



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

Efecto del biol sobre la producción de biomasa
y calidad del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp*),
en un segundo rebrote, Centro Experimental El
Plantel, 2018

Autores

Br. Douglas Antonio Martínez García
Br. Kevin Antonio Leiva Estrada

Asesores

Ing. Miguel Jerónimo Ríos
Dr. Víctor Aguilar Bustamante
MSc. Rodolfo Munguía Hernández

Managua, Nicaragua
Diciembre, 2019



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

Efecto del biol sobre la producción de biomasa
y calidad del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp*),
en un segundo rebrote, Centro Experimental El
Plantel, 2018

Autores

Br. Douglas Antonio Martínez García
Br. Kevin Antonio Leiva Estrada

Asesores

Ing. Miguel Jerónimo Ríos
Dr. Víctor Aguilar Bustamante
MSc. Rodolfo Munguía Hernández

Trabajo presentado a la consideración del comité
evaluador, como requisito final para optar al título de
Ingeniero Agrónomo

Managua, Nicaragua
Diciembre, 2019

Hoja de Aprobación del Tribunal Examinador

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

Ingeniero Agrónomo

Miembro del honorable comité evaluador

Grado académico y nombre
del presidente

Grado académico y nombre
del secretario

Grado académico y nombre del
vocal

DEDICATORIA

En primer lugar, a Dios padre, por darme fuerza ante las adversidades, el impulso, la sabiduría y el entendimiento para concluir mi formación profesional

A mis queridos padres, Douglas Antonio Martínez Martínez y Ana Rosa García Solís los pilares de mi vida, por sus esfuerzos, sacrificios, incondicional apoyo e innumerables consejos, siendo ellos el motor que me impulsó en mi desarrollo personal y profesional

A mi novia Liezca Damiure Aguilera Cardoza mi segundo gran pilar por estar siempre para mí, brindándome consejo y apoyo incondicional en cada momento durante los 5 años de mi carrera.

A mi hermana Regina del Carmen Martínez García, mi ejemplo de superación por su enorme apoyo emocional y a mis hermanos Michael Antonio Ponce Largaespada, Néstor Javier Sánchez García y Norfran Adan Lazo Morales, a mis bellas sobrinas y a mis suegros por ser parte importante de mi vida.

A mis amigos Fernando Chamorro y Gaddiel Gutiérrez por brindarme su amistad y ser mi compañía durante toda la carrera.

A mi compañero de tesis y amigo de toda la vida Br. Kevin Antonio Leiva Estrada por poder convivir y ayudarnos mutuamente en todas las fases de este experimento, tanto en la etapa de campo, como en el período de elaboración del documento, logrando hacer esto posible a pesar de las adversidades y poder de esta manera culminar nuestro trabajo de graduación.

Douglas Martínez

DEDICATORIA

A Dios padre celestial por haberme dado la fuerza para lograr todos mis objetivos, siendo un pilar muy fundamental en toda mi carrera universitaria y mi vida.

A la memoria de mi abuela Raquel Rodríguez Aguirre (q.e.p.d), quien me inculco buenos valores y me formó como una gran persona.

A la memoria de mi abuelo Víctor Gonzales (q.e.p.d), quien estuvo conmigo en gran parte de mi niñez, apoyándome en todo momento.

A mi madre Patricia Estrada Rodríguez, por sacarme adelante en mis estudios a pesar de las muchas dificultades que ha enfrentado.

A mis hermanas Lorena Leiva, Katherine Leiva y Francelia calero quienes me han brindado su ayuda cuando la he necesitado, al igual que mis sobrinos Dasia y Thiago Estrada.

A mis tías que siempre me han ayudado a lo largo de mi vida.

A mi novia Gabriela Hernández por brindarme amor, compañía, apoyo y estar conmigo en los buenos y malos momentos de mi vida.

A la familia Hernández Báez quienes me han brindado mucho cariño.

A mis amigos, Douglas Martínez, Fernando Chamorro, Gaddiel Gutiérrez y Enmanuel Flores quienes nunca han dudado en brindarme su ayuda y consejos, además de, vivir muchas experiencias.

Kevin Leiva

AGRADECIMENTOS

A “DIOS” padre, creador, por darme la fuerza, el entendimiento y la sabiduría para poder culminar mi carrera.

A mis padres, hermanos, familiares, novia y amigos, por haberme brindado su apoyo en todo momento de mi desarrollo como profesional.

A los Ing. Miguel Jerónimo Ríos, y Dr. Víctor Aguilar Bustamante, nuestros asesores, por darnos la oportunidad de realizar este trabajo y compartir sus conocimientos durante todo el proceso investigativo.

Al profesor Miguel Ríos por su confianza y respaldo, por ayudarme no solo como docente sino también como amigo, por darme palabras de aliento cuando lo necesitamos, por ser una gran persona

A la Universidad Nacional Agraria por brindarme la oportunidad de formarme como profesional y a todos los docentes que aportaron sus conocimientos para guiarnos y formarnos como nuevos profesionales del Agro.

Douglas Martínez

AGRADECIMENTOS

A Dios y mi familia por darme su apoyo incondicionalmente, siendo un impulso para salir adelante.

De manera especial a nuestros asesores, Ing. Miguel Jerónimo Ríos, Dr. Víctor Aguilar Bustamante e Ing.MSc. Rodolfo Munguía Hernández, por habernos acompañado en todo el proceso de este trabajo investigativo, brindándonos su ayuda en todo momento.

A la Lic. Lisseth Valdivia por brindarme su amistad y ayuda en toda mi carrera universitaria.

A la Universidad Nacional Agraria por haberme formado como un buen profesional, dándome todas las herramientas necesarias para desempeñar una gran labor en el sector agrícola del país.

Kevin Leiva

ÍNDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO	PÁGINA
DEDICATORIA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
ÍNDICE DE CONTENIDO	v
ÍNDICE DE CUADROS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE ANEXOS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
2.1 Objetivo general	2
2.2 Objetivos específicos	2
III. MARCO DE REFERENCIA	3
3.1 Descripción de la especie en estudio	3
3.2 Contenido nutricional	3
3.3 Proceso de producción del biol	4
3.4 Proceso de aplicación del biol	4
3.5 Composición química del biol	5
3.6 Importancia económica y ambiental del biol para los productores	6
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	7
4.1 Ubicación del área de estudio	7
4.1.1 Suelos	7
4.1.2 Vegetación	7
4.2 Análisis químico del biol	8
4.3 Biodigestor utilizado	8
4.4 Diseño metodológico del ensayo	8
4.5 Manejo agronómico	9
4.6 Variables a evaluar	10
4.6.1 Características morfológicas	10
4.6.2 Indicadores de calidad	11
4.7 Análisis de datos	12
4.8 Análisis económico	12
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	13
5.1 Características morfo estructurales	13
5.1.1 Altura de tallos	13
5.1.2 Diámetro de tallo	14
5.1.3 Numero de hojas	15
5.1.4 Plantas por metro lineal	16
5.1.5 Macollos por planta	17
5.1.6 Peso fresco de la planta	18
5.1.7 Relación hoja tallo	19

5.2 Indicadores de calidad	20
5.2.1 Fibra Ácido Detergente (FAD)	20
5.2.2 Digestibilidad In vitro materia seca (DVIMS)	21
5.2.3 Porcentaje de materia seca	22
5.2.4 Proteína cruda (PC)	23
5.2.5 Producción de materia seca	24
5.3 Análisis económico de presupuesto parcial	25
5.4 Análisis de dominancia	27
VI. CONCLUSIONES	28
VII. RECOMENDACIONES	29
VIII. BIBLIOGRAFÍAS	30
IX. ANEXOS	34

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1	Análisis químico del biol aplicado al pasto Maralfalfa (<i>Pennisetum sp</i>).	8
2	Descripción de los tratamientos Centro Experimental El Plantel 2017-2018.	9
3	Análisis económico a partir de presupuesto parcial en pasto de corte Maralfalfa disponiendo biodigestor propio.	26
4	Análisis de dominancia en la fertilización sintética, Biol y combinada en pasto de corte Maralfalfa (<i>Pennisetum sp</i>), en un segundo rebrote, Centro Experimental El Plantel, 2018.	27

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1	Efecto de los tratamientos en la altura de tallos en pasto Maralfalfa, Centro Experimental El Plantel.	13
2	Efecto de los tratamientos en el diámetro de tallos en pasto Maralfalfa, Centro Experimental El Plantel.	14
3	Efecto de los tratamientos en el número de hojas en pasto Maralfalfa, Centro Experimental El Plantel.	15
4	Efecto de los tratamientos en macollas por metro lineal durante en pasto Maralfalfa, Centro Experimental El Plantel.	16
5	Efecto de los tratamientos en plantas por macolla en pasto Maralfalfa, Centro Experimental El Plantel	17
6	Producción de materia fresca planta, Centro Experimental El Plantel.	18
7	Relación hoja tallo del pasto Maralfalfa, Centro Experimental El Plantel.	19
8	Contenidos de fibra ácida detergente (%) en Maralfalfa según los tratamientos aplicados, Centro Experimental El Plantel.	20
9	Contenido de la digestibilidad in vitro de materia seca (%) de Maralfalfa según los tratamientos aplicados, Centro Experimental El Plantel.	21
10	Producción de materia seca en porcentaje según los tratamientos aplicados del pasto de corte Maralfalfa, Centro Experimental El Plantel.	22
11	Contenidos de proteína cruda según la edad de corte en pasto Maralfalfa Centro Experimental El Plantel.	23
12	Producción de materia seca en kg/ha según los tratamientos aplicados del pasto de corte Maralfalfa, Centro Experimental El Plantel.	24

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1	Cronograma de actividades	34
2	Plano de campo	35
3	Altura de tallos (cm) pasto de corte Maralfalfa (<i>Pennisetum sp</i>) Centro Experimental El Plantel 2017-2018	36
4	Diámetro de tallos (cm) pasto de corte Maralfalfa (<i>Pennisetum sp</i>) Centro Experimental El Plantel 2017-2018	36
5	Número de hojas por planta pasto de corte Maralfalfa (<i>Pennisetum sp</i>) Centro Experimental El Plantel 2017-2018	37
6	Macollas por metro lineal pasto de corte Maralfalfa (<i>Pennisetum sp</i>) Centro Experimental El Plantel 2017-2018	37
7	Plantas por macolla pasto de corte Maralfalfa (<i>Pennisetum sp</i>) Centro Experimental El Plantel 2017-2018	38
8	Peso fresco de planta ($\text{kg}^{\text{ha}^{-1}}$) pasto de corte Maralfalfa (<i>Pennisetum sp</i>) Centro Experimental El Plantel 2017-2018	38
9	Relación hoja tallo ($\text{kg}^{\text{ha}^{-1}}$) pasto de corte Maralfalfa (<i>Pennisetum sp</i>) Centro Experimental El Plantel 2017-2018	39
10	Fibra Ácido Detergente (FAD %) pasto de corte Maralfalfa (<i>Pennisetum sp</i>) Centro Experimental El Plantel 2017-2018	39
11	Digestibilidad In vitro materia seca (DVIMS%) pasto de corte Maralfalfa (<i>Pennisetum sp</i>) Centro Experimental El Plantel 2017-2018	40
12	Proteína cruda (PC%) pasto de corte Maralfalfa (<i>Pennisetum sp</i>) Centro Experimental El Plantel 2017-2018	40
13	Materia seca (MS Kg/ha^{-1}) pasto de corte Maralfalfa (<i>Pennisetum sp</i>) Centro Experimental El Plantel 2017-2018	41
14	Porcentaje de Materia seca pasto de corte Maralfalfa (<i>Pennisetum sp</i>) Centro Experimental El Plantel 2017-2018	41
15	Toma de datos en el área experimental	42

RESUMEN

Se realizó un experimento de campo en el Centro Experimental El Plantel, que dio inicio el cuatro de abril del 2018 y finalizó el dos de junio del presente año, con el objetivo de evaluar la aplicación de diferentes dosis de biol, individual y combinado con fertilizante sintético, en el crecimiento, producción de materia seca, calidad bromatológica del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp*) y su análisis beneficio costo, en un segundo rebrote. Se estableció un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con 4 réplicas, se aplicaron los tratamientos T₁: Testigo, T₂: 155 kg N+70kg P₂O₅+ 23 kg K₂O, T₃: 77.5 kg N; 35 kg P₂O₅+11.5kg K₂O +7 000 litros biol, T₄: 10 000 litros biol, T₅: 14 000 litros biol; T₆: 18 000 litros biol. Fueron aplicados al momento del segundo corte de uniformidad, a los 20 y 45 días después del corte de uniformidad (ddcu). Se midieron las variables Altura de tallos (cm), Diámetro de tallos (cm), Número de hojas, Macollos por planta, Plantas por metro lineal, Materia seca (MS), Proteína cruda (PC), Fibra Ácido Detergente (FAD), Digestibilidad In vitro de materia seca (DVIMS), Peso fresco de la planta (PFP), Relación Hoja - Tallo (RHT). Los resultados muestran que el pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp*) responde mejor a las aplicaciones de fertilizante sintético (T₂) y 14 000 l de biol (T₅) en las variables morfo estructurales: altura de plantas (177.65 cm y 131.05 cm respectivamente), y número de hojas (6.18 y 5.40 respectivamente, con valores promedios mayores y estadísticamente significativos con respecto al resto de los tratamientos. La mayor producción de materia seca se obtuvo con la fertilización sintética (T₂) a los 60 (ddcu) con 16 741.31 kg ha⁻¹, estadísticamente superior al resto de los tratamientos. Al comparar los valores porcentuales de PC el T₂ a los 30 ddcu presentó valores altamente superiores al 14 %, seguido del T₁ y T₃, en ambos tratamientos con tendencia en los contenidos mayores o próximos al 10% situado dentro del rango de calidad media. Al comparar los tratamientos en estudio, el análisis económico mostro al T₄ con la mayor relación beneficio costo (16.80).

