



“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMIA

Trabajo de Tesis

Efecto de la fertilización sintética, orgánica y combinada sobre la producción de materia seca del pasto Marandú (*Brachiaria brizantha*), en El Plantel, Masaya 2021.

AUTORES

Br. Ángel Enrique Espinales Picado

Br. Jarock Lorenzo Porras Reyes

ASESOR

Ing. Miguel Jerónimo Ríos

Managua, Nicaragua

Abril 2023



"Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMIA

Trabajo de Tesis

Efecto de la fertilización sintética, orgánica y combinada sobre la producción de materia seca del pasto Marandú (*Brachiaria brizantha*), en El Plantel, Masaya 2021.

AUTORES

Br. Ángel Enrique Espinales Picado

Br. Jarock Lorenzo Porras Reyes

ASESOR

Ing. Miguel Jerónimo Ríos

*Presentado a la consideración del honorable comité evaluador
como requisito final, para optar al grado de Ingeniero
Agrónomo.*

Managua, Nicaragua

Abril 2023

Hoja de aprobación del Comité Evaluador

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el Honorable Comité Evaluador designado por el Decanato de la Facultad de Agronomía como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Miembros del Comité Evaluador

Presidente: Dr. Víctor Aguilar
Bustamante

Secretario: MSc. Martha Moraga
Quezada

Vocal: MSc. Marcos Antonio Jiménez Campos

Managua, Nicaragua
abril 2023

DEDICATORIA

La presente tesis se la dedico primeramente a Dios, por la salud, sabiduría, la vida y las fuerzas de cada día para lograr terminar esta tesis.

También agradezco a mis padres Pedro Ángel Espinales Pineda y Marisol Picado, que desde un comienzo me han apoyado, que han sabido aconsejarme y educarme de la mejor manera para concluir mi carrera, por estar siempre pendiente de mí. Quienes son mis inspiraciones y modelo a seguir.

A mis compañeros y amigos, que creyeron en mí, quienes compartieron parte de sus conocimientos, momentos de alegría y a todas aquellas personas que, durante estos cinco años, me aconsejaron, dieron de su afecto y cariño.

Br. Ángel Enrique Espinales Picado

DEDICATORIA

Dedico este proyecto al todo poderoso Dios padre misericordioso, quien nos permitió terminar este trabajo y nos permite estar vivos, sanos y alcanzar todas nuestras metas y aspiraciones.

Especialmente a mis padres, Elda María Reyes Matus y Lorenzo Apolinar Porras López, por el apoyo incondicional brindado durante todos los años de mi vida y durante toda esta etapa como universitario, por ser quienes fueron los que siempre me guiaron por el buen camino, porque han entregado todo y han hecho hasta lo imposible para que yo pueda ser una persona educada, con buenos principios y sobre todo a enseñarme a ser una persona que valore los esfuerzos, con humildad.

Con mucho cariño a mi hermano Ingeniero Agrónomo Eli Rogelio Porras Reyes (q.e.p.d.) quien fue fuente de inspiración y motivación para elegir esta maravillosa carrera.

A mis hermanos Maxwell Lorenzo Porras Reyes, Walter Israel Gutiérrez Matus, Melisa Gabriela Porras Reyes, Marianela Porras Reyes, Jessenia de los Ángeles Porras Reyes, por todo el apoyo y la motivación de querer y luchar por ser una persona profesional, por todas sus oraciones, consejos y siempre ponerme en las manos de Dios.

A todos y cada uno de mis amigos, especialmente a la familia Quiroz Calero porque me brindaron una mano amiga en momentos difíciles y a la señorita Eymi Quiroz por ser una persona especial que me brindó motivación y creyó en mí, siempre, dándome fuerzas en este trayecto. A todos mis compañeros por compartir tanto los buenos como los malos momentos y muchas experiencias que vivimos dentro y fuera de la universidad.

Br. Jarock Lorenzo Porras Reyes

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos infinitamente a Dios por habernos ayudado a salir adelante principalmente por la fortaleza espiritual, fe, sabiduría, esperanza y tolerancia para culminar esta etapa de formación académica.

A nuestros padres, hermanos, familiares y amigos por demostrarnos su afecto y apoyo incondicional tanto como moral y económico para poder culminar esta etapa de nuestras vidas.

A nuestro asesor Ing. Miguel Ríos que siempre estuvo a nuestro lado muy pendiente, enseñándonos y sobre todo ayudándonos en los momentos donde más los necesitábamos. Así también le agradecemos su amistad que nos llevamos con gran afecto para toda la vida.

A nuestra Alma Mater Universidad Nacional Agraria, por abrirnos las puertas y brindarnos todos los medios necesarios para la formación académica y el desarrollo de esta investigación.

A todos los docentes que durante todos estos años nos impartieron clases a lo largo de cada uno de los módulos y fuera de ellos y en especial a los de la Facultad de Agronomía.

Br. Ángel Enrique Espinales Picado

Br. Jarock Lorenzo Porras Reyes

INDICE DE CONTENIDO

SECCION	PÁGINA
DEDICATORIA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
INDICE DE CUADROS	iv
INDICE DE FIGURA	v
INDICE DE ANEXOS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo General	3
2.2. Objetivos específicos.	3
III. MARCO DE REFERENCIA	4
3.1. Pasto Marandú (<i>Brachiaria brizantha</i>)	4
3.2. Características del Pasto Marandú	4
3.3. Cultivo del pasto mejorado Marandú en Nicaragua	5
3.4. Fertilización en pasturas	5
3.5. Fertilización con Compost	6
IV. MATERIALES Y METODOS	7
4.1. Ubicación del estudio	7
4.1.1. Clima	8
4.1.2. Análisis Químico del suelo	8
4.2. Diseño Metodológico	9

4.2.1. Descripción de los tratamientos	10
4.3. Variables a evaluar	12
4.3.1. Variables morfo estructurales	12
4.3.2. Variables de rendimiento	12
4.3.3. Calidad bromatológica del pasto	13
4.4. Análisis de datos	14
4.5. Manejo Agronómico	14
4.5.1. Corte de uniformidad	14
4.5.2. Fertilización	15
4.6. Análisis económico	15
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
5.1 Variables morfo estructurales	17
5.1.1 Altura de la macolla (cm)	17
5.1.2. Diámetro del tallo (mm)	18
5.1.3 Número de hojas por plantas	19
5.2. Variables de rendimiento	21
5.2.4 Porcentaje de cobertura	21
5.2.2. Número de macollo por macolla	22
5.2.3 Producción de materia seca (kg de MS ha-1	23
5.3. Concentración y Extracción de nutrientes en el pasto Marandú	25
5.4. Calidad bromatológica del pasto Marandú	27
5.4.1. Proteína Cruda (PC)%	27
5.5. Análisis económico	28
5.5.1. Análisis de presupuesto parcial	28
VI. CONCLUSIONES	31
VII. RECOMENDACIONES	32
VIII. LITERATURA CITADA	33
IX. ANEXOS	37

INDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1. Características principales del pasto Marandú	4
2. Análisis químico del suelo del área experimental, Centro experimental el Plantel 2017	9
3. Áreas establecidas en el ensayo en pasto Marandú centro experimental el Plantel 2021	10
4. Descripción de tratamientos y aplicaciones fertilizante en pasto mejorado Marandú, centro experimental el Plantel 2021	10
5. Composición química del Compost	11
6. Parámetros a tomar en cuenta para realizar el análisis de beneficio costo mediante la metodología de presupuesto parcial según CIMMYT (1988)	15
7. Altura de la macolla (cm) en el cultivo del pasto Marandú, entre los 14 y 63 días después del corte de uniformidad, finca El Plantel 2021	18
8. Diámetro del tallo (mm) en el cultivo del pasto Marandú, entre los 63 y 77 días después del corte de uniformidad, finca El Plantel 2021	19
9. Número de hojas por planta en el cultivo del pasto Marandú, entre los 56 y 63 días después del corte de uniformidad, finca El Plantel 2021	20
10. Número de macollo por macolla en el cultivo del pasto Marandú, entre los 14 y 63 días después del corte de uniformidad, finca El Plantel 2021	23
11. Producción de materia seca en el cultivo del pasto Marandú, a los 30, 45 y 60 días después del corte de uniformidad, finca El Plantel 2021	24
12. Concentración de Nitrógeno, Fosforo y Potasio en materia seca	26
13. Extracción de nutrientes Nitrógeno, Fosforo y Potasio a los 60 ddcu	26
14. Presupuesto parcial, fertilización con sintético, compost y combinado en pasto Marandú, Centro Experimental El Platel 2021	29

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Ubicación del Centro Experimental el Plantel.	7
2. Temperatura y precipitaciones en el Centro Experimental El Plantel en los meses agosto, septiembre y octubre 2021.	8
3. Porcentaje de cobertura del cultivo Pasto Marandú, a los 35 y 63 días después del corte de uniformidad, Finca el Plantel 2021.	21
4. Proteína cruda (PC) % en el cultivo del pasto Marandú, a los 30, 45 y 60 días después del corte de uniformidad, finca El Plantel 2021.	27

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO	PÁGINA
	37
1. Plano de campo del experimento en pasto Marandú, centro experimental el Plantel 2021.	
2. Corte de uniformidad con desbrozadora.	38
3. Forma de aplicación de fertilizantes orgánico y sintético.	38
4. Toma de datos en el experimento en pasto Marandú.	38
5. Medición de la cobertura de pasto Marandú en un m ² .	39
6. Corte de planta para el cálculo de materia fresca y seca.	39
7. Muestra de pasto de 1 m ² .	39
8. Pesaje de muestras frescas del Pasto Marandú.	40
9. Proceso de picado del pasto Marandú para muestras.	40
10. Clasificación de muestras de pasto Marandú.	40

RESUMEN

Se realizó un experimento de campo en el Centro Experimental El Plantel ubicada en el km 30 carretera Tipitapa-Masaya. El principal objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la fertilización orgánica y sintética sobre el crecimiento, producción de materia seca, calidad del pasto Marandú (*Brachiaria brizantha*), y la mejor relación Beneficio Costo en un ciclo de corte de uniformidad. Se estableció un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), con 4 réplicas y 3 tratamientos compuestos por aplicaciones de tratamientos con fertilizantes químicos, Urea más Completo (T₁), compost (T₂) y combinación Urea más Compost (T₃). Se realizó el corte de uniformidad en el pasto y se evaluó el efecto de los tres tratamientos durante el ciclo; estos fueron aplicados al momento del corte, de uniformidad y a los 15 días posteriores. Se midieron las variables altura de macolla (cm), número de macolla, número de hojas por planta, diámetro del tallo (mm) cobertura del pasto (%), número de macollo por macolla, producción de materia seca (kg ha⁻¹), Proteína Cruda (% PC). Los resultados obtenidos en el estudio muestran que el pasto Marandú respondió a la fertilización Sintética (T₁). Reflejando diferencias significativas las variables de altura de macolla, diámetro del tallo, número de hojas, número de macollo por macolla, materia seca. El mayor valor que se obtuvo en la variable altura de la macolla en el tratamiento combinado (15.85 cm) a los 63 días después de corte de uniformidad (ddcu), el mayor valor en la variable diámetro del tallo fue en el T1 (5 mm) a los 77 ddcu, el mayor valor para la variable número de hojas fue en el T1 (4.35) a los 63 ddcu, el mayor valor de cobertura se presentó en el T1 (90.4%) , el mayor número de la variable número de macollos por macolla se dio en el tratamiento T1 (79.6) a los 63 ddcu, para la variable producción de materia seca el mayor valor alcanzado fue para el tratamiento T1 (7701.81 kg de MS ha⁻¹) a los 60 ddcu.

Palabras claves: compost, combinado, cobertura, macollo

ABSTRACT

A field experiment was carried out at the El Plantel Experimental Center located at km 30 of the Tipitapa-Masaya highway. The main objective of the study was to evaluate the effect of organic and synthetic fertilization on growth, dry matter production, quality of Marandú grass (*Brachiaria brizantha*), and the best cost-benefit ratio in a uniform cutting cycle. A Complete Random Block Design (BCA) was established, with 4 replications and 3 treatments composed of chemical fertilizer applications, Urea plus Complete (T1), compost (T2) and a combination of Urea plus Compost (T3). The uniformity cut was made in the pasture and the effect of the three treatments during the cycle was evaluated; these were applied at the time of the uniformity cut and 15 days later. Variables tiller height (cm), number of tillers, number of leaves per plant, stem diameter (mm), grass cover (%), number of tillers per tiller, dry matter production (kg ha⁻¹) were measured. , Crude Protein (% CP). The results obtained in the study show that Marandú grass responded to Synthetic fertilization (T1). Reflecting significant differences, the variables of tiller height, stem diameter, number of leaves, number of tillers per tiller, dry matter. The highest value obtained in the tiller height variable in the combined treatment (15.85 cm) at 63 days after cutting (ddcu), the highest value in the stem diameter variable was in the synthetic treatment (5 mm) at 77 dace, the highest value for the variable number of leaves was in the synthetic treatment (4.35) at 63 dace, the highest coverage value was presented in the synthetic treatment (90.4%), the highest number of the variable number tillers per tiller occurred in the synthetic treatment (79.6) at 63 dace, for the dry matter production variable the highest value reached was for the synthetic treatment (7701.81 kg DM ha⁻¹) at 60 dace.

Keywords: compost, combined, cover, tiller

I. INTRODUCCION

El pasto de pastoreo Marandú (*Brachiaria brizantha*) es originaria de África tropical, y se encuentra distribuida en las regiones donde las precipitaciones varían entre 800 y 1 500 mm por año, es una especie perenne, que presenta macollas vigorosas, hábito erecto o semirrecto, tallos que alcanzan hasta dos metros de altura (Olivera, Machado *et al.*, 2006, p 13).

Las poaceas del género *Brachiaria* han sido utilizadas en el continente desde los años sesenta. Por poseer las siguientes características: amplio rango de adaptación, tolerancia a suelos ácidos, suelos de baja fertilidad y tolerancia a períodos secos, con un rango amplio de pH y textura, así como un elevado nivel de productividad de biomasa para mejorar el sistema de producción, pero no resiste encharcamiento mayor a 30 días (Blandón, Hernández *et al.*, 2013, p 26).

Los principales factores requeridos para su producción son la disponibilidad de terreno, mano de obra, y algunos conocimientos y experiencias sobre su cultivo.

Los pastos tienen la ventaja de ser cultivos perennes, lo que implica bajos costos de mantenimiento anuales, después del primer año de establecidos. De manera que representan una opción económica para producir alimento de ganado para la producción de leche y carne con buenos rendimientos, lo que permite aumentar las ganancias de la finca en comparación con el uso de concentrados y otros recursos alimenticios que se adquieren fuera de la finca. Por otro lado, el uso de pasturas manejadas ofrece la ventaja de usar, de una manera racional y sostenible en el tiempo, los recursos naturales de la finca, como el agua, suelos y árboles.

