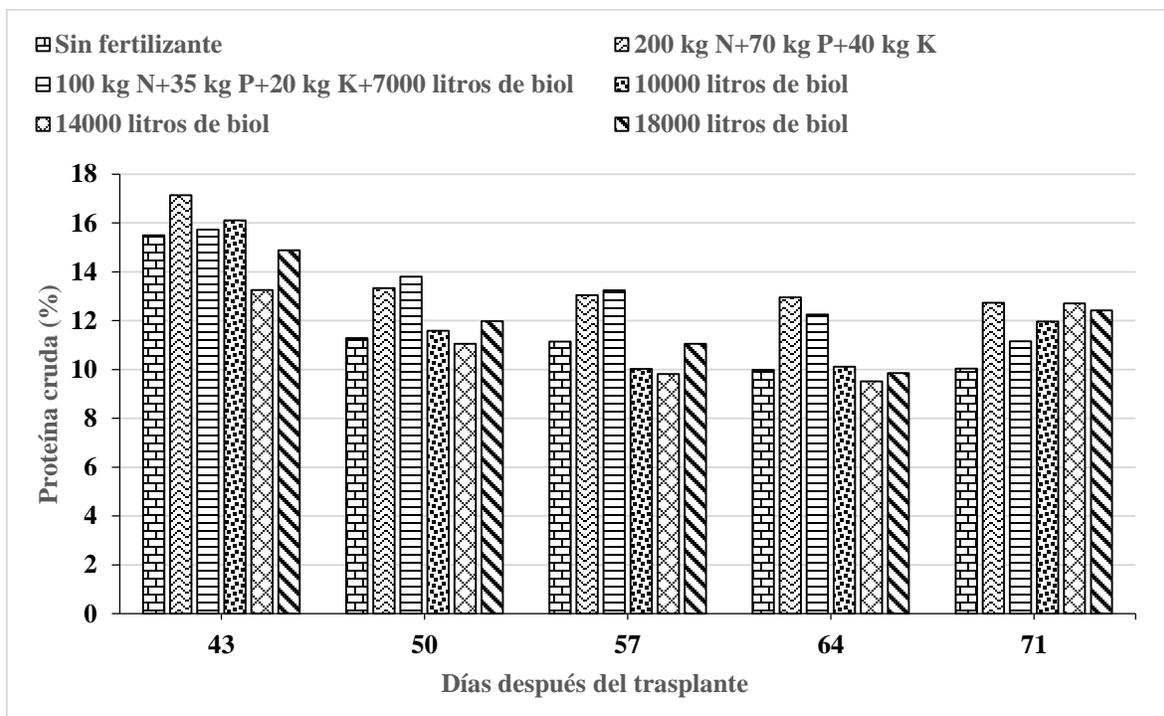


Figura 9. Proteína cruda (PC) % en el cultivo del pasto Marandú, a los 43 y 71 días después del trasplante, finca El Plantel Masaya 2017-2018.

Según Ramírez (2008), al envejecer la planta, disminuye el contenido de proteína, producido por la disminución de la actividad metabólica de los pastos a medida que avanza la edad de rebrote, con esta la síntesis de compuestos proteicos disminuye en comparación con los estadios más jóvenes.

4.3.2. Fibra Detergente Neutro (FDN) %

Según Cruz y Sánchez (2000) la Fibra Detergente Neutro (FDN) es una medida de la celulosa, hemicelulosa, lignina, cutina y sílica. De las diferentes fracciones de los alimentos y forrajes, la FDN es la que mide mejor la capacidad de los mismos de ocupar volumen en el tracto gastrointestinal, por lo que generalmente se asocia con el llenado físico del animal o sea con su capacidad de consumo de materia seca (MS).

En la Figura 10, se observan los resultados obtenidos en el experimento, en el cual la variable FDN mantuvo un rango aproximado de 60 % durante todo el ciclo. A los 71 ddt los tratamientos que presentaron los mejores resultados fueron los de solo biol, ya que sus valores oscilaban en menos del 60 %.

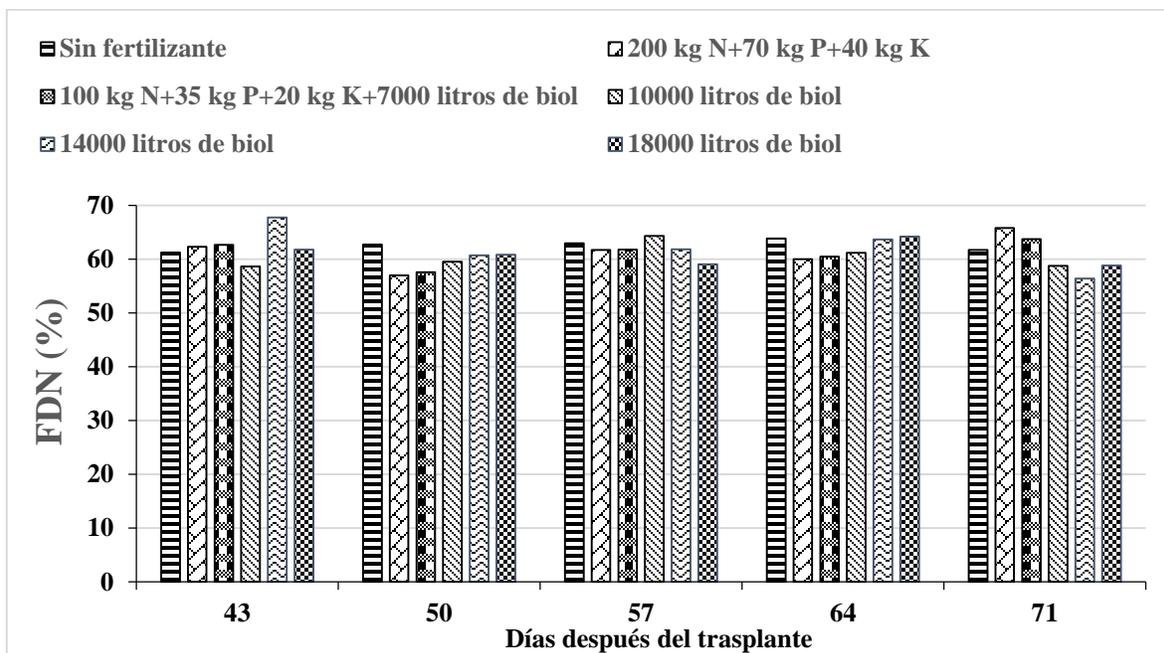


Figura 10. Fibra neutro detergente (FDN) % en el cultivo del pasto Marandú, entre los 43 y 71 días después del trasplante, finca El Plantel Masaya 2017-2018.