Palabras clave: Fertilización, Biol, Materia seca, Proteína cruda, Presupuesto parcial, *Pennisetum sp*.

ABSTRACT

A field experiment was carried out in the experimental center, "El Plantel". It began on April 4th, 2018 and ended on June 2th of this year, whit the objctive of evaluating the application of diferent doses of individual biol and combined chut syntetic fertilizer, in growth, dry matter produccion, bromatological quality of Maralfalfa Grass (*Pennisetum sp*)his profit analysis cost in a second cut. A randomized complete block design was established (CBA) with four replicates the treatment's were applied T₁: Witness, T₂: 155 kg N+70kg P₂O₅+ 23 kg K₂O, T₃: 77.5 kg N; 35 kg P₂O₅+11.5kg K₂O +7 000 litros biol, T₄: 10 000 litros biol, T₅: 14 000 litros biol; T₆: 18 000 litros biol. Were applied at time of the second uniformity cut 20 days after the uniformity cut. (DAC) and 45 days after the uniformity cut (DAC). Hugh variables were measured (cm), stem diameter (cm) numbers of sheds, plants per tillers, tillers per lineal meter , dry material (DM), Crude protein (CP), acid detergent fiber (ADF), digestibility in vitro matter (DIVDM), fresh plant matter (FPW), stem lear ratio (SLR). The results 14 000 biol litters were applied at the time or the second uniformity cut (DAC) and 45 days after the uniformity cut (DAC). The results show that the Maralfalfa Grass (*Pennisetum sp*), responds better to syntetic fertilizer applications (w₂) and 14 000 l of biol (w₅) in the structural morpho variables; plant heigt (177.5 cm and 131.05 cm respectivilly) and numbers of shets, (6.18 cm and 5.40) respectly whit higher and statistically significant average values whit respect to the resto f the trataments. The highest production or dry matter was obtained whit syntetic fertilization (W₂) at 60 (DAC) 16 741.31 kg ha⁻¹, staisically superior to the rest of the trataments. When comparing the percentage values of PC the W₂ at 30 (DCA) presented highly superior values exceedny 14% followed by T₂ and T₃ and in both trataments whit a tendency in the contents greater tan or closet to 10% located whit in the range of good quality. When comparing the trataments under study the economic análisis showed W₄ whit the highest benefit cost ratio (21.61).

Key words: fertilization, Biol, dry material, crude protein, partial Budget, *pennisetum sp*.

I. INTRODUCCIÓN

La ganadería en Nicaragua sin duda representa uno de los rubros más importantes para la economía, siendo los pequeños y medianos productores quienes la representen. (Ministerio Agropecuario, 2018) indica que Nicaragua presenta un hato ganadero de un poco más de 5.4 millones de cabeza de ganado bovino. Con respecto al área total de pasto encontrado en el país, se encuentra con una extensión de 5 millones 703 mil manzanas de pasto, tanto natural como cultivado (Barberena, 2018).

El consumo de pastos y forrajes representa la principal fuente de alimento y nutrición de los bovinos, el cual el Maralfalfa (*Pennisetum sp*) es un forraje de alto valor nutritivo con un rendimiento de hasta 200 toneladas por hectárea, según el manejo, sin embargo, requiere de altos niveles de fertilización, lo que representa un mayor costo para los productores debido a su gran dependencia por los fertilizantes sintéticos, los que a su vez ocasiona un desgaste al recurso suelo.

Existen muchas alternativas de abonos orgánicos ricos en nutrientes esenciales para las plantas, siendo el biol uno de los que está tomando más aceptación por parte de los productores por estar elaborado mayormente de insumos que tienen disponibles en su finca, además de su fácil elaboración, su gran aporte de macro como micronutriente y la respuesta positiva que tiene al mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo. El biol, no es más que los efluentes líquidos que se descargan de un biodigestor como resultado de la descomposición de la materia orgánica en ausencia de aire (anaerobia) (Alvarado y Medal, 2018).

Por lo tanto, evaluar el efecto que tiene el biol sobre la respuesta agronómica del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp*), resulta de mucha importancia al ser una gran alternativa de fertilización orgánica en comparación a los fertilizantes sintéticos, lo cual contribuye a mejorar su sistema productivo y reducir sus costos.

En base a lo anteriormente expuesto se determinó el siguiente objetivo: evaluar el efecto del biol sobre la producción de biomasa y calidad del pasto de corte Maralfalfa (*Pennisetum sp*) en un segundo rebrote, Centro Experimental El Plantel, Masaya, Nicaragua 2017–2018.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- Determinar el efecto del biol y la fertilización sintética, individual y combinada sobre la producción de biomasa y calidad del pasto de corte Maralfalfa (*Pennisetum sp*), en un segundo rebrote, Centro Experimental El Plantel, Masaya, Nicaragua 2017–2018.

2.2 Objetivos específicos

- Evaluar las características morfológicas y producción de biomasa del pasto de corte Maralfalfa (*Pennisetum sp*) Centro Experimental El Plantel, 2017-2018.
- Analizar la calidad del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp*) mediante análisis bromatológicos (PC, FAD, FDN Y DINV) en los laboratorios de la Facultad de Ciencia Animal de la UNA 2017-2018.
- Determinar la rentabilidad de los tratamientos a través del análisis del presupuesto parcial.

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1 Descripción de la especie en estudio

El pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp*) es una planta perenne, puede alcanzar una altura desde los dos hasta los tres metros, las hojas llegan a medir entre 30 a 70 cm de largo. (Sevilla, 2011), describe que la vaina de la hoja surge de un nudo de la caña cubriéndola de manera ceñida. Los bordes de la vaina están generalmente libres y se traslapan. Es muy común encontrar bordes pilosos, siendo esta una característica importante en su clasificación. La lígula, que corresponde al punto de encuentro de la vaina con el limbo, se presenta en corona de pelos.

Las raíces son fibrosas y forman raíces adventicias que surgen de los nudos inferiores de las cañas. Estas cañas conforman el tallo superficial el cual está compuesto por entrenudos, delimitados entre sí, por nudos. Los entrenudos en la base del tallo son muy cortos, mientras que los de la parte superior del tallo son más largos. Las ramificaciones se producen a partir de los nudos y surgen siempre a partir de una yema situada entre la vaina y la caña.

La inflorescencia de las gramíneas se puede distinguir por varios tipos, siendo las más comunes la espiga, la panícula y el racimo. En el caso del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp*) su inflorescencia la presenta en forma de panícula.

3.2 Contenido nutricional

La información actual sobre el valor nutritivo de pastos y forrajes se determina por su contenido de proteína, fibra, grasa y ceniza, el cual se obtiene mediante un análisis bromatológico, sin embargo, hay otros métodos para obtener su contenido nutricional. Según Florián (2015), el pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp*) presenta los siguientes resultados:

- Humedad 79.33%
- Cenizas 13.50%
- Fibra 24.33%
- Grasa 2.10%
- Carbohidratos solubles 12.20%
- Nitrógeno 2.60%
- Proteínas 17.20%
- Calcio 0.80%
- Magnesio 0.3%
- Fósforo 0.33%
- Potasio 3.38%

3.3 Proceso de producción del biol

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

Una de las técnicas para producir biol más utilizada es a partir de cilindros o bidones, el cual se obtiene del proceso de biodigestión que se da en un biodigestor, la materia prima utilizada para alimentar al biodigestor es estiércol bovino, equino, porcino y ovino.

La digestión anaeróbica se produce en un contenedor cerrado, hermético e impermeable (biodigestor), dentro del cual se deposita el estiércol a fermentar con determinada dilución de agua para que a través de la fermentación anaerobia se produzca el fertilizante líquido orgánico rico en nitrógeno, fósforo y potasio, que conocemos como biol (Guerrero, 2018).

Para un barril con una capacidad de 200 l, se necesitan 50 kilogramos de estiércol fresco de vacuno, 2 litros de leche fresca, 4 kilogramos de ceniza vegetales, 4 kilogramos de melaza de caña y 50 litros de agua.

El proceso para su elaboración es la siguiente:

- Llenar el estiércol fresco en el cilindro o bidón de plástico.
- Agregar el agua y mezclar homogéneamente con la ayuda de una madera (un palo).
- Agregar la ceniza y la melaza, continuar moviendo la mezcla.
- Agregar la leche diluida en agua y mezclar.
- Cerrar herméticamente el barril para que se lleve a cabo el proceso de fermentación.
- Finalmente, en la tapa del cilindro acoplar un pitón de cámara de llanta, y unir a una manguera, el otro extremo de la manguera se introduce en una botella descartable conteniendo agua. Esto facilita la salida del gas que se formará en el proceso de fermentación.

El tiempo de descomposición y fermentación para la obtención del biol está en relación al clima. En climas fríos ocurre en 75 a 90 días, mientras que en climas cálidos en 30 a 45 días (INIA, 2008).

3.4 Proceso de aplicación del biol

El biol se puede aplicar de tres maneras: foliar, directamente al suelo y combinando ambas formas (López y Olivera, 2017). Normalmente a los cultivos que se le aplican directamente al suelo es a los cultivos perennes y de manera foliar a los cultivos anuales, hay productores que también lo aplican directamente al suelo a estos cultivos ya sea en la calle o en el surco. Las dosis y momentos de aplicación varían dependiendo del tipo y estado del cultivo,

3.5 Composición química del biol

El biol representa un abono rico en humus y con una buena actividad biológica, contiene tanto macronutrientes como micronutrientes de alto valor nutritivo que estimulan el crecimiento, desarrollo y producción en las plantas (Reyes y Martínez, 2018).

De acuerdo con Sistema biobolsa (S.f), el biol contiene materia orgánica, para el caso del biol de bovino podemos encontrar hasta 40.48%, y en el de porcino 22.87%. El biol agregado al suelo provee materia orgánica que resulta fundamental en la génesis y evolución de los suelos, constituye una reserva de nitrógeno y ayuda a su estructuración, particularmente la de textura fina. La cantidad y calidad de esta materia orgánica influirá en procesos físicos, químicos y biológicos del sistema convirtiéndose en un factor importantísimo de la fertilidad de estos.

Según un análisis nutricional de biol realizado en fincas ganaderas en la zona seca de Nicaragua se determinó que el biol contiene los siguientes macro elementos: N, P, K, Ca, además los micro elementos como el Mg, Fe, Cu, Zn, y Mn (López y Olivera, 2017).

Los análisis de laboratorio expresan que el biol presentó gran cantidad de nutrientes tanto macronutrientes (nitrógeno (0.40 %), fósforo (0.05 %), potasio (0.12 %), magnesio (0.16 %) y calcio (0.15 %)) como micronutrientes (hierro (214.15 ppm), cobre (3.92 ppm), manganeso (19.34 ppm) y zinc (5.97 ppm) que son necesarios para la nutrición de los cultivos. Por otra parte, presenta un pH clasificado como ligeramente alcalino (7.28) que permite una vez incorporado al suelo regular la acidez del suelo y facilitar por tanto la absorción de los nutrientes (López y Olivera, 2017).

3.6 Importancia económica y ambiental del biol para los productores

La necesidad de parte de los productores por mejorar sus sistemas productivos dado a la falta de acceso a servicios energéticos modernos, la pobreza, el cambio climático y los problemas relacionados con la fertilidad del suelo, ha dado como resultado la búsqueda de alternativas que brinden una solución eficaz a sus problemas, lo cual ha venido a jugar un papel muy importante la implementación de abonos orgánicos, siendo el biol una de las grandes alternativas por el hecho de ser una fuente de energía simple y económica que no es difícil de gestionar y de fácil mantenimiento. De hecho, actualmente es la opción más económica para el suministro de energía limpia a los hogares rurales, lo cual lo hace ideal para los pequeños agricultores y para las familias con pocas cabezas de ganado (Warnars y Oppenoorth, 2014).

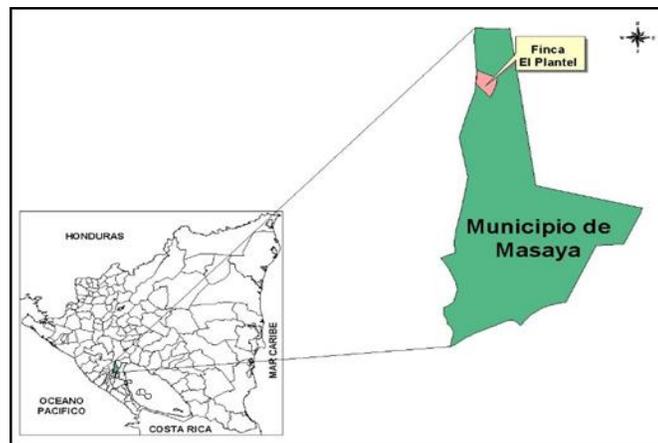
Económicamente el biol resulta ser una buena opción, ya que resulta ser una gran fuente de fertilizante para los cultivos, además mejora las propiedades físicas del suelo, comparado con la aplicación de fertilizantes sintéticos que tienen un alto valor en el mercado, el biol se puede elaborar con recursos que cuentan los productores en su finca o bien adquirirlos fácilmente en su comunidad, siendo rentable en la relación beneficio/costo. Teniendo en cuenta el valor como fertilizante y el alza de los cotos en fertilizantes sintéticos, su valor económico es incuestionable.