En la actividad por tratar de recuperar los suelos y pastizales se utilizan muchas técnicas como son el desmalezamiento, uso de maquinarias agrícola para la remoción del suelo, uso de abonos químicos y orgánicos.

La aplicación de nutrientes como fertilizantes sintéticos en pasturas tiene resultados favorables inmediatos sobre el rendimiento del forraje. Sin embargo, la tendencia actual ha incrementado su costo y los efectos colaterales negativos a largo plazo, siendo necesaria la

utilización de productos alternativos como son los abonos, los cuales actuarán como mejoradores de suelo, portadores de nitrógeno al suelo, brindando los nutrientes requeridos por la especie a evaluar y lograr la mayor producción de forraje verde (Salazar, 2010, p.26).

Dentro de las prácticas agronómicas, la fertilización se considera como una de las más importantes, esta se enfoca principalmente en la aplicación de nitrógeno para un buen establecimiento de la pastura, en ocasiones esta aplicación puede no ser tan efectiva, debido a la volatilización o pérdida que sufre (Proaño, 2017, p.3).

Es necesario efectuar un trabajo eficaz que permita optimizar la producción de pastos integrando diferentes tecnologías, tanto como de proceso o uso adecuado de los insumos. La fertilización es una pieza clave dentro de las practicas ganaderas debido a que mejora la producción de materia seca y asimismo el valor nutritivo (Torres, 2008, p.10).

Las nuevas áreas asociadas a la producción ganadera en Nicaragua están siendo establecidas con pastos mejorados. Los costos durante el proceso productivo de estos pueden ser dos. Directos: Están directamente relacionados con la producción del producto como: semilla, los herbicidas, fertilizantes, mano de obra. Los Indirectos: son los que no tienen una relación directa con la producción de un determinado producto como: la depreciación de activos fijos y energía eléctrica. Estos costos sirven de gran ayuda a los productores para conocer sobre el costo del cultivo, un buen manejo en la alimentación, proporcionarán nutrientes necesarios para el crecimiento, reproducción, aumentando la productividad y la rentabilidad de la inversión agropecuaria (Torres, 2008, p.55).

En el presente experimento en pasto Marandú, se evaluó el efecto de tres dosis de fertilización química, orgánica y combinada, tomando en cuenta la función que ejerce en el crecimiento y desarrollo de las plantas y la calidad nutricional y de biomasa del pasto, bajo un sistema de cultivo tradicional, tomando en cuenta el manejo que realizan la mayoría de los productores de Nicaragua. Para poder realizar recomendaciones sobre las dosis que puede tener mejor efecto sobre el cultivo del pasto y los beneficios económicos.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

- ✓ Evaluar el efecto de fertilización sintética, orgánica y combinada en el crecimiento, producción de biomasa y calidad nutricional del pasto mejorado Marandú en el centro experimental finca el Plantel 2021.

2.2. Objetivos específicos.

- ✓ Comparar las dosis de la fertilización sintética, orgánica y combinada sobre las variables morfo estructurales y rendimiento de materia seca en el pasto mejorado Marandú, en el centro experimental finca el Plantel.
- ✓ Determinar la propiedad química proteína cruda del pasto Marandú por efecto de las dosis de la fertilización sintética, orgánica y combinada, en los cortes de la materia seca a los 45 y 60 días después del corte de uniformidad.
- ✓ Calcular la mejor relación beneficio costo de la fertilización sintética, orgánica y combinada a los 60 días después del corte de uniformidad.

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1. Pasto Marandú (*Brachiaria brizantha*)

La *Brachiaria brizantha* es un pasto permanente y amacollado, con tallos vigorosos que alcanzan alturas de 1.5 a 2 metros; es resistente a la mosca pinta o salivazo (*Deois Flavopicta*). 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. No tolera heladas, encharcamientos, ni saturaciones prolongadas de humedad en el suelo. Esta poacea se caracteriza, además, por su buena tasa de crecimiento y por su vigor durante la época de sequía. El valor nutritivo se considera entre moderado y bueno, si se compara con otras especies de Brachiarias, en relación con su palatabilidad, consumo, digestibilidad y composición química (Food and Agriculture Organization, [FAO], 2012, p.1).

3.2. Características del Pasto Marandú

Cuadro 1. Características principales del pasto Marandú

Familia	Poacea
Ciclo vegetativo	Perenne
Ph	4.0 - 8.0
Fertilidad del suelo	Media-alta
Drenaje	Bueno
Altitud	0 – 1800 m
Precipitación	1000 – 3500 mm
Densidad de siembra	2 – 3 kg ha ⁻¹
Profundidad de siembra	1 – 2 cm
Valor nutritivo	Proteína 7 – 14 %,
Digestibilidad	55 – 70 %
Utilización	Pastoreo, corte y acarreo

Fuente: Info pastos y forrajes.com

Según Valle (2020) “Este tipo de pasto son la fuente disponible más económica para la alimentación de rumiantes, particularmente en el trópico de América Latina, donde existen grandes extensiones de tierra dedicadas a la explotación bovina” (p.9).

3.3. Cultivo del pasto mejorado Marandú en Nicaragua

Cultivo del pasto mejorado Marandú en Nicaragua Según (United States Department of Agriculture [USDA], 2015) mencionaron que, “en Nicaragua, la principal fuente de alimento, para el ganado bovino la constituyen las pasturas consumidas directamente por los animales en pastoreo y otras especies forrajeras utilizadas bajo sistemas de corte y acarreo” (p.47).

Estos son recursos de bajo costo y relativamente fácil de producir en la misma finca. Los principales factores requeridos para su producción son la disponibilidad de terreno, de mano de obra, y algunos conocimientos y experiencias sobre su cultivo. Los pastos y forrajes tienen la ventaja de ser cultivos perennes, lo que implica bajos costos de mantenimiento anuales, después del primer año de establecimiento.

3.4. Fertilización en pasturas

(Pezo, 2018), expresa que la fertilización de las pasturas se considera una estrategia necesaria en la intensificación sostenible de los sistemas de producción animal por sus efectos en el incremento de la producción de biomasa forrajera en corto tiempo y en el mantenimiento de la fertilidad del suelo en el mediano y largo plazo (p.7).

La aplicación de esta práctica requiere de inversión, lo que va a tener un impacto sobre los costos de producción; sin embargo, si el programa de fertilización se basa en el máximo aprovechamiento de la fertilidad natural del suelo, en el conocimiento de las necesidades de los cultivos forrajeros y de los fertilizantes y en el manejo inteligente del reciclaje de nutrientes, el productor podrá lograr el aumento en la productividad de la finca, a un menor costo por unidad de producto animal y sin afectar negativamente el ambiente.

La fertilización de las pasturas suele ser una herramienta eficaz para mantener el suelo en un nivel de producción óptimo, reponiendo los nutrientes extraídos a través de los productos animales; sin embargo, para el buen uso de los fertilizantes y que los nutrientes aplicados a través de ellos sean absorbidos debidamente por la planta, debe haber un nivel adecuado de humedad en el suelo y se deben utilizar niveles de fertilización acordes con las demandas y la capacidad de absorción de las plantas (Gonzales, 1993, p.67). Según Estrada (2013), "explica que, para poder

optimizar la producción de pastos es recomendable realizar un manejo adecuado, integrando diferentes tecnologías, tanto como de manejo como para la utilización de insumos" (p.46). La fertilización es esencial en las ganaderías del trópico, mejorando el contenido de materia seca y el valor nutritivo del forraje representando una herramienta indispensable para mejorar la productividad forrajera donde las condiciones no son más óptimas. Además, influye en la formación de la clorofila.