En general, de acuerdo al valor crítico de 70 % superiores a este afectan la ingesta en los animales, el pasto Marandú en todos los tratamientos para todas las fechas de corte se comportan de buena calidad en este parámetro.

Lo que indica Chamberlain y Wilkinson (2002), que un contenido adecuado de FDN en los pastos de clima templado oscila entre 50 y 55% de FDN y en los de clima tropical entre 55 y 60%.

4.3.3. Fibra Detergente Acido (FDA) %

Según Cruz y Sánchez (2000) la Fibra Detergente Acido (FDA) es una medida de la celulosa, lignina, cutina y sílica. Esta fracción se correlaciona negativamente con la digestibilidad de los alimentos y por consiguiente con su aporte de energía. A partir de la FDA se determinan los contenidos de lignina y sílica.

Belisario Y Castro (2012) menciona que el biol utilizado como un biofertilizante en combinación con Urea (46 %), no presenta efectos positivos sobre la FDA en los pastos.

En la Figura 11, se presentan los resultados obtenidos de la variable fibra detergente ácido, donde el tratamiento sintético (12-30-10) a los 71 ddt, obtuvo valores de 52.04 % de FAD, lo que indica que este tratamiento es el menos digerible ya que valores menores a 45 % son valores medios de calidad, Por lo que se puede mencionar que este valor siendo superior a los distintos tratamientos que incluyen aplicaciones con biol es el menos digerible. Para el tratamiento de 10 000 l ha⁻¹ se presenta un comportamiento estable durante todo el ciclo, el resultado promedio a los 71 ddt es de 48.76 %.

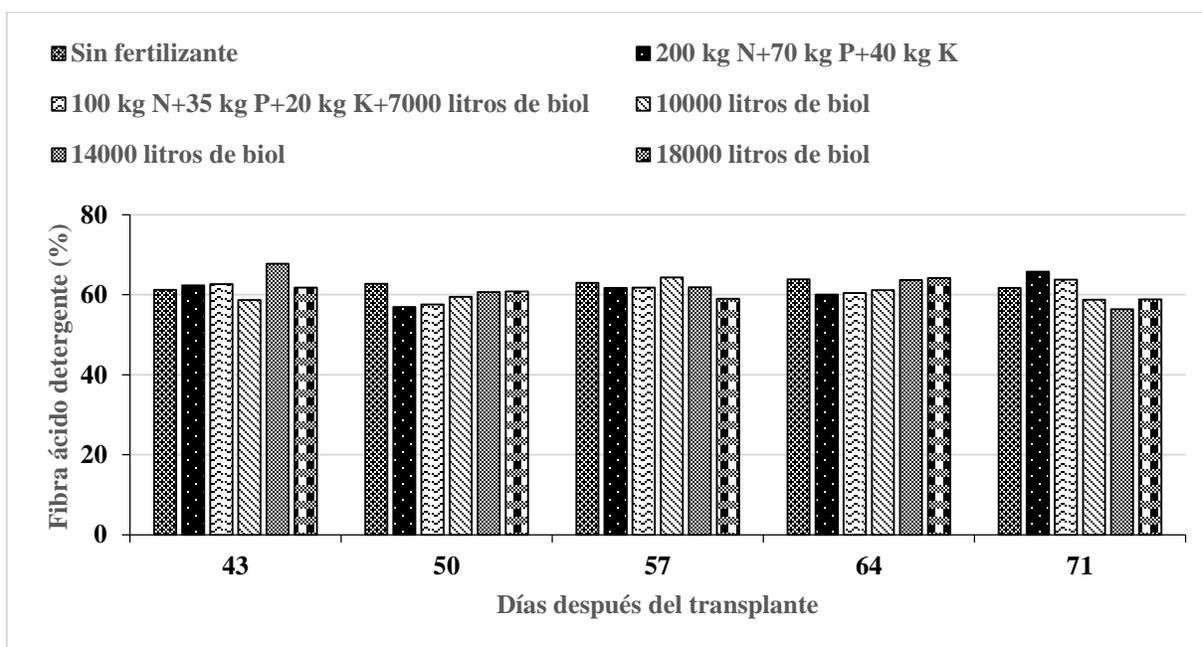


Figura 11. Fibra detergente ácido (FDA) % en el cultivo del pasto Marandú, a los 43 y 71 días después del trasplante, finca El Plantel Masaya 2017-2018.

El tratamiento de 18 000 l ha⁻¹ de biol a los 43 y 57 dds, con 44 % y 42.18 % respectivamente presentó los mejores valores de FDA tanto a nivel de tratamiento como en el período de evaluación. A los 71 ddt se incrementa hasta 50.65 % de FDA muy cercano a lo obtenido en la aplicación sintética (12-30-10) Por lo que en este tratamiento lo recomendable es el aprovechamiento de pasto a los 57 ddt (Figura 11).

4.3.4. Digestibilidad In Vitro de Materia Seca (DIVMS)

Según González y Vílchez (2017), la digestibilidad del forraje es el resultado de diversos factores que interactúan en la adecuada digestión y absorción de los nutrientes y condicionan la tasa de consumo del alimento por parte del animal.

Según el Instituto Nacional Tecnológico, (2016) define que el pasto *B. brizantha* Cv. Marandú presenta un rango de 55 a 70 % de digestibilidad in vitro de la materia seca.

En la Figura 12, se puede observar los resultados obtenidos del experimento para la variable digestibilidad in vitro de materia seca, en el cual se demuestra que ninguno de los tratamientos se encuentra en el rango del 70 %, de acuerdo con la clasificación en relación a las calidades de las pasturas según su grado de Digestibilidad in vitro de materia seca, se señalan que valores superiores a 70 % se consideran de calidad alta, de 70 a 55 % de calidad media y los menores de 55 % de calidad baja. Por ello, los resultados obtenidos en el pasto Marandú, todos los tratamientos se ubican en calidad baja, aunque el tratamiento de 18 mil litros de biol a los 43 y 57 ddt obtuvo una calidad media.