Sin duda, el uso del biol tiene muchas características positivas para el ambiente, Según Sistema biobolsa (S.F), es un mejorador de la disponibilidad de nutrientes del suelo, aumenta su disponibilidad hídrica, y crea un micro clima adecuado para las plantas. (Warnars y Oppenoorth, 2014), afirma que implementar el uso del biol reduce el uso de fosfato, una fuente no renovable que se está agotando a nivel mundial, además de reducir el agua residual, la contaminación de la misma, la emisión de gases de efecto invernadero y los olores nocivos, por lo tanto son muchos los beneficios que el biol aporta al medio ambiente, esto favorece a los productores al poder hacer un uso racional de sus recursos evitando contaminarlos y desgastarlos de una forma irracional.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Ubicación del área de estudio

El estudio se realizó en el Centro Experimental El Plantel propiedad de la Universidad Nacional Agraria ubicada en el kilómetro 30 carretera Tipitapa- Masaya, en el municipio de Nindirí localizado en las coordenadas 12°06'24" latitud norte y 86°04'06" longitud oeste, se encuentra en una altitud de 100 msnm, precipitación de 800 – 1000 mm anuales, temperatura promedio anual de 27°C (Zapata y Mejía, 2009).



4.1.1 Suelos

El área donde está localizado el Centro Experimental El Plantel 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 (López y González, 2006).

4.1.2 Vegetación

La vegetación es la cobertura de plantas (flora) silvestres o cultivadas que crecen espontáneamente sobre una superficie de suelo o en un medio acuático. La cobertura vegetal puede ser natural (procesos ecológicos endógenos) o "inducida" mediante la habilitación de cultivos o manejo de bosques y ecosistemas por la acción humana.

El área donde está localizado el Centro Experimental El Plantel corresponde a una transición entre bosque tropical, moderadamente denso y seco, y bosque tropical subhúmedo. Esta vegetación fue eliminada con la introducción del monocultivo del algodón, entre los años 50 y 60. Actualmente, los cultivos establecidos son granos básicos: Maíz, Sorgo y Fríjol; además de frutales como Cítricos, Mango, Aguacate y Plátano, así como las plantaciones de Neem, Eucalipto y especies como Madero negro, Espino de playa, Sardinillo, entre otras.

4.2 Análisis químico del biol

El Cuadro 1 muestra los valores presentados por el biol en cuanto a pH, MO, macro y micro nutrientes, encontrando valores significativos en cuánto a aporte de materia orgánica y macro nutrientes.

Cuadro 1. Análisis químico del biol aplicado al pasto Maralfalfa (*Pennisetum* sp).

pH	MO	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn	MS
	%						Ppm				G
7.18	48.5	0.74	0.07	0.17	0.21	0.11	198.3	3.55	37.3	85.03	1.05

4.3 Biodigestor utilizado

El biodigestor utilizado fue el de domo fijo, con un volumen de 9 m³ el cual tenía una producción diaria de 140 l de biol, al cual le ingresaban estiércol bovino, que es alimentado con pasto de corte, el propietario es el señor Everz González, ubicado en Boaco, Comarca Cerro Cuape 14 km carretera hacia Río Blanco.

4.4 Diseño metodológico del ensayo

El experimento se estableció en un Diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), con seis tratamientos y cuatro bloques (Cuadro 2), iniciando el 4 de abril del 2018 y finalizando el 2 de junio de 2018.

El área experimental está formada por parcelas de 36 m² (9x4), están separadas por una distancia de un metro para reducir el efecto de bordes, seis parcelas experimentales forman un bloque para un área de 216 m², estableciendo cuatro bloques para un área de 864 m² más el área entre bloque de 123 m² dando un total en el área experimental de 987 m² para el ensayo de Maralfalfa (*Pennisetum sp*).

Cuadro 2. Descripción de los tratamientos Centro Experimental El Plantel 2017-2018.

Tratamiento y fertilización kg ha⁻¹	Momentos de aplicación
T ₁ : Testigo	Sin aporte de fertilizante
T ₂ : 155 kg N+70kg P ₂ O ₅ + 23 kg K ₂ O	Al momento del corte de uniformidad 233.33 kg. ha ⁻¹ de completo (12-30-10). A los 20 ddcu 180 kg. ha ⁻¹ de urea. A los 45 ddcu 96.96 kg. ha ⁻¹ de urea
T ₃ : 77.5 kg N; 35 kg P ₂ O ₅ +11.5kg K ₂ O +7 000 litros biol	Al momento del corte de uniformidad 116.67 kg. ha ⁻¹ de completo (12-30-10) + 40% biol. A los 20 ddcu 90 kg. ha ⁻¹ de urea + 30% biol. A los 45 ddcu 48.48 kg. ha ⁻¹ de urea+30% biol
T ₄ : 10 000 litros biol	Al momento del corte de uniformidad 40%, a los 20 ddcu 30%, a los 45 ddcu 30%
T ₅ : 14 000 litros biol	Al momento del corte de uniformidad aplicar 40%, a los 20 ddcu 30%, a los 45 ddcu 30%
T ₆ : 18 000 litros biol	Al momento del corte de uniformidad aplicar 40%, a los 20 ddcu 30%, a los 45 ddcu 30%

4.5 Manejo agronómico

Corte de uniformidad: Se realizó a una altura de 15 cm, para dar inicio a un segundo rebrote de producción.

Control de Malezas: Se realizó de forma mecánica con azadón, realizando el control a los 7, 15 y 30 días, después del segundo corte.

Fertilización: Se realizó la aplicación de fertilizante sintético 12-30-10 y UREA, individual y combinado con 7 000 litros de biol, para el segundo y tercer tratamiento y luego biol de forma individual en tres cantidades diferentes, 10,000 litros, 14,000 y 18,000 litros, para los últimos tres tratamientos.

Riego: Se utilizó riego complementario, bajo un sistema de riego por aspersión al momento del corte de uniformidad, día por medio (lunes, miércoles y viernes) en un período de 30 días.

4.6 Variables a evaluar

4.6.1 Características morfológicas

Altura de tallo (cm): Se efectuó el muestreo en un metro lineal con cuatro macollas, midiendo entre el límite más alto de los tejidos fotosintéticos principales de esa planta (excluyendo las inflorescencias) y el nivel del suelo. Cada siete días, a los, 30, 37, 51, 58 días después del corte de uniformidad.

Diámetro de tallo (cm): Se realizó en el entrenudo de la parte media del tallo con un vernier o pie de rey, para obtener una medida más precisa. Se realizó esta labor a los 30, 37, 51, 58 días después del corte de uniformidad.

Numero de hojas: Se contabilizaron por cada planta el número de hojas. Se realizó a los 30, 37, 51, 58 días después del segundo corte.

Plantas por metro lineal: Se realizó el conteo de las plantas en un metro lineal, con frecuencia de siete días, a los, 30, 37, 51, 58 días después del corte de uniformidad.

Macollos por planta: Se realizó el conteo de brotes totales en una macolla, con frecuencia de siete días, a los 30, 37, 51, 58 días después del corte de uniformidad.

Peso fresco de planta: A los 30, 45, 60 días se tomó una muestra homogénea de cada tratamiento en un metro lineal y se procedió a pesar la planta completa para obtener el peso fresco en kg.

Relación hoja tallo: De los pesos de materia verde de hojas y tallos se obtuvo una relación con un coeficiente que medirá cuantas unidades de hojas son equivalentes a una unidad de tallo en las mediciones a los 30, 45 y 60 días después del corte de uniformidad.

4.6.2 Indicadores de calidad

Análisis bromatológico: Determinación de proteína cruda (aminoácidos), Fibra cruda, Fibra neutro y Acido Detergente, Digestibilidad in vitro. Se tomo una muestra homogénea de 350 gramos y se envió al laboratorio de la Facultad de Ciencia Animal para el análisis bromatológico.

Fibra Ácido Detergente (FAD, en ingles ADF): Se calcula digiriendo una muestra por medio de cetil-trimetil-amonio en ácido sulfúrico y el residuo es considerado como la fibra no digerible.

Contenido de Fibra (%) = $100 (W_2/W_1)$

W_1 = Peso de muestra (g).

W_2 = Peso del residuo (g).

Digestibilidad Verdadera “In Vitro” (en inglés IVTD): Es una fermentación anaeróbica llevada a cabo en el laboratorio para simular la digestión que ocurre en el rumen. Para tal efecto, se utiliza fluido ruminal de vacas canuladas y las muestras se incuban por un período definido a 39°C (temperatura corporal de la vaca). Durante este tiempo los microorganismos del líquido ruminal digieren la muestra como ocurriría en el rumen de una vaca. El resultado es una medida de la digestibilidad de la muestra que puede ser utilizada para estimar valores de energía del alimento (Melendez, 2015).

Proteína cruda: Es una determinación del análisis químico proximal, se refiere al porcentaje de proteína que contiene un alimento; el método de Kjeldahl (para determinar la proteína cruda) se basa en medir el contenido en nitrógeno de una muestra, que suele ser el contenido de proteína dentro la misma (NutriciónAnimalmx, 2017).

Producción de materia seca (kg): A los 30, 48, 60 días se tomó una muestra homogénea de 300 gramos y se entregó al laboratorio para secarla en horno a 60°C por 72 horas determinando el porcentaje de humedad. Se colocó en una bolsa kraf una sub muestra de 300 g se retiraron la

bolsa kraf de la balanza y se colocó en un horno de convección de aire forzado a 105 °C durante 24 horas. Se registró el peso de la bolsa kraf más la muestra seca con exactitud hasta 0.0001 gramos.

$$\%MS = \left(\frac{PF - Ps}{Pf} \right) * 100$$

PF: peso fresco de la muestra

Pf: peso fresco de la submuestra

Ps: peso seco de la submuestra

4.7 Análisis de datos

Los datos obtenidos para cada una de las variables se tabularon en hojas Excel, los cuales se procesaron estadísticamente a través de un análisis de varianza (ANDEVA) y separación de medias a través de la prueba de rangos múltiples de Tukey al 5% habiendo uso del programa Info Stat versión 2009.

4.8 Análisis económico

Se determinó el análisis económico a través de la metodología de presupuesto parcial propuesto por el CIMMYT (1988).

El análisis económico toma en cuenta:

Costo fijo: Son aquellos costos que el proyecto debe pagar independientemente de su nivel de operación., en cada tratamiento.

Costo variable: Los costos que varían son los costos (por hectárea) relacionados con los insumos comprados. La mano de obra y la maquinaria que varían de un tratamiento a otro.

Beneficio neto: La última línea del presupuesto parcial es el beneficio neto que se calcula restando el total de los costos que varían del beneficio bruto de campo, para cada tratamiento.

Presupuesto parcial: Este es un método que se utiliza para organizar los datos experimentales con el fin de obtener los costos y beneficios de los tratamientos alternativos (CIMMYT, 1988).

Análisis de dominancia: se efectúa ordenando los tratamientos de menores a mayores totales de costos que varían. Un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajos (CIMMYT, 1988).

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Características morfo estructurales

5.1.1 Altura de tallos (cm)

La altura de una planta es la distancia más corta entre el límite más alto de los tejidos fotosintéticos principales de esa planta (excluyendo las inflorescencias) y el nivel del suelo, expresado en metros (Pérez Harguindeguy, et al., 2013).

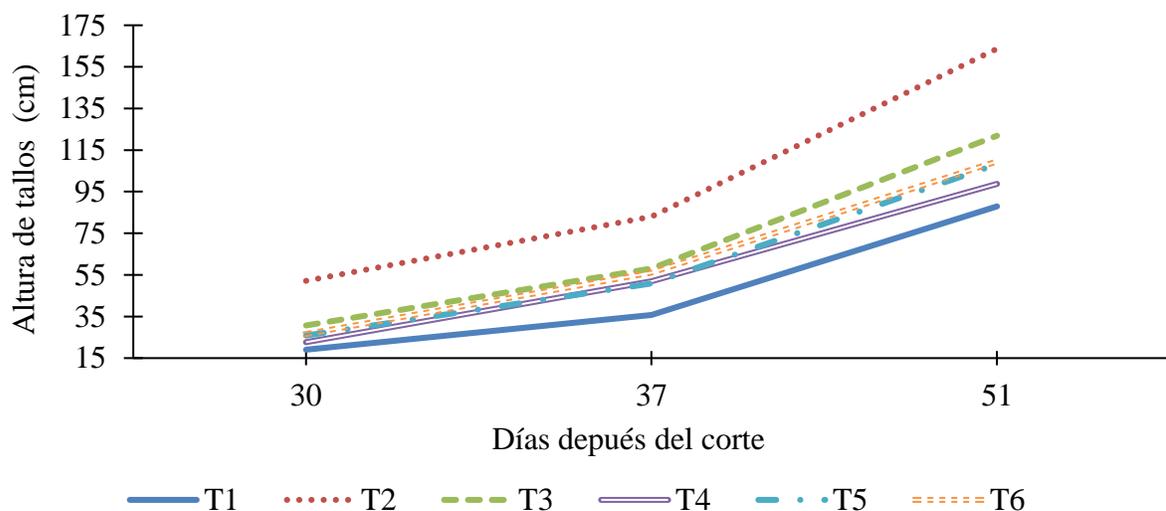


Figura 1. Efecto de los tratamientos en la altura de tallos en pasto Maralfalfa, Centro Experimental El Plantel.

El Maralfalfa (*Pennisetum sp*), presentó un crecimiento lento hasta los 37 después del corte de uniformidad. A partir de este tiempo todos los tratamientos muestran un mayor crecimiento y por ello demanda importantes cantidades de nutrientes a lo cual se debe de satisfacer. De acuerdo con el análisis estadístico ($p < 0.05$) se obtienen diferencia desde 37 hasta los 58 ddcu, alcanzando la mayor altura la aplicación de sintético T₂, con 118.4 cm a los 58 ddcu seguido del T₅ y T₃, la menor altura la presentó el T₁ con 118.4 cm.

La aplicación del T₁ a partir de los 37 días obtuvo una tasa de crecimiento diario de 4.5 cm, los tratamientos T₃ y T₁ dieron resultados similares (Figura 1), sus tasas de crecimiento fueron de 3.26 a 3.93 cm por día.