La fertilización ya sea de tipo orgánica e inorgánica en los pastos es un factor a considerar para alcanzar mayores rendimientos; cabe resaltar que la aplicación se debe realizar de acuerdo al análisis químico de suelos, para determinar la dosis necesaria. Se debe tomar en cuenta el uso de fertilizantes nitrogenados en la producción de pastizales, ya que se genera una pérdida de este nutriente en el momento de la extracción debido a la cosecha.

3.5. Fertilización con Compost

El compost que es un proceso biológico en el cual las materias orgánicas se transforman en humus bajo la actividad de microorganismos de tal manera que sean aseguradas las condiciones necesarias (especialmente temperaturas, tasa C/N, aireación y humedad) para que se realice la fermentación aeróbica de los materiales (Soto, 2003, p.13).

Según Soto (2003), "el compost es un proceso biológico controlado de transformación de la materia orgánica a humus a través de la descomposición aeróbica. Se denomina compost al producto resultante del proceso de compostaje"(p.9).

Según Fernández *et al.* (2004), "el compost es considerado como un alimento para la cadena trófica del suelo, como una siembra promotora de la actividad biológica de los microorganismos del suelo, como un sustrato con propiedades de control de enfermedades en las plantas cultivadas" (p.37). El compost puede constituir un excelente factor de producción en los agroecosistemas y un excelente factor de protección y conservación de los suelos.

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1. Ubicación del estudio

El estudio agronómico se realizó en el centro experimental finca El Plantel, propiedad de la Universidad Nacional Agraria (UNA), ubicada en el kilómetro 30 carretera Tipitapa -Masaya, en coordenadas $12^{\circ} 07' 37''$ - $12^{\circ} 06' 27''$ latitud Norte y entre los $86^{\circ} 04' 52''$ - $86^{\circ} 05' 36''$ longitud Oeste, a una altitud promedio de 100 msnm, precipitación de 800 a 1 000 mm anuales y temperatura promedio anual de 27°C .

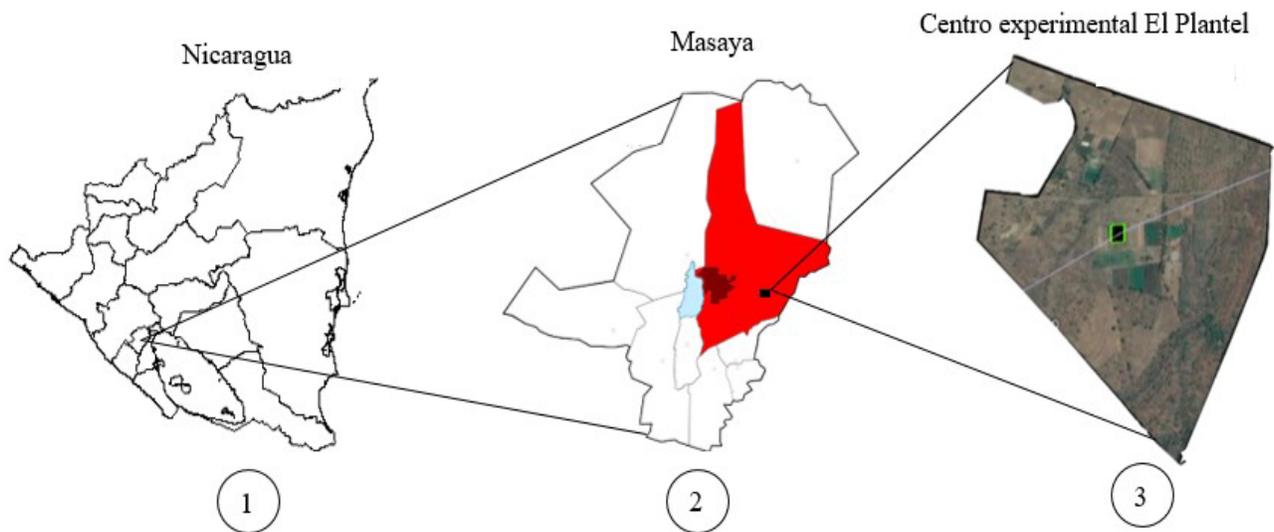
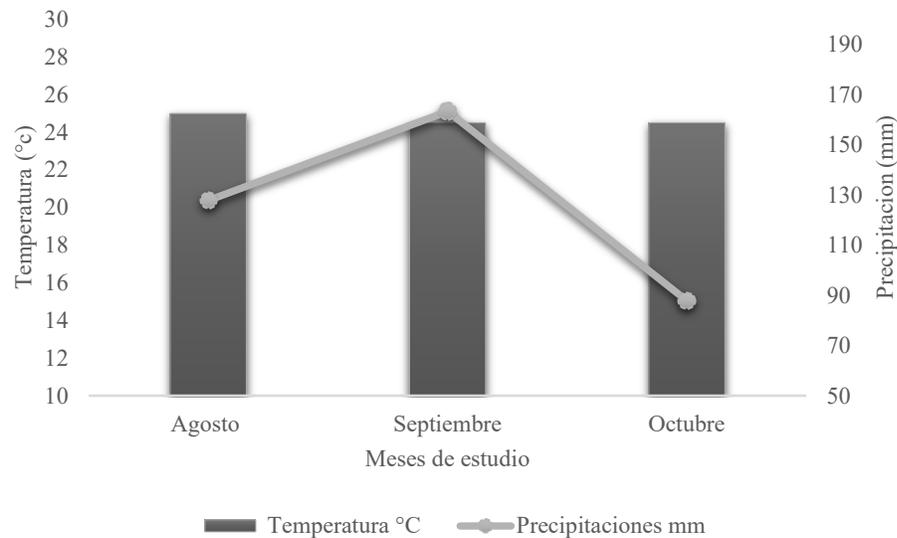


Figura 1. Ubicación del Centro Experimental el Plantel.

4.1.1. Clima

En la Figura 2, se puede observar las variaciones de temperatura y precipitaciones que se dieron durante el mes de agosto a octubre del año 2021 en el Centro Experimental El Plantel. La temperatura fue constante durante los tres meses en estudio, la precipitación acumulada 130 mm en agosto, 160 mm en septiembre y 88 mm en octubre considerándose precipitaciones muy buenas.



Fuente: Base de datos centro experimental El Plantel

Figura 2. Temperatura y precipitaciones en el Centro Experimental El Plantel en los meses agosto, septiembre y octubre 2021.

4.1.2. Análisis Químico del suelo

Antes de la realización de este experimento ya existía un estudio de análisis del suelo para conocer la composición química relativa a los macros y microelementos, obteniendo los siguientes resultados: el suelo presenta una textura franco arcillosa limosa. 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 2. Análisis químico suelo del área experimental, centro experimental El plantel 2017

pH	MO	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn	DA
	%	Ppm	Meq/100 g de suelo				Ppm			g/cm ³	
6.74	2.74	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.

Según Fernández (1984), los factores que favorecen la nitrificación son: alta población de organismos nitrificadores; temperatura del suelo sobre 10°C, pH del medio superior a 5.5; adecuado suministro de calcio y fósforo y abundante aireación del suelo, proporcionando el oxígeno demandado por las bacterias. Humedad de suelo que sobrepase la capacidad de campo es negativa para la nitrificación porque reduce la cantidad de aire. En consecuencia, la nitrificación se produce en un tiempo muy distinto según las características del suelo (p.68).