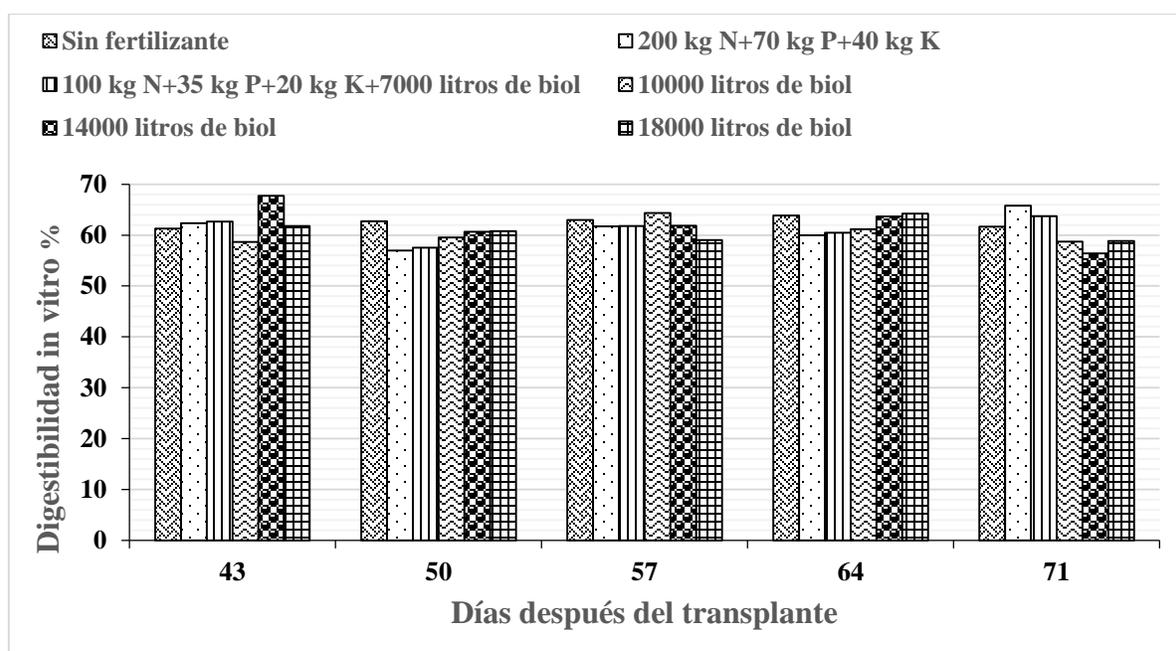


Figura 12. Digestibilidad in vitro (DIVMS) en el cultivo del pasto Marandú, a los 43 y 71 días después del trasplante, finca El Plantel Masaya 2017-2018.

Los resultados obtenidos del pasto Marandú en la DIVMS, se fundamenta más por lo propuesto por Di Marcos (2011), quien considera que un forraje tiene alta calidad cuando tiene aproximadamente 70 % de digestibilidad in Vitro de la materia seca (DIVMS), menos de 50 % de fibra detergente neutra (FDN) y más de 15 % de proteína bruta (PB), y por lo contrario, en uno de baja calidad la DIVMS disminuye a menos del 50 %, la Fibra Detergente Neutra sube a más del 65 % y la Proteína Bruta baja a menos del 8 %.

4.3.5. Concentración de nutrientes de la Materia Seca a los 71 ddt.

Los pastos aportan siete minerales importantes, como el Calcio (Ca), Fosforo (P), Magnesio (Mg), Potasio (k), Sodio (Na), Azufre (S) y Cloro (Cl), los desequilibrios minerales (deficiencias o excesos) en suelo y forrajes están correlacionados con la baja producción y problemas reproductivos del pastoreo de rumiantes en los trópicos (McDowell L.R.; Valle, G. 2000).

En la Figura 13, la concentración de nutrientes en la Materia Seca obtenida en el experimento de pasto Marandú se presentan los resultados del análisis foliar realizado a la edad de corte de 71 días y se encontró que el contenido de Nitrógeno en el forraje es bajo en todos los tratamientos.

Por parte del nitrógeno los tratamientos que obtuvieron mayores concentraciones de nutrientes fueron T₂ y T₃. De igual manera para el nutriente K, en los tratamientos sintéticos (12-30-10) y combinados (12-30-10 más efluente biol), alcanzan la mayor concentración de nutrientes.

Estos resultados están relacionados con lo que plantea Megda y Monteiro (2010), que el Nitrógeno es el nutriente generalmente más extraído por las plantas ya que influye en el número de macollos y hojas, y el área foliar. También es el nutriente que más influye en la longitud, superficie y masa seca de las raíces, por lo tanto, tiende a ser un factor importante en la producción de materia seca.

El nitrógeno forma parte de un gran número de sustancias orgánicas como las proteínas, la clorofila, las enzimas, las hormonas y las vitaminas, una adecuada disponibilidad a nivel del suelo asegurará que los contenidos de este elemento en los tejidos vegetales no sean deficitarios (Pietrosemoli *et al.*, 1999).

De igual manera Megda y Monteiro (2010) menciona que el Potasio es el segundo nutriente más extraído por las plantas después del Nitrógeno, ya que se relaciona con los procesos fisiológicos y bioquímicos, además muestra un efecto sinérgico positivo sobre la nutrición nitrogenada de las plantas.