Florián (2015), recomienda que el corte de pasto debe de hacerse cuando alcance una altura de 100 cm, debido a que posee altos niveles de proteína, carbohidratos y alto rendimiento que puede

mantener 70 animales por hectárea. Mientras que Rodríguez (2014), recomienda utilizar el forraje para alimentación del ganado cuando alcance una altura de 120 cm. En esta investigación esa altura fue lograda entre los 55 y 70 ddcu.

5.1.2 Diámetro de tallo (cm)

El tallo es el eje del brote que permite dar soporte a los distintos órganos aéreos: hojas, ramas y flores. Crece buscando la luz con geotropismo negativo, es decir, se aleja del suelo al contrario de lo que hace la raíz. El tallo crece longitudinalmente debido a la actividad del denominado meristemo apical y es medido en diámetro, lo cual es el parámetro cuantitativo más importante en una evaluación porque puede ser medido en forma directa y, por lo tanto, se pueden obtener datos precisos (Loza, 1993).

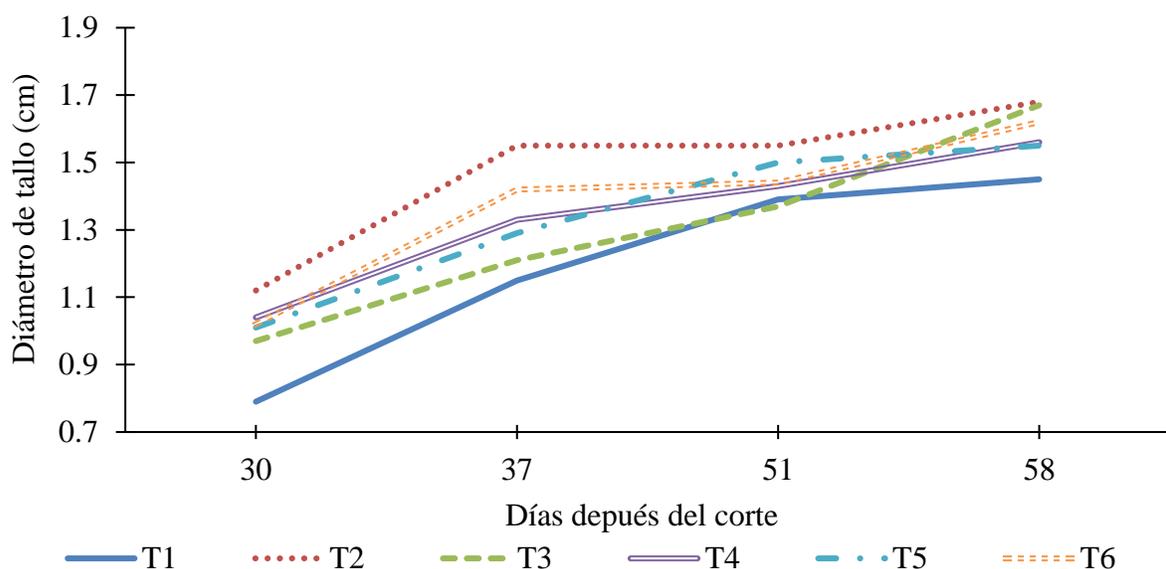


Figura 2. Efecto de los tratamientos en el diámetro de tallos en pasto Maralfalfa, Centro Experimental El Platel.

Las mediciones realizadas del diámetro de tallo en el pasto Maralfalfa en a los 30, 37, 51 y 58 ddcu el tratamiento sintético T₂ y el T₃, obtuvieron los mayores valores 1.68 y 1.67 cm respectivamente, estos son diferentes estadísticamente con respecto al resto de los tratamientos. Orihuela y Cuevas (2014), indican que el cultivar Maralfalfa puede llegar a alcanzar diámetros de tallos de 2 a 3 cm y alturas de 4 m, sin embargo, se debe tomar en cuenta también la calidad del pasto, tomando en cuenta que a una edad determinada puede lignificarse, lo cual puede ser menos aprovechado.

5.1.3 Numero de hojas

Ecured (2013), indica que la hoja es el órgano vegetativo primariamente especializado en la realización de la fotosíntesis. Son estructuras laminares o aciculares, que brotan lateralmente de los tallos o ramas, que tienen crecimiento limitado y que contienen sobre todo tejido foto sintetizador, situado siempre al alcance de la luz. Además, son las encargadas de llevar a cabo otras funciones como la transpiración y la respiración. Secundariamente las hojas pueden modificarse para almacenar agua o para otros propósitos.

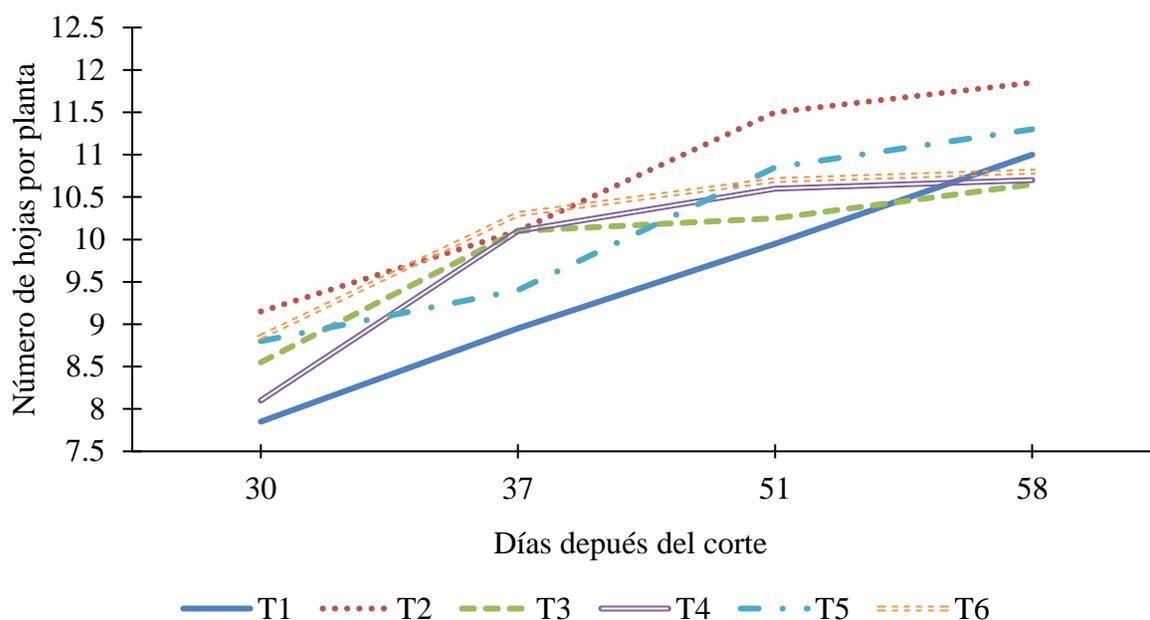


Figura 3. Efecto de los tratamientos en el número de hojas en pasto Maralfalfa, Centro Experimental El Plantel.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la variable número de hojas por planta, no hubo diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, sin embargo, el T₂ presentó el mayor número promedio de hojas (11.85) en la última fecha, mientras que el T₃ presentó el menor número de hojas (10.7) en esta variable.

Gomez et al., (2015), explica en un estudio de la Universidad Autónoma de Nayarit sobre la composición química y producción del pasto *Pennisetum purpureum* en la época de lluvias y diferentes estados de madurez, en la variable número de hojas obtuvieron valores de 8.92 y 12.44 a los 30 y 60 días respectivamente.

5.1.4 Plantas por metro lineal

En una planta gramínea, se considera que cada macollo individual es una unidad morfológica de la cual se originan nuevas hojas, macollos y raíces. En general las gramíneas producen varios macollos, en la base de estos se encuentra el ápice del tallo, que es un pequeño cilindro de 1-2 mm de longitud formado por varios segmentos superpuestos unidos por nudos (Beguet, y Bavera 2001).

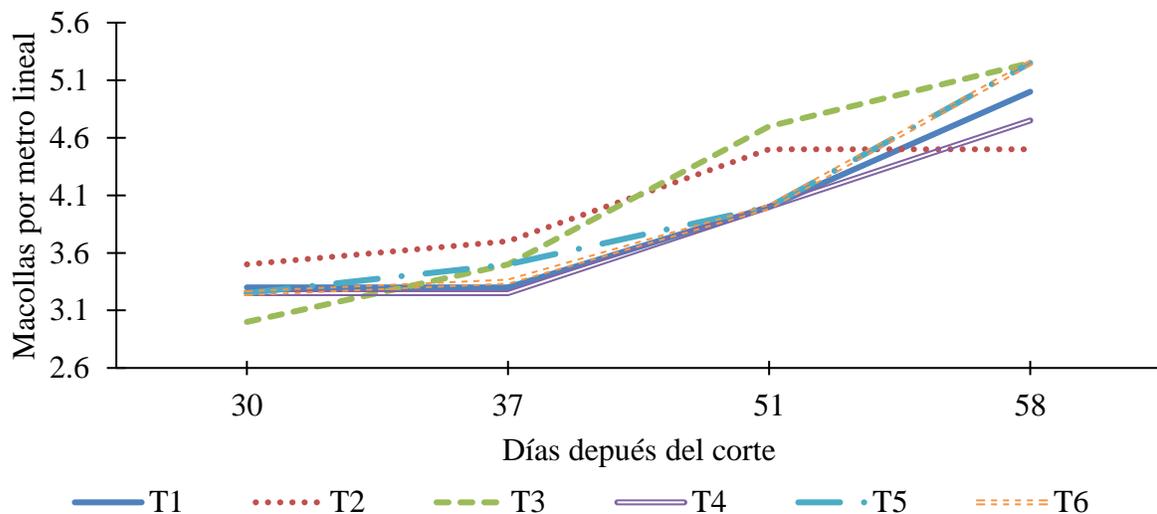


Figura 4. Efecto de los tratamientos en macollas por metro lineal durante en pasto Maralfalfa, Centro Experimental El Plantel.

El Maralfalfa (*Pennisetum sp*), presentó un desarrollo lento en todos los tratamientos hasta los 37 ddcu. A partir de este tiempo todos los tratamientos muestran un mayor desarrollo.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la variable macolla por metro lineal, no hubo diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, sin embargo, el T₃ y T₆ alcanzaron el pico más alto en las cuatro fechas, mientras que el T₂ presentó el menor aumento para esta variable. Coinciden con los valores encontrados por Gómez et al., (2015) a los 37 días con 3 macollas.

5.1.5 Macollos por planta

Los macollos son la unidad estructural de la mayoría de las especies de gramíneas. Se forman a partir de las yemas axilares o secundarias del meristema basal del eje principal. Cada uno de estos brotes secundarios o macollos inician su aparición cuando las plantas presentan entre dos y tres hojas. Cada uno de ellos, luego de producir sus primeras hojas, genera su propio sistema radicular. La suma o adición de macollos es lo que conforma la estructura y la forma de una planta de gramínea INATEC (2016).

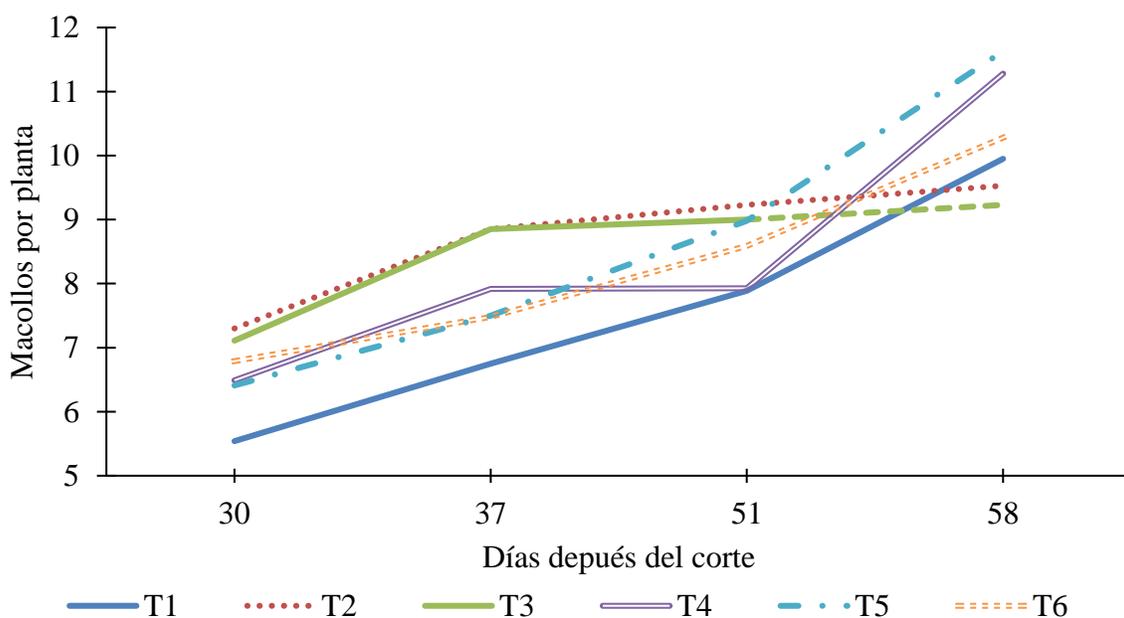


Figura 5. Efecto de los tratamientos en macollos por planta en pasto Maralfalfa, Centro Experimental El Plantel.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la variable macollos por planta, no hubo diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, sin embargo, el T₅ alcanzó el pico más alto en las cuatro fechas con respecto al resto de tratamientos, mientras que el T₃ presentó el menor aumento para esta variable.

En un estudio realizado por Barén y Centeno (2017), el mayor número de brotes se dio a los 90 días con una media de 9.3 brotes/m lineal; frente a los 4,7 brotes encontrados en el corte a los 45 días.