Kiehl (1985), expone que "la materia orgánica proporciona beneficios sobre las propiedades del suelo, favoreciendo el crecimiento y el desarrollo de las plantas. En las propiedades físicas, influye en la reducción de la densidad aparente del suelo, mejora su estructura, aumenta la aireación y la retención de agua" (p.27). Por otro lado, Cantarella (1989), "en relación con el uso de abonos orgánicos indica que la aplicación de excretas animales como abono orgánico trae beneficios al cultivo como fuente de nutrimentos a corto y largo plazo, incrementa el contenido de materia orgánica y mejora la estructura del suelo" (p.56).

4.2. Diseño Metodológico

El experimento se estableció con un Diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), con cuatro réplicas y tres tratamientos compuestos por aplicaciones de fertilizantes sintético (Completo más Urea), Fertilizante Orgánico (compost) y combinado (Compost más Urea). Se realizó el corte de uniformidad en el pasto y se evaluó el efecto de los tres tratamientos durante el ciclo agosto-septiembre de 2021.

El área experimental para cada tratamiento fue de 72 m² (9 m * 8 m), el área por bloques fue de 216 m², la distancia entre bloque fue de 1.5 m de ancho por 27 m de largo para un total de 40.5 m², el área experimental fue de 864 m² (sin incluir la distancia entre bloque), Teniendo un área total de todo el experimento de 1 026 m².

Cuadro 3. Áreas establecidas en el ensayo en Pasto Marandú Centro experimental el plantel 2021

Descripción	Área m	Área total m ²
Tratamiento	9 * 8	72
Bloques	27 * 8	216
Distancia entre bloques	1.5 * 27	40.5
Area total:		1 026 m ²

4.2.1. Descripción de los tratamientos

Los tratamientos aplicados al pasto Marandú en este estudio estuvieron clasificados en tres: sintético que consistió en la aplicación de completo y urea, orgánico que consistió en la aplicación de compost y combinado que correspondió a la combinación de compost y urea. Los tratamientos estaban distribuidos en las parcelas de manera al azar establecidos en 4 bloques.

Cuadro 4. Descripción de tratamientos y aplicación de fertilizante en pasto mejorado Marandú, Centro Experimental El Plantel 2021

Tratamiento	Descripción	Composición %	Dosis de fertilizante (kg ha ⁻¹)
T ₁	Completo + Urea	12-30-10 + 46	136.2 + 250
T ₂	Nutritierra	2.04-0.54-0.63	5000
T ₃	Nutritierra + Urea	2.04-0.54-0.63 + 46	5000 + 250

El fertilizante utilizado en este estudio proviene de la adquisición de Urea y Completo tras la compra a proveedor convencional de casa comercial y Compost adquirido en el Nuevo Carnic Managua.

Fertilización con Compost

La Fertilización orgánica se llevó a cabo utilizando un abono certificado obtenido en el Nuevo Carnic, este contenía su composición química en el empaque comercial.

Cuadro 5. Composición química del Compost

Contenido	Resultado	Unidad
pH	0.87	%
Humedad	17.09	%
Nitrógeno	2.04	%
Materia Orgánica	45.65	%
Cenizas	37.25	%
Relación C/N	12.96	%
Fosforo	0.54	%
Potasio	0.63	%
Calcio	1.64	%
Magnesio	0.26	%
Sodio	0.53	%
Manganeso	536.70	MG/KG
Azufre	0.42	%
Hierro	1.24	%

Fuente: Mi Nuevo Carnic Managua, Nicaragua

4.3. Variables a evaluar

4.3.1. Variables morfo estructurales

Altura de macolla (cm)

La medición se realizó en 15 plantas seleccionadas de los dos surcos centrales de cada parcela experimental, se utilizó una cinta métrica, y se midió desde el nivel del suelo hasta el primer vértice, se realizó cada siete días iniciando a los 14 días después del corte de uniformidad y finalizando hasta la etapa de floración del pasto a los 63 días.

Diámetro del tallo (mm)

Se realizó con la ayuda de un vernier la medición del tallo a una altura de 5 cm del suelo, en 15 plantas seleccionadas de los dos surcos centrales de la parcela experimental, esta toma de datos fue realizada cada siete días hasta el inicio de la floración del pasto a los 63 días.

Número de hojas por planta

Se contabilizó el total de hojas por planta, en 15 plantas seleccionadas de los surcos centrales de la parcela útil.

Número de macollas

Se contabilizó el total de macollas existentes en cada parcela útil al inicio del ensayo.

4.3.2. Variables de rendimiento

Número de macollo por macolla

Se contabilizó el número de macollo que emergen por macolla cada siete días, en 15 plantas seleccionadas de los surcos centrales de cada parcela útil, iniciando a los 14 días después del corte de uniformidad.

Porcentaje de cobertura (%) del pasto Marandú

Se realizó de manera visual, utilizando un cuadrante de 0.8 m de ancho por 1.25 m de largo (1 m²), el porcentaje de cobertura en un metro cuadrado cada siete días a los 20 días después de ser realizado el corte de uniformidad hasta la inflorescencia del pasto a los 63 días.

Producción de materia seca (kg ha⁻¹)

Se realizaron cortes a los 30, 45 y 60 días después del corte de uniformidad y se midió la biomasa verde producida en un metro cuadrado y se pesó en una balanza de precisión. De cada tratamiento se tomó muestras homogéneas de 250 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°C. Luego se procedió a pesar la muestra (peso seco), con la cual se obtiene una constante para obtener el peso de la materia seca.

Dónde: $K = (\text{Peso seco de la muestra} / \text{Peso fresco de la muestra}) \times 100$

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

Concentración y extracción de nutrientes

Se realizó el cálculo de extracción de nutrientes Nitrógeno, Fósforo y Potasio mediante la concentración existente en el pasto Marandú utilizando la fórmula:

$$\text{Extracción: } \frac{(MS) \times (\% \text{ Nutriente})}{100}$$

4.3.3. Calidad bromatológica del pasto

Proteína cruda (PC) %

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, 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 (Mendieta y Reyes, 2000, (p.30).

Este análisis se realizó con las muestras cortadas y extraídas a los 30, 45 y 60 días después del corte de uniformidad, se tomó una muestra homogénea de 150 gramos, de materia seca molida y se envió al laboratorio de bromatología de la Facultad de Ciencia Animal (FACA).

4.4. Análisis de datos

Los datos recopilados para cada una de las variables se tabularon en hojas de Excel y se procesaron para su posterior uso en el software estadístico Minitab, los cuales se analizaron 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 Tukey, al 5 % del margen de error.

4.5. Manejo Agronómico

El manejo agronómico de los pastos son todas las actividades prácticas o labores de manejo como preparación del suelo, siembra, fertilización, manejo de plagas y enfermedades. Donde estas actividades se realizaron antes del establecimiento, durante el desarrollo y pueden finalizar con cortes del pasto o pastoreo de animales. Es importante la implementación de las acciones, ya que van dirigidas a incrementar los rendimientos y mantenimiento de la calidad del producto. En el estudio se realizaron las siguientes actividades de manejo agronómico desde el corte de uniformidad, diseño de parcelas, fertilización, manejo de plagas, muestreos, cortes para pesaje.

4.5.1. Corte de uniformidad

La primera actividad realizada para el inicio de la investigación fue el corte de uniformidad, está se realizó de manera mecanizada utilizando una desbrozadora. El corte en la macolla fue realizado a 10 cm del suelo en todo el pasto que ya se encontraba establecido hace cuatro años y con una rotación de pastoreo de cinco ciclos por año para esta área de pasturas. Esta actividad se realizó el viernes seis de agosto 2021.