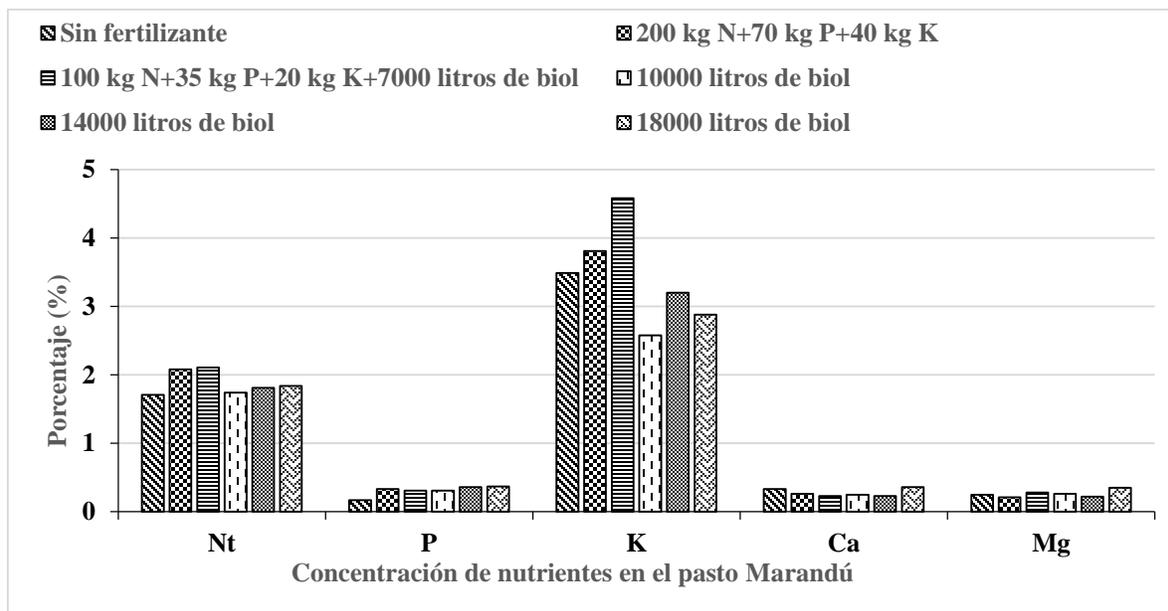


Figura 13. Concentración de nutrientes en el cultivo del pasto Marandú, a los 71 días después del trasplante, finca El Plantel Masaya 2017-2018.

Según Pérez (2015), las cantidades de nutrientes absorbidos por las plántulas durante las etapas tempranas de desarrollo no son grandes, aun así, la concentración de nutrientes debe ser alta cerca de la raíz de la plántula en desarrollo.

Vásquez y Torres (2006), notifican que el P disminuye con la edad de la planta, dado principalmente porque estos abundan más en las partes jóvenes y en crecimiento, especialmente en los brotes y hojas jóvenes. Esta variación mostrada en los minerales cuando se incrementa la edad está relacionada al efecto de la dilución producido por el desarrollo vegetativo.

4.4. Análisis económico

4.4.1. Análisis de presupuesto parcial

Para la realización de los análisis económicos a partir de datos agronómicos se aplicó la metodología propuesta por CIMMYT (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 el presente caso 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.

Cuadro 6. Presupuesto parcial, fertilización con biol y sintético en pasto Marandú, finca El Plantel Masaya 2017-2018

Indicadores	Tratamientos					
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
Rendimiento de materia seca en kg ha⁻¹	2 493.30	4 012.30	3 286.00	1 659.80	1 706.00	2 170.30
Rendimiento ajustado al 10 % en kg ha⁻¹	2 243.97	3 611.07	2 957.40	1 493.82	1 535.40	1 953.27
Precio C\$ kg⁻¹	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Beneficio bruto en C\$ ha⁻¹	11 219.85	18 055.35	14 787.00	7 469.10	7 677.00	9 766.35
Costo de fertilizantes en C\$ ha⁻¹	0.00	9 100.00	4 830.00	400.00	560.00	720.00
Costo de aplicación de fertilizantes en C\$ ha⁻¹	0.00	1 166.67	1 633.33	1 500.00	2 100.00	2 700.00
Costo Totales que varían en ha⁻¹	0.00	10 266.67	6 463.33	1 900.00	2 660.00	3 420.00
Beneficio neto C\$ ha⁻¹	11 219.85	7 788.68	8 323.67	5 569.10	5 017.00	6 346.35
Relación beneficio costo	0.00	0.76	1.29	2.93	1.89	1.86

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 ya ajustados los presentan los tratamientos T₂ con 3 611.07 kg ha⁻¹ y el T₃ con 2 957.40 kg ha⁻¹, los tratamientos con menores costos variables fueron el T₁ con 0.00 C\$ ha⁻¹ y el T₄ con 1 900.00 C\$ ha⁻¹ (Cuadro 6). Los tratamientos que mostraron mayores beneficios netos fueron el T₁ con 11 219.85 C\$ ha⁻¹ y el T₃ con 8 323.67 C\$ ha⁻¹. La mayor relación beneficio costo la obtuvo el T₄ con C\$ 2.93 que significa que por cada córdoba invertido se obtiene una ganancia de 2.93 C\$, seguido por los tratamientos solo biol.

Reginfo (2014), menciona que el biol es un abono líquido fermentado, fuente de fitorreguladores que, a diferencia de los fertilizantes sintéticos, en pequeñas cantidades es capaz de proveer actividades agronómicas como: enraizamiento, puesto que aumenta y fortalece el sistema radicular; la acción sobre el follaje, que es la de ampliar la base foliar; mejora la floración y activa el vigor y poder germinativo de las semillas en conclusión aumenta considerablemente la cosecha.

Los tratamientos con solo biol se aproximaron a los rendimientos de fertilización sintética (12-30-10) y combinado (12-30-10 más efluente biol), en los tratamientos sintéticos (12-30-10) y combinados (12-30-10 más efluente biol) los costos totales que varían son mucho mayores haciendo que al final los tratamientos de solo biol obtuvieran las relaciones beneficio-costos mayores ya que los costos totales que varían en los tratamientos con biol son menores a los sintéticos y combinados.

Los tratamientos con solo biol, deben considerarse una estrategia alternativa en la fertilización en el pasto Marandú, ya que económicamente superan a los tratamientos sintéticos y combinados, por otro lado, es importante mencionar las diferentes cualidades biológicas que están presentes en el biol.

V. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos del estudio, Efecto de la fertilización con biol y sintética sobre la producción de materia seca y calidad del pasto *B. brizantha* cv. Marandú, finca El Plantel, Masaya 2017 – 2018, se llegó a las siguientes conclusiones:

- ❖ El pasto Marandú responde a las aplicaciones de biol solo y combinado ya que mantiene las características morfo estructurales sin diferenciarse significativamente de la fertilización sintética. Con relación a los aportes de nutrientes suministrados durante el ciclo del cultivo, el mayor rendimiento de materia seca en el pasto Marandú lo presentan los tratamientos T₂ (sintético, 12-30-10) con 3 611.07 kg ha⁻¹ y el T₃ (combinado, 12-30-10 más efluente biol) con 2 957.40 kg ha⁻¹.
- ❖ Todos los tratamientos presentaron valores similares en las variables bromatológicas excepto la variable Proteína Cruda donde el tratamiento sintético (12-30-10) obtuvo los mayores porcentajes seguido por los tratamientos de solo biol, los valores de proteína cruda para estos tratamientos oscilaban en un 12 %.
- ❖ El análisis de concentración de nutrientes en el pasto Marandú realizado a los 71 ddt, mostró que, de los cinco nutrientes extraídos, el Nitrógeno y el Potasio fueron los que se extraen en mayor cantidad, siendo los tratamientos T₂ y T₃.
- ❖ El análisis económico realizado a los tratamientos, mostró que el uso de los tratamientos de solo biol resulta ser más rentable, debido a que presenta la mayor relación beneficio costo. El tratamiento T₄ (10 000 l ha⁻¹) obtuvo la mayor relación B/C con C\$ 2.93, seguido por los tratamientos T₅ (14 000 l ha⁻¹) y T₆ (18 000 l ha⁻¹) con C\$ 1.89 y C\$ 1.86 respectivamente, superando el uso de fertilizantes sintético y combinados.