5.1.6 Peso fresco de la planta

Peso fresco de la planta es el peso del material vivo que se encuentra en un área y un momento dados. Se puede expresar como peso fresco por unidad de área: g./m²; kg/m²; ton/ha.

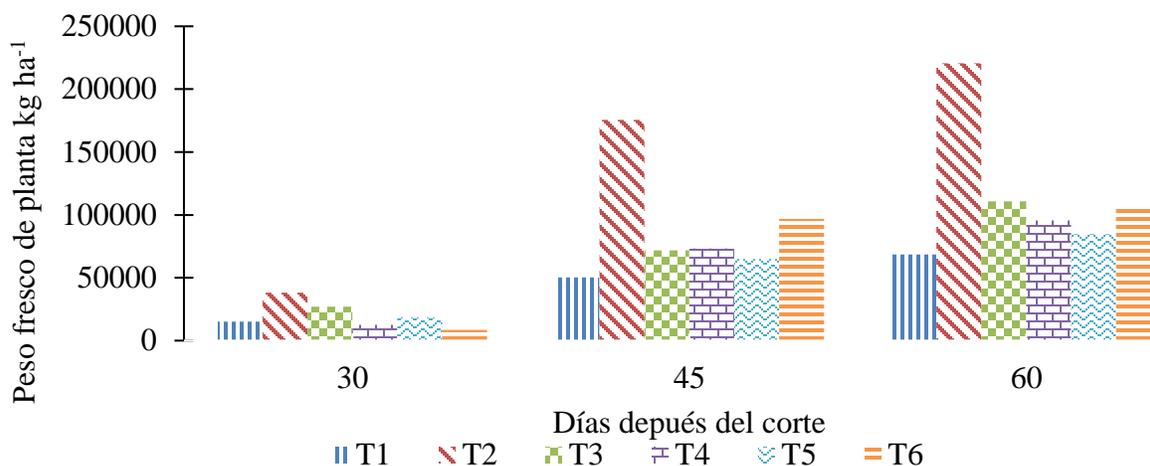


Figura 6. Producción de materia fresca planta, Centro Experimental El Plantel.

En cuanto a materia fresca del pasto Maralfalfa Figura 9, a los 30 ddcu, el T₂ presentó diferencias significativas obteniendo mayor peso 220,500 kg ha⁻¹ con respecto al resto de tratamientos, tendencia que se repite a los 45 ddcu y 60 ddcu. Se observa que al peso de materia fresca aumenta a mayor edad de la planta.

Entre los tratamientos en los que se utilizó solamente biol, el T₆ presentó el menor peso 8,482.5 kg ha⁻¹ a los 30 días, sin embargo, reflejo una mayor magnitud de ascenso a los 45 ddcu y 60 ddcu obteniendo un peso en la última fecha de 104 875 kg ha⁻¹.

Alvarado y Medal (2018) en su trabajo de investigación sobre el efecto del biol como fertilizante orgánico en 3 cultivares de *Pennisetum Purpureum* obtuvieron resultados de peso fresco de planta de 22 667 kg/ha⁻¹ y 17 335 kg ha⁻¹.

5.1.7 Relación hoja tallo

Guzmán (2008), menciona que la biomasa de una planta se incrementa desde la etapa vegetativa y decrece al acercarse su madurez filológica, por lo tanto, hay una disminución en la calidad debido al aumento en la altura de los tallos y cambios en la estructura de la pared celular secundaria. Una buena calidad se asocia con una con una mayor proporción de hojas o relación hoja tallo debido a su mejor digestibilidad y mayor contenido de proteína que los tallos (Juskiw, Helm y Salmon, 2000).

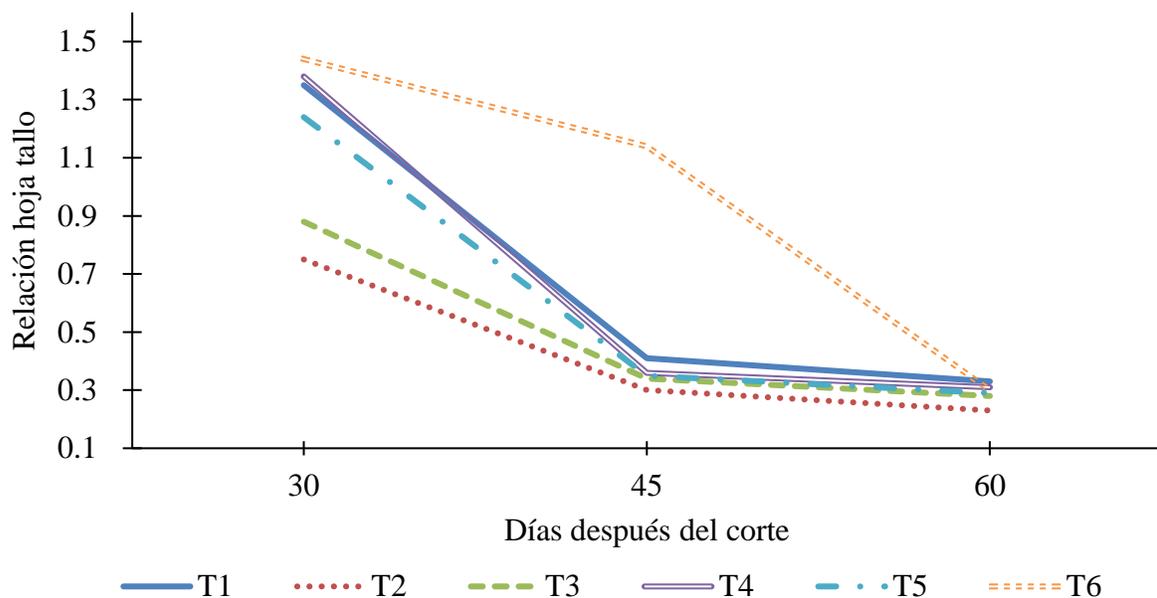


Figura 7. Relación hoja tallo del pasto Maralfalfa, Centro Experimental El Plantel.

La Figura 7, muestra que los cortes que se realizaron a los 30 ddcu los tratamientos fertilizados con biol obtuvieron valores por encima de uno lo que se traduce en mayor producción de hoja con relación al tallo, no así para los tratamientos fertilizados con sintético (T₂) y combinados (T₃), a los 45 ddcu disminuyó progresivamente a una mayor producción de tallo en relación a la hoja. Posteriormente a los 60 ddcu todos presentaron valores por debajo de 0.5 esto sucede a consecuencia de un aumento en la biomasa de tallos. El análisis estadístico no refleja diferencias significativas. Calzada et al., (2014), en un estudio realizado en México, en el pasto Maralfalfa obtuvo una relación de 0.23 a los 184 ddcu.

5.2 Indicadores de calidad

5.2.1 Fibra Ácido Detergente (FAD)

Es muy conocida como proteína no disponible o dada por el calor, se origina en procesos de secado del alimento del animal, donde la porción proteíca va a reaccionar con los carbohidratos que forma un complejo insoluble que no está disponible para el animal (Meléndez, 2015).

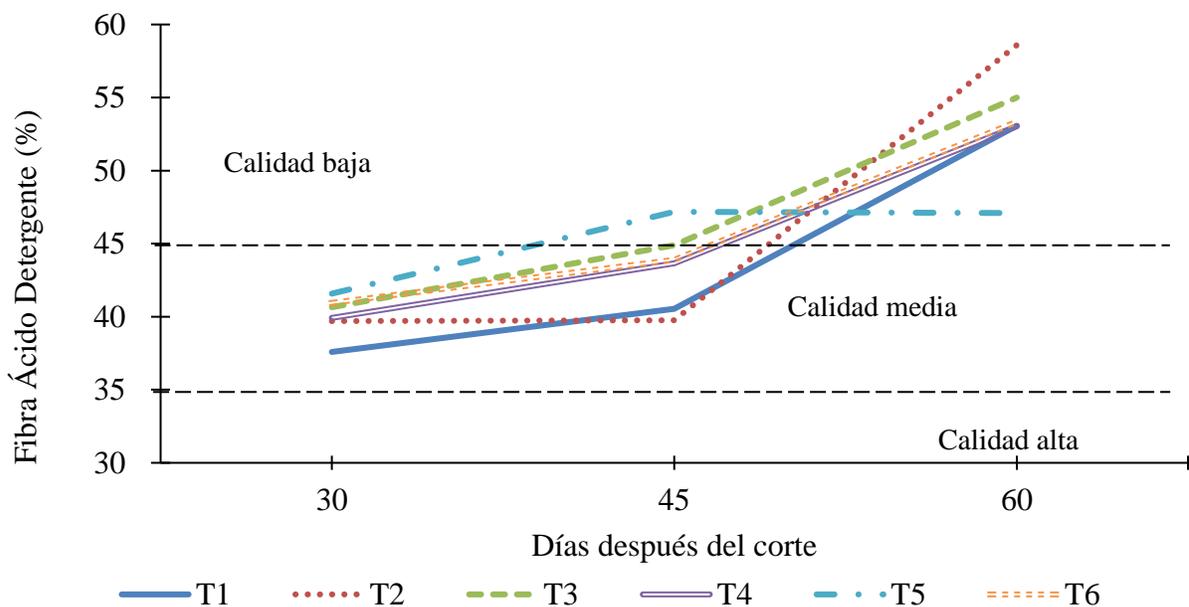


Figura 8. Contenidos de fibra ácida detergente (%) en Maralfalfa según los tratamientos aplicados, Centro Experimental El Plantel.

En la Figura 8, se puede observar que los tratamientos aplicados con sintético T₂ y T₃ contienen una FAD de 39.7% y 40.95% respectivamente a los 30 días después del corte, teniendo un aumento a los 60 días de 58.6% y 53.3% respectivamente. Los resultados demuestran que a mayor tiempo del pasto se incrementa el contenido de FAD, lo que se traduce a una menor digestibilidad del forraje para el animal.

Borbor (2013) obtuvo resultados del contenido de fibra ácido detergente (FAD) de 36 % a los 45 días y 36.43 % a los 60 días. Para la FAD se estima que aquellos pastos que poseen un valor entre 35 y 45 % son pastos de calidad media (Gonzales, 2017).

5.2.2 Digestibilidad In vitro materia seca (DVIMS)

Es una fermentación anaeróbica llevada a cabo en el laboratorio para simular la digestión que ocurre en el rumen, originando como resultado una medida de la digestibilidad que puede ser utilizada para estimar valores de energía del alimento (Meléndez, 2015).

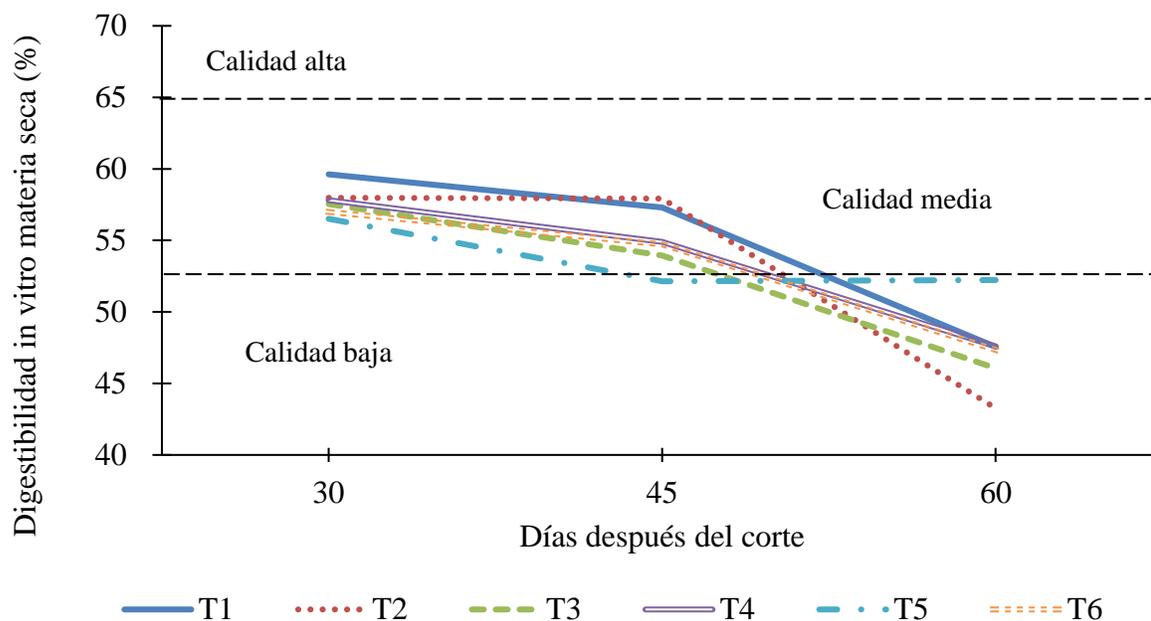


Figura 9. Contenido de la digestibilidad in vitro de materia seca (%) de Maralfalfa según los tratamientos aplicados, Centro Experimental El Plantel.

Los resultados mostrados en la Figura 7, indica que la mayor digestibilidad In vitro de los tratamientos se dió entre los 30 y 45 días a excepción del T₅. Los tratamientos con biol tuvieron un rango de 52.14 % a 57.92 %. El T₅ resulto el más bajo con 52.14% a los 45 días, pero tuvo un leve aumento al 52.22 % a los 60 días, manteniendo mejor digestibilidad a mayor edad. El T₂ presentó la menor digestibilidad a lo largo del tiempo, siendo 57.92 % a los 45 días y 43.26 % a los 65 ddcu. También podemos observar en la Figura 7 que los tratamientos con solo biol, presentaron mayor digestibilidad en comparación con el que se utilizó sintético ya sea solo o combinado.

Se estima que la calidad media en cuanto DIVMS oscila entre 65 y 53 %, siendo pastos de alta calidad cuando superan el 65 % de en su contenido (Perulactea, 2014).