4.5.2. Fertilización

La fertilización aplicada al cultivo de pasto Marandú corresponde a los tratamientos establecidos para el ensayo, realizados en base a la conversión de aplicaciones de este tipo de fertilizantes comúnmente en áreas grandes de cultivos hectáreas. Se realizó contemporánea al corte de uniformidad al inicio de esta investigación.

4.6. Análisis económico

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

Cuadro 6. Parámetros a tomar en cuenta para realizar el análisis de beneficio costo mediante la metodología de presupuesto parcial según CIMMYT (1988)

Indicadores	Descripción
Costos Variables	<ul style="list-style-type: none">• Incluyen los costos de las fuentes de fertilizantes y su aplicación
Costos totales que varían	<ul style="list-style-type: none">• Es la sumatoria de los costos variables
Rendimiento de materia seca	<ul style="list-style-type: none">• Expresado en kg ha^{-1}
Rendimiento ajustado al 10%	<ul style="list-style-type: none">• Considerando un 10% 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.

Parámetros a tomar en cuenta para realizar el análisis de beneficio costo mediante la metodología de presupuesto parcial según CIMMYT (1988) Continuación...

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 retorno marginal	<ul style="list-style-type: none">• Marginales sobre los costos variables marginales por 100.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de esta investigación experimental en pasto Marandú, tiene como principal objetivo analizar el comportamiento agronómico y la respuesta del pasto en el crecimiento morfológico y la calidad de proteína del mismo. Se inició con la realización de corte de uniformidad y aplicaciones de tres diferentes tipos de fertilización sintético, orgánico y combinado. Evaluando diferentes variables y determinar la condición de la pastura al cuarto año de haberse establecido.

5.1 Variables morfo estructurales

5.1.1 Altura de la macolla (cm)

Según la FAO (2002), el pasto Marandú es una planta de porte macoloso, robusta y perenne de 1.5 a 2.0 m de altura, tallos iniciales postrados que producen hijos predominantemente erectos, sistema radicular bien desarrollado con rizomas cortos y encorvados, hoja de 10 a 15 cm de longitud, de 0.1 a 1.7 cm de ancho con vainas de 15 a 45 cm de longitud. La Inflorescencia es una panícula de 34 a 87 cm de longitud (p.12).

De acuerdo a los resultados obtenidos en la variable altura de la macolla, se identificaron diferencias estadísticas entre los tratamientos; estas diferencias se presentaron en los primeros 28 ddcu y se mantuvieron durante las siguientes fechas hasta finalizar la última toma de datos, la mayor altura de macolla obtenida en pasto Marandú se obtuvo a los 63 ddcu en el tratamiento con aplicación de fertilizante combinado con 15.85 cm, seguido del tratamiento sintético con 15.83 cm y orgánica que presentó la menor altura con 11.03.(Cuadro 6).

Se puede argumentar que, al hacer aplicaciones de fertilizante sintético y combinado en pasturas, las plantas mejoran su crecimiento y desarrollo morfológico en este caso la variable altura de la macolla es uno de los principales parámetros de crecimiento y en estos tratamientos se expresó con los mejores resultados encontrados en el experimento.

Cuadro 7. Altura de la macolla (cm) en el cultivo del pasto Marandú, entre los 14 y 63 días después del corte de uniformidad, finca El Plantel 2021

Tratamiento	14	21	28	35	42	49	56	63
	DDCU	DDCU	DDCU	DDCU	DDCU	DDCU	DDCU	DDCU
Sintético	5.64	5.73	7.15 a	7.80 a	8.58 a	10.35 a	13.18 a	15.83 b
Orgánico	5.78	5.58	6.00 c	6.65 b	7.15 b	8.58 ab	9.88 c	11.03 c
Combinado	4.18	5.60	6.38 b	7.03 b	7.53 b	9.78 b	11.30 b	15.85 a
% CV	22.75	8.90	1.93	3.64	4.26	6.65	3.78	6.01
Pr \geq F	0.1867	0.9039	0.0001	0.0022	0.0022	0.0196	0.0001	0.0003

DDCU: Días después del corte de uniformidad

CV: Coeficiente de variación

Aguilar y Galo (1997), en una investigación realizada en Managua, evaluando el efecto de diferentes frecuencias de corte sobre la producción de materia seca del pasto Marandú, obtuvieron como resultado de la variable altura de la macolla promedios de 17.86, 20.75, 21.68, 23.12 estos valores comparados con los resultados obtenidos en este estudio fueron más altos (p.24).

Valle y Almendarez (2018), con aplicaciones de Biol y fertilizante sintético en pasto Marandú encontraron diferencias estadísticas significativas en los primeros 18 días después del corte de uniformidad, la mayor altura obtenida en pasto Marandú se obtuvo a los 46 ddcu fue de 49.2 cm en 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 20 000 l ha¹ de biol con 21.07 cm (p.18).

5.1.2. Diámetro del tallo (mm)

“El diámetro de tallo es una variable que está influenciada por las condiciones ambientales y los nutrientes, siendo el nitrógeno uno de los elementos más importantes” (Cuadra, 1988, p.16).

En la variable diámetro del tallo, se identificó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos; estas diferencias se presentaron a los 77 ddcu, el mayor valor de diámetro del tallo obtenido en pasto Marandú se obtuvo a los 77 ddcu con el tratamiento de aplicación sintética con

5 mm, seguido por el tratamiento con fertilización combinada con 4.50 mm, mientras que el tratamiento que presentó menor diámetro del tallo fue el de fertilización orgánica con 3.75 mm.

Cuadro 8. Diámetro del tallo (mm) en el cultivo del pasto Marandú, entre los 63 y 77 días después del corte de uniformidad, finca El Plantel 2021

Tratamiento	63 DDCU	70 DDCU	77 DDCU
Sintético	3.75	4.20	5.00 a
Orgánico	3.25	3.48	3.75 c
Combinado	3.85	4.10	4.50 b
% CV	5.53	13.74	5.06
Pr \geq F	0.0114	0.2008	0.0006

DDCU: Días después del corte de uniformidad

Tijero (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"(p.29).

Aguilar y Kuan (2018) "encontraron promedios de diámetro del tallo entre 5.2 mm y 5.8 mm al finalizar un ciclo de 71 días, comparado con este estudio estos valores fueron más altos que los encontrados" (p.17).

5.1.3 Número de hojas por plantas

El número de hojas es un indicador de campo lógico, práctico y conveniente de la recuperación de las reservas de carbohidratos y de la madurez de la hoja, o de la preparación de la planta para ser pastoreada. El conocimiento del patrón de evolución del número de hojas puede ser usado como una base para el diseño de un sistema de pastoreo controlado. Idealmente se debería utilizar tanto el criterio de la disponibilidad de materia seca como el número de hojas con el fin de ajustar el tiempo de pastoreo (Fulkerson y Lowe, 2002, p.41)

En la variable número de hojas por planta, el análisis estadístico mostró diferencias significativas entre los tratamientos; estas diferencias se presentaron a los 56 ddcu, el mayor número de hojas obtenido en pasto Marandú se obtuvo con la fertilización sintética, a los 63 ddc no existe diferencia significativa, registrando el mayor número de hojas con la fertilización sintética con un valor de

4.35 hojas, seguido de la fertilización combinada con 3.85 hojas, mientras que el menor número de hojas fue con la fertilización orgánica con un valor de 3.70 hojas por planta.