VI. RECOMENDACIONES

- Recomendamos la aplicación del tratamiento cuatro como método de fertilización alternativa.
- Es recomendable la incorporación del efluente biol y del fertilizante sintético al suelo para reducir las pérdidas por volatilización.
- Se recomienda la búsqueda de nuevas formas de aplicación del biol al suelo que tenga la mayor eficiencia para reducir los costos de mano de obra en su aplicación.

VII. LITERATURA CITADA

- Aguilar W.D; y Galo R.E. (1997). *Efecto de diferentes frecuencias de corte sobre la producción de materia seca del pasto Brachiaria brizantha cv. Marandú CIAT 6780, en época de verano, zona del Pacífico de Nicaragua (Managua)*. (Tesis de grado), Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua.
- Blandón, J.; Hernández, N.; Rivera, K. y Mendieta, A.B. (2013). Adopción del pasto Brachiaria brizantha CIAT 6780 cv Marandú en cuatro municipios de Matagalpa, Nicaragua. *La Calera*. 13 (20): 52 – 57.
- Belisario R.F; Sierra A M; y Castro E.R. (2012). *Rendimiento de forraje de gramíneas de corte y efecto sobre calidad composicional y producción de leche en el Caribe seco*. *Revista Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 78 p. (en línea). Consultado el 09/09/2017. Disponible en: <http://www.redalyc.org/html/4499/449945032009/>
- Bertsch, F. (2005). *Estudios de absorción de nutrimentos como apoyo a las recomendaciones de fertilización*. Instituto de la Potasa y el Fosforo San José, Costa Rica, Boletín Técnico N° 57.[bioquímica-germinación.htm](http://www.instituto-potasa.com/bioquimica-germinacion.htm)
- Botero, R. (1991). Establecimiento, manejo y utilización de praderas mejoradas en las sabanas bien drenadas de los llanos orientales de Colombia. Trabajo presentado en el ciclo de conferencias de la Asociación de Ganaderos del Estado Cojedes. San Carlos, Cojedes, Venezuela. 50 p.
- Bruni M, Chilibroste P. (2001). Simulación de la digestión ruminal por el método de la producción de gas. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*. 9, 43-51.
- Calzada, J, M.; Quiroz, J.F.; Hernández, A. Ortega, E.J; Pedroza, S.I. (2014). Análisis de crecimiento del pasto Maralfalfa (*Pennisetum spp*) en clima cálido subhúmedo. *Revista mexicana en ciencias pecuarias*, 2014; 5(2): 247-260.
- Carballo, D, J., Matus L, M., Betancourt., M y Ruiz, F, C. (Marzo 2005). Manejo de Pasto I. Managua, Nicaragua. Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/2425/1/nf01u58mp.pdf>

- Cárdenas Moraga, M J., y Hondoy Lopez, D.A. (2017). *Efecto de biol como fertilizante orgánico entre cultivares de Pennisetum purpureum El Coral - Chontales, Nicaragua*, (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.
- Cancino J, S. y Quero C, A. R. (jul./sep. 2010). Evaluación de la distancia entre plantas sobre el rendimiento y calidad de semilla de *Brachiaria brizantha*. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*. Vol.1. no.3. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242010000300009
- Carranza S., F.C. (2009). Evaluación de cuatro (4) dosis de fertilizante compuesto (12-12-12), bajo dos distanciamientos de siembra y su efecto sobre las características agronómicas del pasto *Brachiaria*.
- Castillo A. (2008). Producción de forraje en los pastos *Brachiaria decumbens* cv. Amargo Y *Brachiaria brizantha* cv. Toledo, sometidos a tres frecuencias y a dos intensidades de defoliación en condiciones del piedemonte llanero colombiano. (en línea). Consultado el 01/10/207. Disponible en: [file:///C:/Users/FAMILIA%20CARDENAS/Downloads/24732-86765-1PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/FAMILIA%20CARDENAS/Downloads/24732-86765-1PB%20(1).pdf)
- Chacon, C. (2005). Evaluación de pasturas de *Brachiaria humidicola* sola y en asociación con *Desmodium ovalifolium*, en sistema de pastoreo rotativo, al norte del estado Táchila. IX Seminario de pastos y forraje. Disponible en: www.avpa.vla.ve/eventos/IXseminario-pastos_y_forrajes/conferencias/elocarloschacon.pdf
- Chamberlain, A; Wilkinson, J. (2002). Alimentación de la vaca lechera. Edit. ACRIBIA S.A. Zaragoza, España. 318 p.
- CIMMYT. 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México D.F., México: CIMMYT. ISBN 968-6127-24-0. 86 p.
- Cruz, marcela., y Sánchez, M. (2000). *LA FIBRA EN LA ALIMENTACIÓN DEL GANADO LECHERO*. en San José. Costa rica. Nutrición Animal Tropical. 6(1), 42. Recuperado

de

http://www.cina.ucr.ac.cr/recursos/docs/Revista/la_fibra_en_la_alimentacion_delgado_lechero.pdf

Cuadra Gutiérrez, W, E., y Osejo Alvarado, R. (2016). *Evaluación agronómica y de calidad de 15 híbridos de Brachiaria humidicola (Rendle) Schweick en la zona húmeda de Camoapa-Boaco, Nicaragua*. (Tesis de pregrado). UNA. Managua, Nicaragua. Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/3356/1/tnf30c961.pdf>

Di Marcos, O. (2011). Producir XXI: Estimación de calidad de los forrajes (En línea). Balcarce. AG. 20(240):24-30. Consultado el 15 de agosto del 2015. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/45-calidad.pdf

Enciclopedia Colaborativa en la Red Cubana. (2018). *Materia Seca*. Recuperado de https://www.ecured.cu/Materia_seca

Escobar Morán, J.J. y Ronquillo Molina, O, E. (2012). Respuesta a la fertilización orgánica con el uso de Biol y potásica inorgánica en King grass (*Pennisetum purpureum*) para estimación energética de potencial productivo de biogás, Zamorano, Honduras. (en línea). Consultado el 30/09/2017. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1095/1/T3385.pdf>

García Rodríguez, J. E., y Umanzor López, A. v., (2018). *Efecto de tres dosis de Biol en el cultivo de frijol común (Phaseolus vulgaris L.), cv. INTA Fuerte Sequía bajo riego complementario por aspersión*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. P. 13.