5.2.3 Porcentaje de materia seca

Según EcuRed (2018), 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.

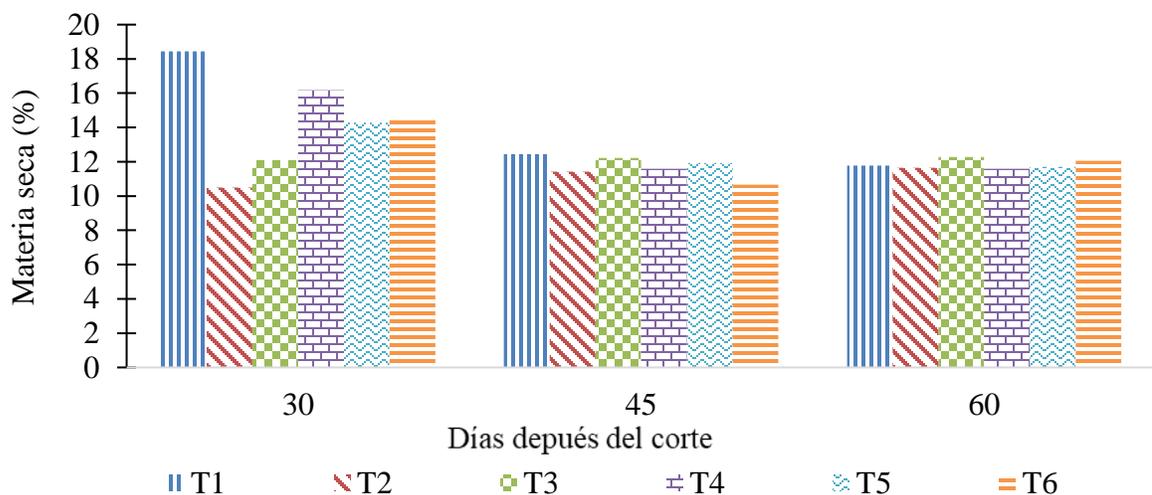


Figura 10. Porcentaje de materia seca según los tratamientos aplicados al pasto Maralfalfa, Centro Experimental El Plantel.

En la variable porcentaje de materia seca podemos observar diferencias significativas a los 30 ddcu donde el T₁ presentó el mayor valor con 18%, este valor decrece en un 6.68% a los 60 ddcu a diferencia del T₃ el cual tuvo un aumento y entre los 30 ddcu y 60 ddcu de 12.04% a 12.27%, obteniendo el mayor valor en la última fecha. Similar a los resultados obtenidos por Rojas y Bermúdez (2011), de los 15 a los 75 días, obteniendo valores en un rango de 12 a 24 %.

El T₁ muestra valores superiores al resto de tratamientos a los 30 días a pesar de estar desprovisto de fertilizante, esto puede justificarse por el hecho de que en el lugar donde se estableció el experimento era un área en barbecho la cual probablemente presentaba una reserva de nutrientes.

5.2.4 Proteína cruda (PC)

Es una determinación porcentual de proteína contenida en un alimento, medida a través del método de Kjeldahl, que está basado en medir el contenido de nitrógeno en una muestra, que por lo general es la cantidad de proteína contenida dentro de la misma (NutricionAnimalmx, 2017).

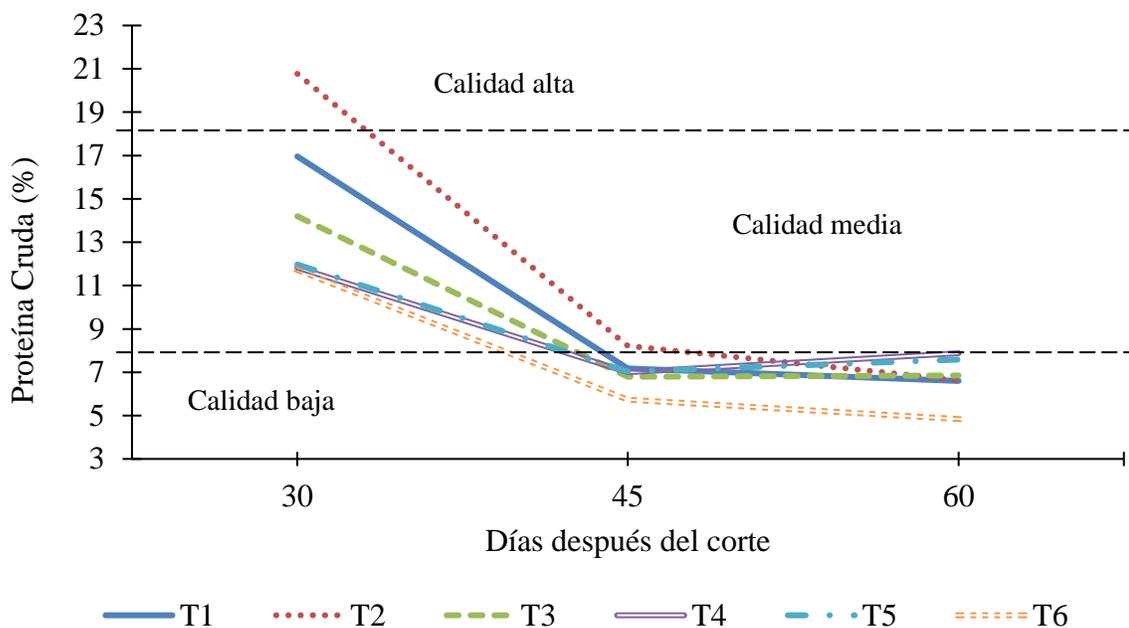


Figura 11. Contenidos de proteína cruda según la edad de corte en pasto Maralfalfa Centro Experimental El Plantel.

En la Figura 8 muestra que el T₂ presentó a los 30 ddcu el mayor contenido de proteína cruda con 20.77%, el T₃ presentó 14.2%, mientras que el T₄, T₅ y T₆ obtuvieron 16.96%, 11.97% y 11.72% respectivamente, por otra parte, el T₁ presentó un valor del 16.96%. Estos resultados nos demuestran lo importante que resulta la fertilización de los pastos para satisfacer los requerimientos nutricionales del animal, lo que a su vez se traduce en una mejor productividad al obtener un mejor desarrollo del ganado y producción de leche.

Trujillo y Uriarte (2013) reportan que el contenido de proteína cruda de las gramíneas tiene un promedio de 14.6 %, por su parte Citalán et al. (2012) obtuvieron un promedio de 10.76% PC en el pasto Maralfalfa, alcanzando un máximo de 13.37% a los 30 días y 6.2% a los 90 días.

Perulactea (2014), estima que el rango óptimo para proteína cruda es entre 18 y 8 %. Lo que significa que pastos con un contenido de PC dentro de este rango son de una calidad media y aceptable para los animales.

5.2.5 Producción de materia seca

NutriciónAnimalmx (2017), también conocido como extracto seco, es el producto restante de una muestra de alimento después de haberla sometido a altas temperaturas para evaporar el agua de la misma, se realiza en un laboratorio haciendo uso de un horno de secado. La materia seca nos indica el contenido de nutrientes que posee una determinada muestra.

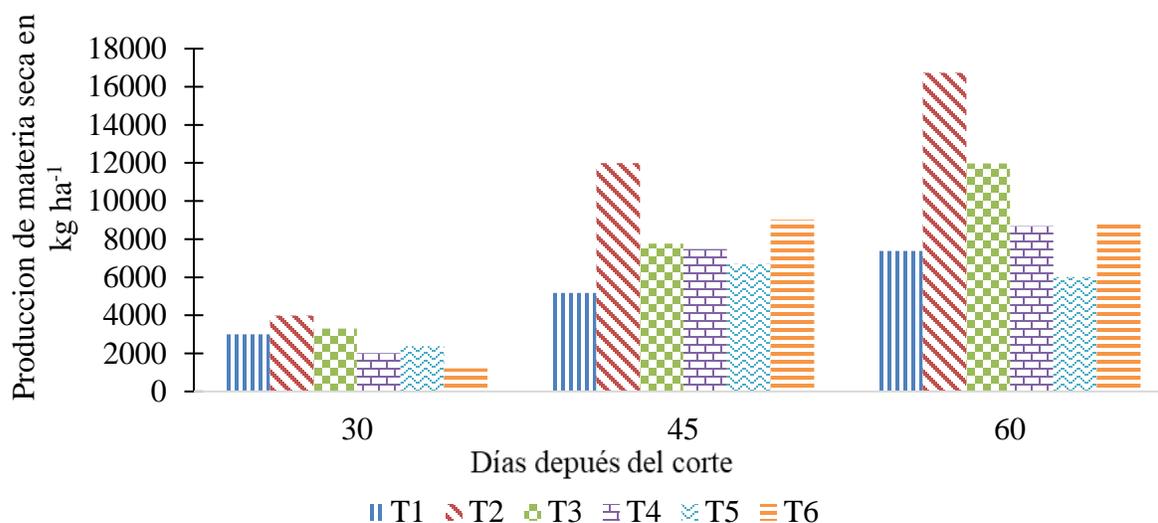


Figura 12. Producción de materia seca en kg/ha según los tratamientos aplicados del pasto de corte Maralfalfa, Centro Experimental El Plantel.

El T₂ fue el que presentó mejor desempeño en cuanto a producción de materia seca siendo el de mayor peso en las tres fechas, con valores de 3 981.94, 11 986.24 y 16 741.31 kg ha⁻¹ diferentes estadísticamente respecto al resto de tratamientos. Como se esperaba el T₁ a los 30 y 45 ddcu al ser desprovisto de cualquier tipo de fertilización presentó el menor peso en cuanto a materia seca obteniendo pesos de 2 999.1 y 5 176.44 kg ha⁻¹. Valores similares fueron encontrados por Andino y Pérez (2012), donde la producción de materia seca obtuvo valores de 26 378 kg ha⁻¹ a los 75 días.

5.3 Análisis económico de presupuesto parcial de la aplicación de biol

El análisis económico se realizó mediante la metodología propuesta por el CIMMYT en el año 1988, la cual presenta una serie de procedimientos para realizar el análisis económico de los resultados obtenidos en los ensayos de investigaciones de carácter agrícola, con el fin de determinar los costos y beneficios de los tratamientos utilizados.

Por lo tanto, los tratamientos alternativos utilizados para este trabajo investigativo son aquellos que contiene fertilizantes sintéticos o biol, el tratamiento testigo viene a ser el sistema tradicional.

El presupuesto parcial, determina 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 de los cuales se aplicaron la cantidad de 8.25 QQ de Urea 46 %, 5.14 QQ de completo 12-30-10 y de 0.61 QQ de Potasio. El costo del biol depende de la cantidad utilizada, las cuales corresponde para las dosis de 10, 000, 14,000 y 18,000 litros un valor de \$11.94, \$16.72 y \$21.5 respectivamente y para el sintético + biol (T₃) dosis de 7,000 litros un valor de \$8.36. Para el caso de la mano de obra la distribución del fertilizante se consideró la norma utilizada por los productores que aplican 2.85 qq ha⁻¹ (2 qq mz⁻¹) de fertilizante sintético por día hombre y para el biol se calculó el tiempo de aplicación para este experimento y se determinó que se aplican 1000 litros/día; el costo de día hombre se estimó en \$ 4.48. Es importante incluir el costo, aun cuando el productor posea biodigestor, con la finalidad de un análisis más preciso.

El rendimiento obtenido de materia seca por cada tratamiento del experimento nos da como resultado el beneficio bruto y el valor por kg de materia seca, teniendo en cuenta que el precio de una paca equivalentes a \$ 0.15 por kilogramo, lo que regularmente son comercializadas las pacas que tienen un peso promedio de 12 kg, considerando pastos mejorados.

En el Cuadro 2, el productor cuenta con biodigestor propio, nos muestra que la compra de fertilizantes sintéticos tiene los mayores costos, teniendo un efecto negativo en el beneficio neto, por otro lado, la aplicación con 10 mil litros de biol obtuvo la mayor relación beneficio costo, seguido de la dosis con 18 mil litros de biol.

Cuadro 3. Análisis económico a partir de presupuesto parcial en pasto de corte Maralfalfa disponiendo de biodigestor propio.

Indicadores	Sin fertilizantes	200 kg N + 70 kg P ₂ O ₅ + 40 kg K ₂ O	100 kg N + 35 kg P ₂ O ₅ + 20 kg K ₂ O + 7 000 litros biol	10000 litros biol	14000 litros biol	18000 litros biol
Rendimiento de materia seca en kg ha ⁻¹	5,176.44	17,986.24	7,759.71	7,477.98	6,686.26	9,024.18
Rendimiento ajustado al 10 % en kg ha ⁻¹	4,658.80	16,187.16	6,983.74	6,730.18	6,017.34	8,121.76
Precio en \$ kg-1	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Beneficio bruto en \$ ha ⁻¹	698.82	2,428.07	1,047.56	1,009.53	902.60	1,218.26
Costo de fertilizantes sintéticos en \$ ha ⁻¹	-	265.24	132.62	-	-	-
Costo de aplicación de fertilizantes sintéticos en \$ ha ⁻¹	-	22	11	-	-	-
Costo biol en \$ ha ⁻¹			8.36	11.94	16.72	21.5
Costo de aplicación del biol en \$ ha ⁻¹	-	-	31.34	44.78	62.69	80.60
Costo Totales que varían en \$ ha ⁻¹	-	287.24	183.32	56.72	79.41	102.1
Beneficio neto \$ ha ⁻¹	698.82	2,140.83	864.24	952.81	823.19	1,116.16
Relación beneficio costo		7.45	4.71	16.80	10.37	10.93

Para el realizar el presupuesto parcial (Cuadro 3), se tomó la producción de materia seca a los 45 días, esto debido a que es el momento donde el pasto posee una calidad media nutricional y una buena producción de biomasa.