De acuerdo con los resultados se puede argumentar que, al hacer aplicaciones de fertilizante sintético, las plantas tienen mayor respuesta en su crecimiento morfológico, se identificó mayor número de hojas en el tratamiento, esto indica que a mayor número de hojas mayor cantidad de biomasa y mayor cantidad de alimento para el ganado.

Cuadro 9. Número de hojas por planta en el cultivo del pasto Marandú, entre los 56 y 63 días después del corte de uniformidad, finca El Plantel 2021

Tratamiento	56 DDCU	63 DDCU
Sintético	3.95 a	4.35
Orgánico	2.90 b	3.70
Combinado	3.55 a	3.85
% CV	6.00	9.98
Pr \geq F	0.0011	0.1277

DDCU: Días después del corte de uniformidad

Todas las hojas de la planta se forman durante los primeros 30 a 37 días de edad y se desarrollan antes que otros órganos superficiales como el tallo, las hojas se diferencian por tamaño, color y pilosidad, su número está influenciado por la densidad poblacional. Además, esta variación se encuentra relacionada con la variedad, la edad y las condiciones ambientales como luz y humedad (Somarriba, 1998 p.22).

Valle y Almendarez (2018), obtuvieron como resultado en la variable número de hojas por planta, valores menores a 5 hojas, comparado con los resultados obtenidos en este estudio, estos valores son similares en los tres tratamientos establecidos, donde se obtuvieron valores menores a 5 como el estudio comparado (p.20).

A medida que la planta crece se pueden perder de tres a cinco hojas debido a la falta de nutrientes, engrosamiento del tallo, alargamiento de entrenudos y enfermedades foliares; a la vez que más hojas se exponen a la luz solar, la tasa de materia seca aumenta gradualmente (Somarriba, 1998, p.21).

5.2. Variables de rendimiento

5.2.4 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 cobertura muy buena no se puede tener buenos rendimientos y no sería rentable” (Cuadra y Osejo, 2016, p.9).

Bernal (1992), describe que el grado de cobertura es la relación entre la superficie ocupada por plantas y la superficie total del pastizal expresado en porcentaje. Un pastizal casi cerrado tendrá un grado de cobertura entre 95-100%. Pero un pastizal con sitios abiertos tendrá un grado menor, por ejemplo 75% (p.44).

En la Figura 3, Se presenta los resultados obtenidos del análisis de varianza, donde se encuentra el porcentaje de cobertura del pasto Marandú, que refleja un notorio aumento a los 49,56 y 63 días después del corte de uniformidad los mejores resultados se obtuvieron en el tratamiento sintético (Urea) con 90.4 %, seguido por el tratamiento combinado (completo y compost) con 83.3%, y el tratamiento de fertilización orgánica (compost) fue el que presento el menor porcentaje de cobertura con 60%.

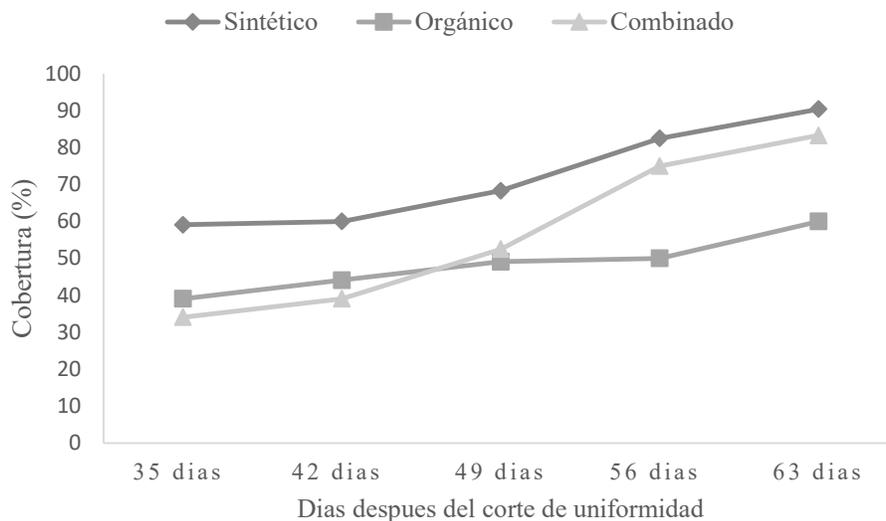


Figura 3. Porcentaje de cobertura del cultivo Pasto Marandú, a los 35 y 63 días después del corte de uniformidad, Finca el Plantel 2021.

El estudio realizado por Aguilar y Kuan (2018) con aplicaciones de biol y fertilización sintética obtuvieron resultados de porcentaje de cobertura del pasto Marandú, un aumento a los 57, 64 y 71 días después del trasplante (ddt). Los mejores resultados lo obtuvieron el tratamiento sintético (12-30-10) con 66.91 %, seguido por el tratamiento combinado (1230-10 más efluente biol) con 56.38 % y el tratamiento sin fertilizante fue el que presentó el menor porcentaje de cobertura con 43.86 % (p.19).

A diferencia de Valle y Almendarez (2018) que obtuvieron como resultados obtenidos del análisis realizado para la variable porcentaje de cobertura del pasto Marandú, que refleja un aumento de significancia a los 25, 32, 39 y 46 ddcu, los mejores resultados lo obtuvieron el tratamiento sintético (UREA 46%+18-46-00) con 68.96 %, seguido por el tratamiento combinado (UREA 46%+18-46- 00+biol) con 66.32 % y el tratamiento sin fertilizante fue el que presentó el menor porcentaje de cobertura con 46.81 % (p.21).

5.2.2. Número de macollo por macolla

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 (p.14).

El resultado obtenido para esta variable en el experimento muestra que a los 56 y 63 días después del corte de uniformidad existe diferencia significativa, el tratamiento orgánico (compost) fue diferente estadísticamente comparado con los demás tratamientos. Los valores mayores se obtuvieron con el tratamiento sintético con promedio de 79.6 macollos por macolla, seguido por el tratamiento combinado con promedio de 79 macollos por macolla, el tratamiento que obtuvo el promedio más bajo fue el orgánico con 55.6 macollos por macolla.

Cuadro 10. Número de macollo por macolla en el cultivo del pasto Marandú, entre los 14 y 63 días después del corte de uniformidad, finca El Plantel 2021

Tratamiento	14	21	28	35	42	49	56	63
	DDCU	DDCU						
Sintético	26.35	39.27	40.8	46.60	52.55	55.95	74.10 a	79.6 a
Orgánico	26.20	35.50	37.2	42.27	43.60	43.55	49.45 b	56.5 b
Combinado	23.35	32.40	35.3	42.00	47.70	57.45	71.55 a	79.0 a
% CV	21.19	35.72	18.32	13.20	14.41	14.02	26.67	66.92
Pr _≥ F	0.631	0.229	0.195	0.147	0.310	0.152	0.000	0.002

DDCU: Días después del corte de uniformidad

Aguilar y Kuan (2018), obtuvieron como resultado para 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 macollo por macolla, seguido por el tratamiento combinado (sintético más efluente biol) con 44.9 macollo por macollo de promedio, los otros tratamientos no alcanzaron a más de 40 macollo por macollo (p.20).