González, H., y Vélchez, C. (2017). *Metodología de digestibilidad in vitro aplicable en estudios de nutrición de rumiantes*. (Tesis de grado). Universidad Nacional Agraria. La Molina. Recuperado de http://www.lamolina.edu.pe/facultad/zootecnia/publicaciones/Metodologia_invitro.pdf

Herrera, R.S.; García, M.; Cruz, A.M; Romero, A. (2012). Evaluación de clones de *Pennisetum Purpureum* obtenidos por cultivo de tejidos in vitro. Revista cubana de ciencia agrícola. Vol. 46. 427-433.

Instituto Nacional Tecnológico (INATEC). 2016. Manual del protagonista. Pasto y forraje. p. 9

Instituto Nacional de Investigación Agraria. (2008). *Tecnologías innovativas apropiadas a la conservación in situ de la agro-biodiversidad: Producción y uso del biol*. Lima, Perú. Recuperado de http://ong-adg.be/bibliadg/bibliotheque/opac_css/doc_num/fiches_techniques/biol.pdf

Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (2014). Pasto Marandú. Recuperado de <http://www.inta.gob.ni/biblioteca/images/pdf/plegables/Brochure%20Marandu%202014.pdf>

International Plant Nutrition Institute (IPNI). 2003. *Manual de nutrición y fertilización de pastos*. Pag.25. Disponible en: http://www.academia.edu/6676325/MANUAL_DE_NUTRICION_Y_FERTILIZACION_DE_PASTOS

Maas A. (2013). Respuesta del pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* cv. mott) a diferentes intensidades y frecuencias de pastoreo en el trópico húmedo (guápiles) de costa rica. Phase 2. Report n°34. (en línea). Consultado el 09/09/2017. Disponible en: https://books.google.com.ni/books?id=sM8OAQAIAAJ&pg=PA2&lpg=PA2&dq=relacion+hojas++tallo+de+pastos+de+corte&source=bl&ots=pMT5oFEhN&sig=hh8jSBskwVe_y9vFDLzYnaHnpQ&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiR6bKQ2ZjWAhXDRCYKHb9BAtcQ6AEIWTAL#v=onepage&q=relacion%20hojas%20-%20tallo%20de%20pastos%20de%20corte&f=false

Martínez, F. (2016). *El biol nicaragüense*. Managua, Nicaragua. 18 p.

McDowell, L.R.; Valle, G. Major Minerals in Forages (2000). *In Forage Evaluation in Ruminant Nutrition*. CAB. International 2000. P. 373.

- Megda, M., F. Monteiro. (2010). Nitrogen and potassium supply and the morphogenic and productive characteristics of Marandú palisadegrass, R. Bras. Zootec. 39(8), 1666-1675.
- Min, D. (2011). What Is NDF Digestibility And Why Is It Important In Dairy Nutritio. Research and Extension Forage Specialist, MSU. http://agbioresearch.msu.edu/uprc/forage_research/NDF_digestibility.pdf
- Miranda Z, H.A. (2009). *Adaptación y productividad de seis gramíneas forrajeras en Puerto Diaz, Chontales, Nicaragua, 2007*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. P. 10
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2012). Establecimiento y manejo de pasturas mejoradas *Brachiara brizantha*. Recuperado de <http://teca.fao.org/es/read/7544>
- Paredes, C. (2008). Bioquímica de la germinación. 2008. Consultado en Septiembre 2008. [Pastos y forrajes/conferencias/elo-carloschacon.pdf](#).
- Pérez peña, R.A., (2015). “Niveles de abonamiento con gallinaza y su influencia en las características agronómicas y capacidad de carga del pasto *Brachiaria brizanta* c.v. *Marandú en Zungarococha*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Iquitos, Perú.
- Pietrosemoli, S., L. Faria. N. Villalobos. (1995). Respuesta del pasto *Brachiaria brizantha* a la fertilización nitrogenada, Rev. Fac. Agron. LUZ 13(5), 551-560.
- Pizango D, E.A. (2013). Influencia de tres métodos de siembra, tacarpo, voleo y esqueje, en la fase de establecimiento de la especie forrajera *Brachiaria brizantha* cv. Marandú, en Trópico Húmedo – Yurimaguas. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Yurimaguas, Loreto, Perú. 40 p.
- Ramírez, J.; Verdecia, D; Leonard, I. (2008). (En línea). Rendimiento y caracterización química del Pennisetum Cuba CT 169 en un suelo pluvisol. 10 (2). Consultado el 19 de feb. 2015. Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050508/050806.pdf>