5.4 Análisis de dominancia

Se efectuó un análisis de dominancia para todos los tratamientos, ordenando de menor a mayor los costos totales que varían en \$ ha⁻¹. El Cuadro 3 nos indica que cuatro tratamientos resultaron ser no dominados (ND) y dos dominados (D), el tratamiento T₄ tiene el mayor beneficio neto en comparación a sus costos. Con los tratamientos T₂ y T₆ obtuvieron considerablemente un mayor beneficio neto, sin embargo, tienen costos mayores.

Cuadro 4. Análisis de dominancia en la fertilización sintética, Biol y combinada en pasto de corte Maralfalfa (*Pennisetum sp*), en un segundo rebrote, Centro Experimental El Plantel, 2018.

Tratamientos	T ₁	T ₄	T ₅	T ₆	T ₃	T ₂
Costo Totales que varían en \$ ha ⁻¹	0	56.72	79.41	102.1	183.32	287.24
Beneficio neto \$ ha ⁻¹	698.82	952.807	823.191	1116.164	864.241	1330.903
Relación beneficio costo	0	16.80	10.37	10.93	4.71	4.63
Dominancia	ND	ND	D	ND	D	ND

VI. CONCLUSIONES

No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos para las variables: diámetro de tallo, número de hojas, macollas por metro lineal, plantas por macollas, relación hoja tallo. Se obtuvieron diferencias significativas en la variable altura del tallo, el cual destacó el T₂ con 118.4 cm. En cuanto a materia fresca el T₂ obtuvo el mayor peso con 220 500 kg ha⁻¹ con respecto al resto de tratamientos.

El análisis bromatológico mostró que los tratamientos obtuvieron resultados similares para fibra ácido detergente, digestibilidad in vitro de materia seca y proteína cruda, siendo a los 35 y 45 días el momento donde presentaron una calidad media. Respecto a la producción de materia seca, el T₂ presentó mejor desempeño con 16 741.31 kg ha⁻¹ a los 60 días, sin embargo, el que presentó mejor porcentaje de materia seca a los 60 días fue el T₃.

El presupuesto parcial nos indicó que el T₄ fue el que mejor relación beneficio costo obtuvo, lo que se traduce en una mayor rentabilidad para el productor al implementar esta tecnología.

VII. RECOMENDACIONES

- Adoptar tecnologías que permitan la aplicación de biol de manera más eficiente y reduzcan los costos de mano de obra.
- Evaluar el biol en diferentes zonas del país para conocer su comportamiento.
- Realizar estudios sobre el efecto del biol en diferentes cultivos que permita a los productores, disponer de información e implementarlos a sus unidades de producción.

VIII. LITERATURA CITADA

- Alvarado, E. y Meda, R. (2018). *Efecto del Biol como fertilizante orgánico en tres cultivares de Pennisetum purpureum Juigalpa, Chontales, Nicaragua, 2015 – 2016* Tesis de Ingeniería). Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/3610/1/tnf04c266e.pdf>
- Andino, N. Pérez, J. (2012). *Producción de biomasa y concentración de nutrientes en el pasto cubano (Pennisetum purpureum x P. tiphoides) CV CT – 115. Finca la Tigra, Cárdenas, Rivas, Nicaragua* (Tesis de ingeniería). Universidad Nacional Agraria, Rivas, Nicaragua. recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/1422/1/tnf61a552.pdf>
- Barberena, E. (2018). Ministerio Agropecuario presenta informe sobre la ganadería en Nicaragua. El 19 digital, Managua, Nicaragua. Recuperado de <https://www.el19digital.com/articulos/ver/titulo:83813-ministerio-agropecuario-presenta-informe-sobre-la-ganaderia-en-nicaragua>.
- Barén, J. y Centeno, L. (2017). *VALORES NUTRITIVOS DEL PASTO Cuba OM-22 (Pennisetum purpureum x Pennisetum glaucum), SOMETIDO A CUATRO INTERVALOS DE CORTE EN EL VALLE DEL RÍO CARRIZAL* (Tesis Ingeniería). Escuela Superior Politécnica Agropecuaria De Manabí Manuel Félix López Calceta. Recuperado de <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/649/1/TA70.pdf>
- Beguet, H. y Bavera G. (2001). FISIOLOGÍA DE LA PLANTA PASTOREADA. Argentina. Recuperado de http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/04-fisiologia_de_la_planta_pastoreada.pdf
- Borbor, J. (2013). *Evaluación Agronómica y Nutricional del Pasto Maralfalfa (Pennisetum spp.) bajo dos métodos de propagación y tres programas de fertilización en la Parroquia Cerecita, Provincia del Guayas* (Tesis de Ingeniería). ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL, Guayaquil, Ecuador. Recuperado de <http://composi.info/facultad-de-ingeniera-en-mecanica-y-ciencias-de-la-produccion-v5.html>
- Calzada-Marín, Jesús Miguel, Enríquez-Quiroz, Javier Francisco, Hernández-Garay, Alfonso, Ortega-Jiménez, Eusebio, & Mendoza-Pedroza, Sergio I.. (2014). Análisis de crecimiento del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp.) en clima cálido subhúmedo. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 5(2), 247-260. Recuperado en 20 de octubre de 2019, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242014000200009&lng=es&tlng=es

- Citalán, L., Domínguez, B., Orantes, M. Manzur, A., Sánchez, B., Lara, M.,... Toral, J. (2012). Evaluación nutricional de maralfalfa (*Pennisetum spp*) en las diferentes etapas de crecimiento en el rancho San Daniel, municipio de Chiapa de Corzo, Chiapas. *Quehacer Científico en Chiapas*, 1(13) 19-23. Recuperado de https://www.dgip.unach.mx/images/pdf-REVISTA-QUEHACERCIENTIFICO/QUEHACER-CIENTIFICO-2012-ener-jun/evaluacion_nutricional_de_maralfalfa.pdf
- CMMYT. 1988. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. México. Recuperado de <https://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/1063/9031.pdf>
- Ecured. (2013). Hoja. *Ecured* [versión electrónica]. Cuba: Enciclopedia cubana., <https://www.ecured.cu/Hoja>
- Ecured. (2018). Materia seca. *Ecured* [versión electrónica]. Cuba: Enciclopedia cubana., https://www.ecured.cu/Materia_seca
- Florian, L. (2015). Pasto Maralfalfa. Trujillo, Perú. Recuperado de <http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/PASTO%20MARALFALFA,%202015.pdf>
- Gómez, A., Loya, J., Sanginés, L. y Gómez, J.(2015). Composición química y producción del pasto *Pennisetum purpureum* en la época de lluvias y diferentes estados de madurez. *Revista EDUCATECONCIENCIA*. 6(7), Pp 68-74 Recuperado de <http://192.100.162.123:8080/bitstream/123456789/375/1/Composici%C3%B3n%20qu%C3%ADmica%20y%20producci%C3%B3n%20del%20pasto.pdf>
- González, K. (20 de diciembre de 2017). Valor nutricional de los pastos [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://zoovetespasion.com/pastos-y-forrajes/valor-nutricional-los-pastos/>
- Guerrero, L. (24 de mayo de 2018). ¿Qué es un biodigestor?. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <http://vidaverde.about.com/od/Energias-renovables/a/Que-Es-Un-Biodigestor.htm>
- Guzman, Y. (2008). *Producción de Biomasa, Relación hoja-tallo y Correlaciones en Líneas de Cebada Forrajera Imberbe* (Tesis de ingeniería). UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”, Coahuila, México. Recuperado de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1423/T16932%20Guzm%c3%a1n%20P%c3%a9rez.%20Yuri%20%20%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- INATEC (Instituto Nacional Tecnológico). (2016). MANUAL DEL PROTAGONISTA PASTOS Y FORRAJES recuperado de https://www.jica.go.jp/project/nicaragua/007/materials/ku57pq0000224spz-att/Manual_de_Pastos_y_Forrajes.pdf

- INIA (Instituto Nacional de Investigación Agraria). (2008). Producción y uso de biol. Lima, PE. Recuperado de http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/115/1/Uso_Biol_Lima_2008.pdf
- Juskiw, P., Helm, J., y Salmon, D. (2000). Postheading Biomass Distribution for Monocrops and Mixtures of Small Grain Cereals. *Crop Sci.* 40:148-158. doi:10.2135/cropsci2000.401148x
- López Velázquez, NA y Olivera Moncada, G. (2017). *Diagnóstico del uso y manejo del biol en fincas ganaderas de la zona seca de Nicaragua, julio 2015-enero 2016* (Tesis de Ingeniería). Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/3472/1/tnf041864d.pdf>
- López, A; Gonzales, E. (2006). *Estudio del crecimiento y sobrevivencia de cinco especies forestales en la finca El Plantel* (Tesis de Ingeniería). Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua, 62 p.
- Loza, H. J. (1993). *Morfología y fisiología de los pastos*. Recuperado de <http://cdigital.dgb.uanl.mx/la/1020082475/1020082475.PDF>
- MAG (Ministerio Agropecuario). (2018). Nicaragua reporta un sustancial crecimiento en el Hato Ganadero. Managua, Nicaragua. Recuperado de <https://www.mag.gob.ni/index.php/87-noticias/217-nicaragua-reporta-un-sustancial-crecimiento-en-el-hato-ganadero>
- Meléndez, P. (21 de octubre de 2015). Las bases para entender un análisis nutricional de alimentos y su nomenclatura [Mensaje en un blog]. 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>
- NutriciónAnimalmx. (02 de marzo del 2017). Materia Seca [Mensaje en un blog]. Recuperado de <http://nutricionanimal.mx/glosario-nutricion-animal/materia-seca>
- NutricionAnimalmx. (22 de febrero de 2017). Proteína cruda [Mensaje en un blog]. Recuperado de <http://nutricionanimal.mx/glosario-nutricion-animal/proteina-cruda>
- Orihuela, JC. y Cuevas, O. (2014). *El ensilaje de maralfalfa como alternativa para la alimentación de bovinos lecheros en el estado de Morelos. INIFAP-CIRPAS. Campo Experimental Zacatepec*. Folleto para Productores No. 65. Zacatepec, Morelos, México. 17p. Recuperado de http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4246/010208305800066256_CIRPAS.pdf?sequence=1
- Pérez-Harguindeguy N., Díaz S., Garnier E., Lavorel S., Poorter H., Jaureguiberry P.,... Cornelissen J. (2013). Nuevo manual para la medición estandarizada de caracteres funcionales de plantas. *Australian Journal of Botany*, 61, 167-234 <http://dx.doi.org/10.1071/BT12225>

- Perulactea. (05 de diciembre de 2014). Parámetros para Evaluar la Calidad de los Forrajes [Mensaje en un blog]. Recuperado de <http://www.perulactea.com/2014/12/05/parametros-para-evaluar-la-calidad-de-los-forrajes/>
- Reyes Meléndez, FM y Martínez Villachica, AM. (2018). *Efecto del biol en el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz (Zea mays L.) Cv NB-9043, finca El Plantel, Masaya 2017* (Tesis de Ingeniería). Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/3800/1/tnf04r457b.pdf>
- Rodríguez DR. (2014). *Pasto Maralfalfa. Establecimiento, manejo y aprovechamiento en ganado caprino*. México, DF. 15 P. recuperado de <http://icamex.edomex.gob.mx/sites/icamex.edomex.gob.mx/files/files/publicaciones/2014/pasto%20maralfalfa.pdf>
- Rojas Guido, MG. Bermúdez González ES. (2011). *Productividad y concentración de nutrientes del Taiwán Cubano (Pennisetum purpureum X Pennisetum tiphoides), CT 115, en época lluviosa, 2010 en la Fincas Santa Rosa* (Tesis de ingeniería). Universidad Nacional Agraria, Managua Nicaragua. Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/1455/1/tnf01r741p.pdf>
- Sevilla Pachano, PM. (2011). *La utilización de maralfalfa como alimento principal en la explotación bovina de carne de la finca pulpaná del cantón Sigchos* (Tesis de Ingeniería). Universidad Técnica de Ambato, Cevallos, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/4353/1/Tesis-48%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica.pdf>
- Sistema biobolsa. Sf. Manual del Biol. México D.F. 15 P.
- Trujillo, A y Uriarte, G. (2012). VALOR NUTRITIVO DE LAS PASTURAS. 34 Páginas. Recuperado de http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/ALIMENTOS%20RUMIANTES/Trujillo_Uriarte.VALOR_NUTRITIVO_PASTURAS.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
- Zapata Quiñones, F y Mejía Mendoza, N. (2009). *Evaluación del rendimiento del cultivo de soja (Glycine max. (L) Merr), bajo la fertilización orgánica, sintética y combinada, en la Finca el Plantel (Masaya) postrera 2009* (Tesis de Ingeniería). Universidad Nacional Agraria, Masaya Nicaragua. Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/2151/1/tnf01z35.pdf>

IX. ANEXOS

Anexo 1. Cronograma de actividades

Nº	Actividad	Fecha de realización
1	Medición de altura de planta	04 de Mayo de 2018 11 de Mayo de 2018 25 de Mayo de 2018 02 de Junio de 2018
2	Medición de diámetro del tallo	04 de Mayo de 2018 11 de Mayo de 2018 25 de Mayo de 2018 02 de Junio de 2018
3	Medición de numero de hojas	04 de Mayo de 2018 11 de Mayo de 2018 25 de Mayo de 2018 02 de Junio de 2018
4	Medición de porcentaje de cobertura	30, 37, 51, 58 días después del corte de uniformidad
5	Medición de numero de macollos por planta	30, 37, 51, 58 días después del corte de uniformidad
6	Medición de producción de materia verde (kg)	30,48,60 días después del corte de uniformidad
7	Medición de producción de materia seca (kg)	30,48,60 días después del corte de uniformidad