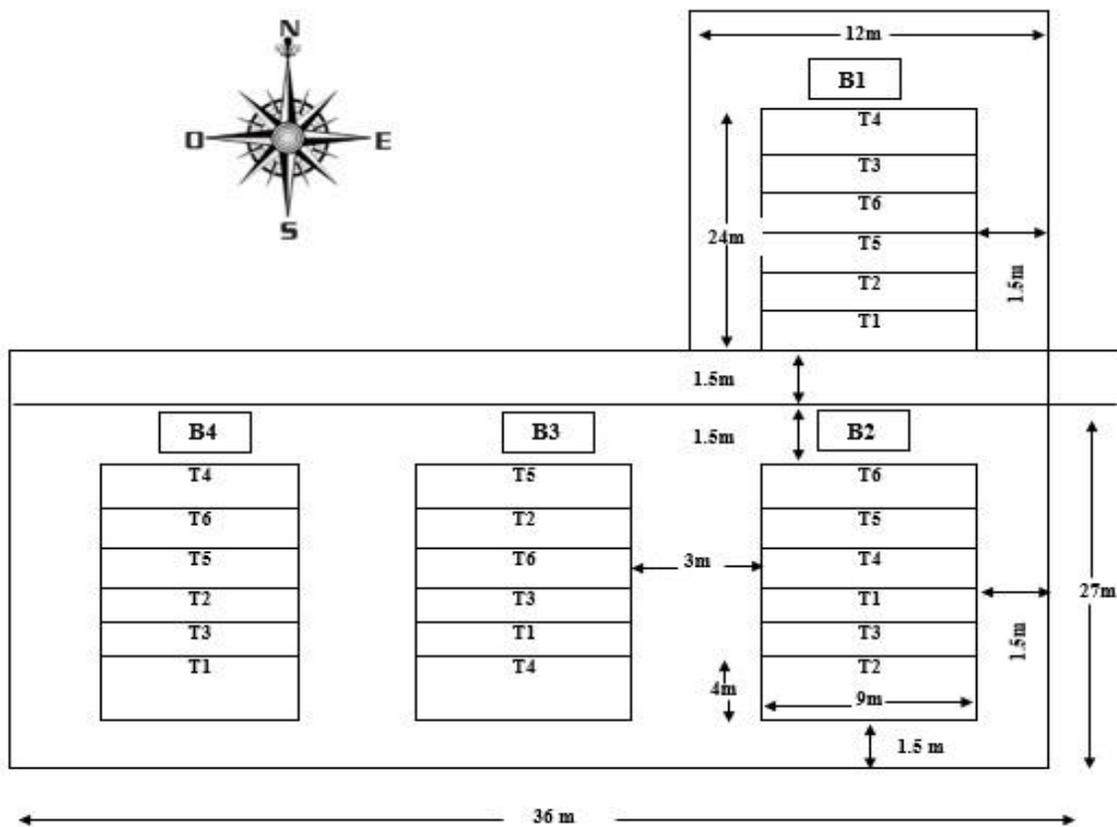
- Rengifo R., E. (2014). Efecto de cinco (5) dosis de abono orgánico foliar (Biol.), sobre las características agronómicas del pasto brachiaria (*Brachiaria brizantha*) cv. Marandu. en el Fundo de Zungarococha.
- Rengifo Ríos, E. (2014). *Efecto de cinco (5) dosis de abono orgánico foliar (Biol) “, sobre las características agronómicas del Pasto Brachiara (Brachiaria brizantha) cv. Marandú. En el fundo de Zungarococha”* (Tesis de pregrado). Universidad de la Amazonia Peruana Iquitos, Perú.
- Reuss, S., (2001). Enhanced Forage Evaluation: NDF Digestibility Marinette Countyin Technology. UW-Extension, Marinette County. <http://www.uwex.edu/ces/crops/uwforage/ReussNDF.pdf>
- Robinson D, Scheneiter O y Melgar R. (2016). Fertilización y Utilización de Nutrientes en Campos Forrajeros de Corte. (en línea). Consultado el 09/09/2017. Disponible en: <http://www.fertilizando.com/articulos/Fertilizacion%20y%20Utilizacion%20de%20Nutrientes%20en%20Forrajeros%20de%20Corte.asp>
- Romero A F. (2012). Biofertilizantes a partir de residuos agrícolas. Universidad Bolivariana de Venezuela. CU. (en línea). Consultado el 04/04/2016. Disponible en: <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/ecosolar/Ecosolar49/HTML/Articulo06N.html>
- Tecnológico Nacional (INATEC). (2016). Pastos y Forrajes. Recuperado de https://www.jica.go.jp/project/nicaragua/007/materials/ku57pq0000224spz-att/Manual_de_Pastos_y_Forrajes.pdf
- Tijerino Miranda, E.D. (2015). *Evaluar la adaptación de cuatro especies de Coberturas en terraplenes de Mina La Libertad, Chontales*. (Tesis de pregrado) Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. P. 1-57
- Tobar F. (2010). Abonos Orgánicos en el Cultivo de Pasturas. Santo Domingo Ecuador. (en línea) Consultado el 20 de julio del 2010. Disponible en: [http://www.asogansd.com/index.php?option=com_content&view=article&id=120:abonos orgánicos en el cultivo de pasturas &catid=44: investigación y tecnología &Itemid=126](http://www.asogansd.com/index.php?option=com_content&view=article&id=120:abonos%20org%C3%A1nicos%20en%20el%20cultivo%20de%20pasturas%20&catid=44:investigaci%C3%B3n%20y%20tecnolog%C3%ADa%20&Itemid=126)

Vasquez, E Y Torres, S. (2006). Fisiología vegetal en: Nutrition mineral. Tercera edición. Ciudad de la Habana, Cuba Editorial Félix Valera. Tomo I: 164-167.

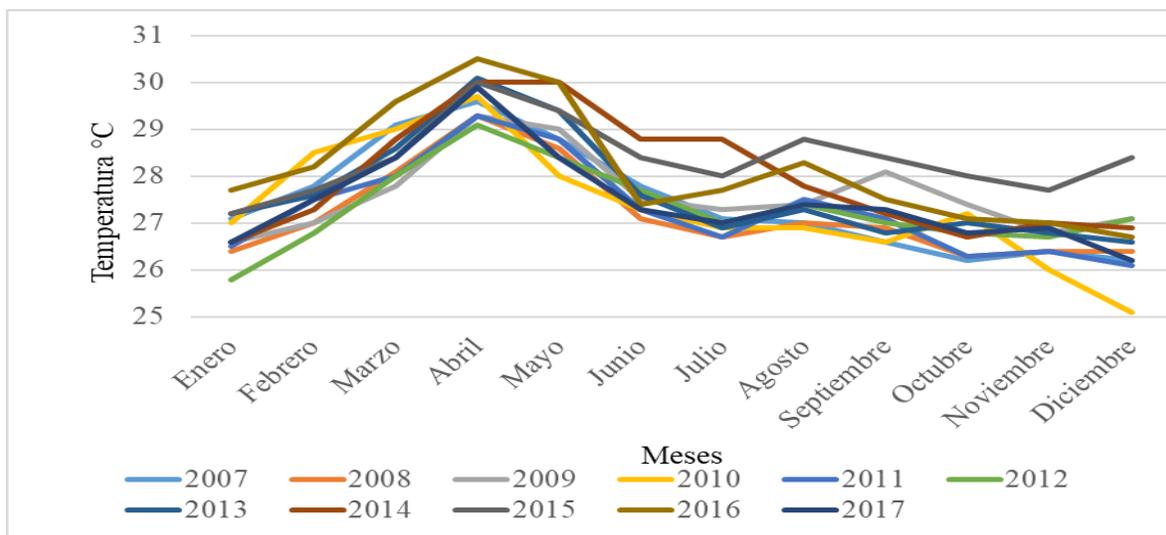
Warnars, L., y Oppenoorth, H. (2014). *El biol: el fertilizante supremo: estudio sobre el biol, sus usos y resultados.* Recuperado de https://www.hivos.org/sites/default/files/publications/estudio_sobre_el_biol_sus_usos_y_resultados.pdf

VIII. ANEXOS

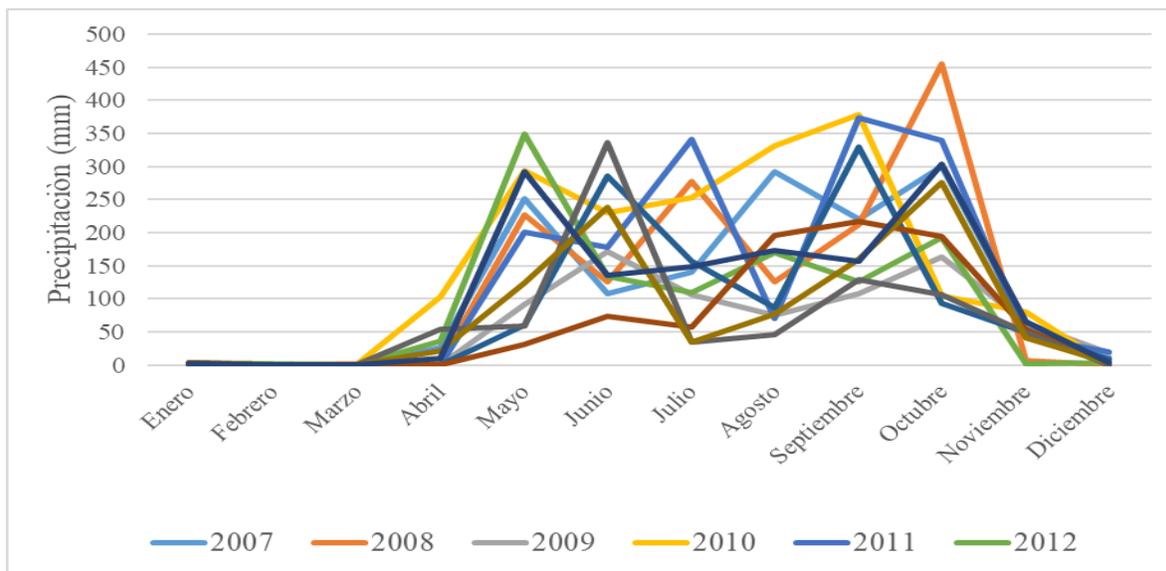
Anexo 1. Plano de campo del experimento, finca El Plantel, Masaya 2017.



Anexo 2. Figura de las temperaturas de la Finca El Plantel, Masaya 2017-2018.



Anexo 3. Figura de las precipitaciones de la Finca El Plantel, Masaya 2017-2018.



Anexo 4. Docente investigador Ing. Norland Méndez, realizando medición de variables morfo estructurales.



Anexo 5. Pasto Marandú, Finca EL Plantel, Masaya 2017-2018.



Anexo 6. Aplicación de fertilizantes sintéticos y de solo biol.



Anexo 7. Tesista Aguilar, en medición de cobertura de pasto en un m².



Anexo 8. Tesista Kuan y Aguilar, en corte de plantas para medir materia seca.



Anexo 9. Pasto Marandú a los 71 ddt, Finca EL Plantel, Masaya 2017-2018.



Anexo 10. Régimen de Riego del pasto Marandú, riego por Cañón, Finca EL Plantel, Masaya 2017-2018.

Régimen de Riego de Marandú. Riego por Cañón, Finca EL Plantel, Masaya 2017-2018.																		
Todos los datos están reflejados en mm, exceptuando las fechas de riego que está reflejada en días																		
Mes	Dec.	W _{máx}	W _{mín}	W _{ini.}	M _r	Egresos			Ingresos					W _f	W _{cons.}	W _{pres}	Ingresos con riego	Ingresos
						K _b	Ev.	Evtp	Pc	Pa	N _r	M _T	Fechas					
Diciembre	II	141.53	105.99	127.38	35.54	0.25	58.40	14.60	6.60	6.60	0	0.00	-	119.38	22.15	13.39	27.99	2799
	III	141.53	89.20	119.38	52.33	0.25	66.40	16.60	6.60	6.60	0.00	0.00	-	109.38	32.15	20.18	36.78	36.78
Enero	I	119.11	89.20	109.38	29.91	0.80	78.4	62.72	0.13	0.13	2.00	59.82	3.22	106.61	12.50	17.42	80.14	20.31
	II	119.11	89.20	106.61	29.91	0.80	73.1	58.48	0.13	0.13	2.00	59.82	2.98	108.09	11.02	18.89	77.37	17.55
	III	119.11	89.20	108.09	29.91	0.80	77.2	61.76	0.13	0.13	2.00	59.82	3.06	106.29	12.82	17.09	78.85	19.03
Febrero	I	119.11	89.20	106.29	29.91	1.07	80.40	86.03	4.10	4.10	3.00	89.73	1.99	114.09	5.02	24.89	110.92	21.19
	II	119.11	89.20	114.09	29.91	1.07	79.40	84.96	4.10	4.10	2.00	59.82	2.93	93.06	26.05	3.86	88.82	28.99

Nota= W_{máx}: Reserva máxima en (mm); W_{mín}: Reserva mínima en (mm); W_i: Reserva inicial; L_n: Lámina neta de riego en (mm); K_b: Coeficiente biológico del cultivo; Ev: Evaporación en (mm); Evtp: Evapotranspiración en (mm); Pc: Precipitación caía en (mm); Pa: Precipitación aprovechable en (mm); N_r: Número de riego; L_T: Lámina neta total de riego en (mm); W_f: Reserva final en (mm); W_c: Reserva consumida en (mm); W_p: Reserva presente en (mm)