Anexo 2. Plano de campo

T₁. Testigo

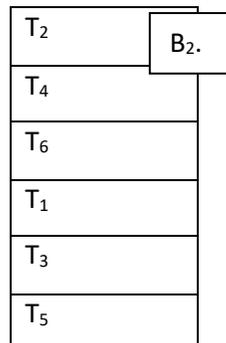
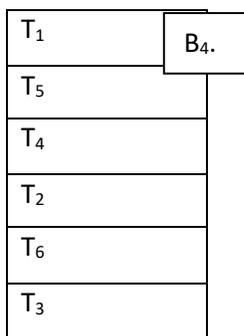
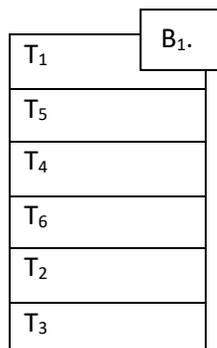
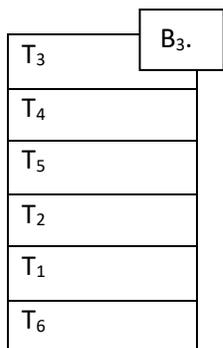
T₂: 155 kg N+70kg P₂O₅+ 23 kg K₂O

T₃. 77.5 kg N; 35 kg P₂ O₅+11.5kg K₂O +7000 litros biol

T₄. 10 000 litros Biol ha⁻¹

T₅. 14 000 litros Biol ha⁻¹

T₆. 18 000 litros Biol ha⁻¹



Anexo 3. Altura de tallos (cm) pasto de corte maralfalfa (*Pennisetum sp*) Centro Experimental El Plantel 2017-2018

Tratamiento	30 ddcu	37 ddcu	51 ddcu	58 ddcu
T ₁	19.05	35.75	87.95	118.4
T ₂	52.15	83.05	163.7	177.65
T ₃	30.7	58	121.9	126.5
T ₄	22.65	52	98.75	120.15
T ₅	25.85	50.8	108.2	131.05
T ₆	26.55	56.05	109.55	119.4
%CV	39.92	29.98	24.24	15.03
P _{≥0.05}	0.02	0.03	0.02	0.01

- T₁. Testigo
- T₂: 155 kg N + 70 kg P₂O₅ + 23 kg K₂O
- T₃. 77.5 kg N + 35 kg P₂O₅ + 11.5kg K₂O +7 000 litros biol
- T₄. 10 000 litros Biol ha⁻¹
- T₅. 14 000 litros Biol ha⁻¹
- T₆. 18 000 litros Biol ha⁻¹
- ddcu: días después del corte de uniformidad

Anexo 4. Diámetro de tallos (cm) pasto de corte maralfalfa (*Pennisetum sp*) Centro Experimental El Plantel 2017-2018

Tratamiento	30 ddcu	37 ddcu	51 ddcu	58 ddcu
T ₁	0.79	1.15	1.39	1.45
T ₂	1.12	1.55	1.55	1.68
T ₃	0.97	1.21	1.37	1.67
T ₄	1.04	1.33	1.43	1.56
T ₅	1.01	1.29	1.5	1.55
T ₆	1.02	1.42	1.44	1.62
%CV	19.68	17.79	13.76	9.06
P _{≥0.05}	0.34	0.26	0.47	0.54

- T₁. Testigo
- T₂: 155 kg N + 70 kg P₂O₅ + 23 kg K₂O
- T₃. 77.5 kg N + 35 kg P₂O₅ + 11.5kg K₂O +7 000 litros biol
- T₄. 10 000 litros Biol ha⁻¹
- T₅. 14 000 litros Biol ha⁻¹
- T₆. 18 000 litros Biol ha⁻¹
- ddcu: días después del corte de uniformidad

Anexo 5. Número de hojas por planta pasto de corte maralfalfa (*Pennisetum sp*) Centro Experimental El Plantel 2017-2018

Tratamiento	30 ddcu	37 ddcu	51 ddcu	58 ddcu
T ₁	7.85	8.95	9.95	11
T ₂	9.15	10.1	11.5	11.85
T ₃	8.55	10.1	10.25	10.65
T ₄	8.1	10.1	10.6	10.7
T ₅	8.8	9.4	10.85	11.3
T ₆	8.85	10.3	10.7	10.8
%CV	12.07	8.98	10.07	7.3
P _{≥0.05}	0.50	0.27	0.26	0.52

- T₁. Testigo
- T₂: 155 kg N + 70 kg P₂O₅ + 23 kg K₂O
- T₃. 77.5 kg N + 35 kg P₂O₅ + 11.5kg K₂O +7 000 litros biol
- T₄. 10 000 litros Biol ha⁻¹
- T₅. 14 000 litros Biol ha⁻¹
- T₆. 18 000 litros Biol ha⁻¹
- ddcu: días después del corte de uniformidad

Anexo 6. Macollas por metro lineal pasto de corte maralfalfa (*Pennisetum sp*) Centro Experimental El Plantel 2017-2018

Tratamiento	30 ddcu	37 ddcu	51 ddcu	58 ddcu
T ₁	3.3	3.3	4	5
T ₂	3.5	3.7	4.5	4.5
T ₃	3	3.5	4.7	5.25
T ₄	3.25	3.25	4	4.75
T ₅	3.25	3.5	4	5.25
T ₆	3.25	3.35	4	5.25
%CV	21.5	18.97	20.51	27.72
P _{≥0.05}	0.86	0.31	0.65	0.90

- T₁. Testigo
- T₂: 155 kg N + 70 kg P₂O₅ + 23 kg K₂O
- T₃. 77.5 kg N + 35 kg P₂O₅ + 11.5kg K₂O +7 000 litros biol
- T₄. 10 000 litros Biol ha⁻¹
- T₅. 14 000 litros Biol ha⁻¹
- T₆. 18 000 litros Biol ha⁻¹
- ddcu: días después del corte de uniformidad

Anexo 7. Plantas por macolla pasto de corte maralfalfa (*Pennisetum sp*) Centro Experimental El Plantel 2017-2018

Tratamiento	30 ddcu	37 ddcu	51 ddcu	58 ddcu
T ₁	5.54	6.75	7.89	9.95
T ₂	7.3	8.85	9.23	9.53
T ₃	7.11	8.85	9	9.23
T ₄	6.49	7.92	7.93	11.28
T ₅	6.41	7.5	8.98	11.63
T ₆	6.79	7.48	8.59	10.28
%CV	15.24	29.36	24.28	23.51
P \geq 0.05	0.69	0.81	0.11	0.22

- T₁. Testigo
- T₂: 155 kg N + 70 kg P₂O₅ + 23 kg K₂O
- T₃. 77.5 kg N + 35 kg P₂O₅ + 11.5kg K₂O +7 000 litros biol
- T₄. 10 000 litros Biol ha⁻¹
- T₅. 14 000 litros Biol ha⁻¹
- T₆. 18 000 litros Biol ha⁻¹
- ddcu: días después del corte de uniformidad

Anexo 8. Peso fresco de planta (kg ha⁻¹) pasto de corte maralfalfa (*Pennisetum sp*) Centro Experimental El Plantel 2017-2018

Tratamiento	30 ddcu	45 ddcu	60 ddcu
T ₁	14 986.25	50 375	68 625
T ₂	38 125	175 500	220 500
T ₃	27 125	71 875	110 875
T ₄	12 652	73 375	95 625
T ₅	18 456.25	65 000	84 750
T ₆	8 482.5	96 750	104 875
%CV	43.25	33.79	42.96
P \geq 0.05	0.002	0.0004	0.03

- T₁. Testigo
- T₂: 155 kg N + 70 kg P₂O₅ + 23 kg K₂O
- T₃. 77.5 kg N + 35 kg P₂O₅ + 11.5kg K₂O +7 000 litros biol
- T₄. 10 000 litros Biol ha⁻¹
- T₅. 14 000 litros Biol ha⁻¹
- T₆. 18 000 litros Biol ha⁻¹
- ddcu: días después del corte de uniformidad

Anexo 9. Relación hoja tallo (kg ha⁻¹) pasto de corte maralfalfa (*Pennisetum sp*) Centro Experimental El Plantel 2017-2018

Tratamientos	30 ddcu	45 ddcu	60 ddcu
T ₁	1.35	0.41	0.33
T ₂	0.75	0.30	0.23
T ₃	0.88	0.34	0.28
T ₄	1.38	0.36	0.31
T ₅	1.24	0.35	0.29
T ₆	1.44	0.31	0.30
%CV	37.61	17.09	17.31
P _{≥0.05}	0.19	0.17	0.15

- T₁. Testigo
- T₂: 155 kg N + 70 kg P₂O₅ + 23 kg K₂O
- T₃. 77.5 kg N + 35 kg P₂O₅ + 11.5kg K₂O +7 000 litros biol
- T₄. 10 000 litros Biol ha⁻¹
- T₅. 14 000 litros Biol ha⁻¹
- T₆. 18 000 litros Biol ha⁻¹
- ddcu: días después del corte de uniformidad

Anexo 10. Fibra Ácido Detergente (FAD %) pasto de corte maralfalfa (*Pennisetum sp*) Centro Experimental El Plantel 2017-2018

Tratamiento	30 ddcu	45 ddcu	60 ddcu
T ₁	37.59	40.54	53.07
T ₂	39.7	39.76	58.59
T ₃	40.65	44.89	55
T ₄	39.91	43.66	53.04
T ₅	41.58	47.18	47.09
T ₆	40.95	43.9	53.34

- T₁. Testigo
- T₂: 155 kg N + 70 kg P₂O₅ + 23 kg K₂O
- T₃. 77.5 kg N + 35 kg P₂O₅ + 11.5kg K₂O +7 000 litros biol
- T₄. 10 000 litros Biol ha⁻¹
- T₅. 14 000 litros Biol ha⁻¹
- T₆. 18 000 litros Biol ha⁻¹
- ddcu: días después del corte de uniformidad

Anexo 11. Digestibilidad In vitro materia seca (DVIMS%) pasto de corte Maralfalfa (*Pennisetum sp*) Centro Experimental El Plantel 2017-2018

Tratamiento	30 ddcu	45 ddcu	60 ddcu
T ₁	59.62	57.31	47.55
T ₂	57.98	57.92	43.26
T ₃	57.54	53.93	46.06
T ₄	57.81	54.89	47.59
T ₅	56.51	52.14	52.22
T ₆	56.99	54.71	47.34

- T₁. Testigo
- T₂: 155 kg N + 70 kg P₂O₅ + 23 kg K₂O
- T₃. 77.5 kg N + 35 kg P₂O₅ + 11.5kg K₂O +7 000 litros biol
- T₄. 10 000 litros Biol ha⁻¹
- T₅. 14 000 litros Biol ha⁻¹
- T₆. 18 000 litros Biol ha⁻¹
- ddcu: días después del corte de uniformidad

Anexo 12. Proteína cruda (PC%) pasto de corte Maralfalfa (*Pennisetum sp*) Centro Experimental El Plantel 2017-2018

Tratamiento	30 ddcu	45 ddcu	60 ddcu
T ₁	16.96	7.18	6.6
T ₂	20.77	8.21	6.64
T ₃	14.2	6.79	6.85
T ₄	11.83	7	7.88
T ₅	11.97	7.03	7.58
T ₆	11.72	5.74	4.84

- T₁. Testigo
- T₂: 155 kg N + 70 kg P₂O₅ + 23 kg K₂O
- T₃. 77.5 kg N + 35 kg P₂O₅ + 11.5kg K₂O +7 000 litros biol
- T₄. 10 000 litros Biol ha⁻¹
- T₅. 14 000 litros Biol ha⁻¹
- T₆. 18 000 litros Biol ha⁻¹
- ddcu: días después del corte de uniformidad

Anexo 13. Materia seca (MS kg/ha⁻¹) pasto de corte Maralfalfa (*Pennisetum sp*) Centro Experimental El Plantel 2017-2018

Tratamiento	30 ddcu	45 ddcu	60 ddcu
T ₁	2999.1	5176.44	7382.09
T ₂	3981.94	11986.24	16741.31
T ₃	3306.43	7759.71	11967.53
T ₄	2010.82	7477.98	8686.54
T ₅	2376.56	6686.26	6008.78
T ₆	1216.71	9024.18	8876.12
CV	56.39	35.95	44.99
P _≥ 0.05	0.18	0.0008	0.045

- T₁. Testigo
- T₂: 155 kg N + 70 kg P₂O₅ + 23 kg K₂O
- T₃. 77.5 kg N + 35 kg P₂O₅ + 11.5kg K₂O +7 000 litros biol
- T₄. 10 000 litros Biol ha⁻¹
- T₅. 14 000 litros Biol ha⁻¹
- T₆. 18 000 litros Biol ha⁻¹
- ddcu: días después del corte de uniformidad

Anexo 14. Porcentaje de Materia seca pasto de corte Maralfalfa (*Pennisetum sp*) Centro Experimental El Plantel 2017-2018

Tratamiento	30 ddcu	45 ddcu	60 ddcu
T ₁	18.45	12.45	11.77
T ₂	10.49	11.43	11.64
T ₃	12.09	12.22	12.27
T ₄	16.17	11.6	11.6
T ₅	14.28	11.92	11.7
T ₆	14.53	10.66	12.06
%CV	24.24	8.15	5.89
P _≥ 0.05	0.06	0.17	0.71

- T₁. Testigo
- T₂: 155 kg N + 70 kg P₂O₅ + 23 kg K₂O
- T₃. 77.5 kg N + 35 kg P₂O₅ + 11.5kg K₂O +7 000 litros biol
- T₄. 10 000 litros Biol ha⁻¹
- T₅. 14 000 litros Biol ha⁻¹
- T₆. 18 000 litros Biol ha⁻¹
- ddcu: días después del corte de uniformidad

Anexo 15. Toma de datos en el área experimental