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

(Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria [INTA], 2004) indica que la “Producción de *Brachiaria brizantha* cv Marandú puede oscilar entre los 8.000 y 10.000 kg de materia seca por hectárea por año, dependiendo de la fertilidad del suelo y las precipitaciones” (p.16)

Dentro de este contexto Peso (1982) menciona que: “La digestibilidad aparente de un pasto, expresa la proporción en que se encuentran los nutrientes digestibles y su utilización con respecto al total del alimento ingerido por el animal” (p.43). “Una digestibilidad del 65% en un forraje indica un buen valor nutritivo y permite un consumo adecuado de energía en la mayoría de los animales” (Cuadra y Osejo, 2016, p.21)

Los resultados obtenidos muestran que, a los 45 y 60 días del corte del pasto, con la aplicación de los tratamientos sintético y combinado fueron diferentes estadísticamente comparado con el tratamiento orgánico (compost). Produciendo un total a los 60 días de 7 701.81 kg de MS ha⁻¹ del

tratamiento combinado, 7 341.3 kg de MS ha⁻¹ del tratamiento sintético y solo 2 616.13 kg de MS ha⁻¹ en el tratamiento orgánico.

En un estudio realizado el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CNIA-Managua), se obtuvieron los siguientes rendimientos kg de MS ha⁻¹ promedios de MS/corte, fluctúan entre 600 – 1 500 kg de MS ha⁻¹, en épocas de lluvias, cortado a intervalos de 5 – 8 semanas. La producción anual de materia seca varía entre 8 600 – 11 100 kg de MS ha⁻¹.

De acuerdo a los resultados se puede argumentar que, al no realizar aplicaciones de fertilizante sintético, orgánico y combinado a pasturas, las plantas tienen menor respuesta en rendimiento de materia seca, en este experimento se demostró que para lograr producción de materia seca que pueda generar rentabilidad se necesita realizar aplicaciones de fertilizante. Cabe resaltar que el fertilizante sintético es una herramienta instantánea que se utiliza por la demanda de alimento para el ganado, pero que la fertilización orgánica a largo plazo generara un equilibrio en la estructura del suelo, que generara no dependencia a largo plazo de fertilización sintética, así se eliminaría un gasto de insumo agrícola, ya que actualmente los precios de estos productos son altos.

Cuadro 11. Producción de materia seca en el cultivo del pasto Marandú, a los 30, 45 y 60 días después del corte de uniformidad, finca El Plantel 2021

Descripción	%N	%P	%K
Sintético	2.53	0.32	5.80
Orgánico	2.15	0.35	5.96
Combinado	2.67	0.27	5.46

DDCU: Días después del corte de uniformidad

Aguilar y Kuan (2018) en su estudio realizado para esta variable obtuvieron como resultados, a los 71 días después del trasplante 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 (p.21).

Valle y Almendarez (2018) obtuvieron como resultado una mayor producción con aplicación de sólo fertilizante sintético (283.5 kg N+90 kg P₂O₅) con un rendimiento de 3 456.4 kg de MS ha⁻¹, seguido por el tratamiento combinado (141.75 kg N+ 45kg P₂O₅+10 000 litros biol) con un rendimiento de 2 739 kg de MS ha⁻¹ (p.24).

Aguilar y Galo (1997) realizaron un estudio donde evaluaron diferentes frecuencias de corte y la cantidad de materia seca producida en pasto Marandú. Obtuvieron como resultado, que la mayor producción de materia seca fue de 2 512.1 kg de MS ha⁻¹ a los 42 días de corte, seguido por el tratamiento de corte a los 32 días con una producción de 2403.1 kg de MS ha⁻¹; los menores rendimientos se presentaron en los tratamientos de corte a los 27 días con producción de 2383.1 kg de MS ha⁻¹ y el tratamiento de frecuencia de corte a los 37 días con una producción de 2333.9 kg de MS ha⁻¹ (p.33).

5.3. Concentración y Extracción de nutrientes en el pasto Marandú

En el Cuadro 11, Se puede observar las concentraciones de nutrientes (Nitrógeno, Fosforo y Potasio) que se encontró en la materia seca del pasto Marandú a los 60 días después del corte de uniformidad. El nutriente de mayor concentración fue el Potasio y en los tratamientos el orgánico fue el que presentó mayor concentración con 5.96%, seguido del tratamiento sintético con 5.80% y el combinado con 5.46% de concentración. El Nitrógeno fue el segundo nutriente con mayor concentración en el pasto, el tratamiento combinado fue el que presentó mayor porcentaje con 2.67%, seguido del tratamiento sintético con 2.53% y el orgánico con 2.15%. El Fósforo fue el nutriente que se concentró en menor % en el pasto, en el tratamiento orgánico fue donde se encontró el mayor porcentaje con 0.35%, seguido del tratamiento sintético con 0.32% el tratamiento combinado con 0.27%. Estos resultados permiten aseverar que el pasto Marandú en estas condiciones de suelo y factores climáticos demanda de fertilización potásica y nitrogenada.

Cuadro 12. Concentración de Nitrógeno, Fosforo y Potasio en materia seca

Tratamiento	N%	P%	K%
Sintético	2.53	0.32	5.80
Orgánico	2.15	0.35	5.96
Combinado	2.67	0.27	5.46

En el (cuadro 12), se puede observar la extracción de cada nutriente en kilogramo que demandaría una hectárea de pasto Marandú y obtener la cantidad de materia seca que se refleja por tratamiento. El nutriente mayormente extraído es el potasio. En el tratamiento sintético presentó la mayor cantidad extraída con 425.79, seguido del tratamiento combinado con 420.51 kg y el tratamiento orgánico con 155.92 kg. El Nitrógeno es el segundo nutriente que más se extrae en esta pastura. El tratamiento combinado presentó la mayor cantidad de extracción con 205.6 kg, seguido del tratamiento sintético con 185.73 kg y el orgánico con 56.24 kg. El nutriente de menor extracción fue el fósforo. El tratamiento que presentó mayor extracción fue el sintético con 23.49 kg, seguido del tratamiento combinado con 20.79 kg y el tratamiento orgánico con 9.15 kg.

El cuantificar la cantidad de nutriente que se extrae para obtener los rendimientos de materia seca es de vital importancia para los productores ya que les permitirá calcular la cantidad de fertilizantes que necesitaría aplicar a una plantación de Pasto Marandú para obtener rendimientos aproximados de materia seca por hectárea comparado al de este estudio.

Cuadro13. Extracción de nutrientes Nitrógeno, Fosforo y Potasio a los 60 ddcu

Tratamiento	MS kg ha ⁻¹	N kg ha ⁻¹	P kg ha ⁻¹	K kg ha ⁻¹
Sintético	7341.30	185.73	23.49	425.79
Orgánico	2616.13	56.24	9.15	155.92
Combinado	7701.81	205.6	20.79	420.51

5.4. Calidad bromatológica del pasto Marandú

5.4.1. Proteína Cruda (PC)%

El propósito de la explotación de pastizales es producir la mayor cantidad posible de pasto de la mejor calidad en combinación con la mejor eficiencia de utilización y conversión en carne y leche. Cabe resaltar que es la fuente de alimentación más importante en la dieta del hato, puesto que es la alimentación más económica y básica del ganado efectuándose diariamente en el pastoreo.

Según Cowan y Lowe (1998), como citó Valle y Almendarez (2018), tradicionalmente la proteína cruda “ha sido el parámetro principal para medir la calidad de los pastos tropicales. Los valores de proteína cruda han sido correlacionados consistentemente con medidas del contenido de energía disponible de los pastos, tales como la digestibilidad de la materia seca y el contenido de fibra (P.23).

De acuerdo con el (INTA, 2014) describe que "*Brachiaria brizantha* produce entre 20 a 25 toneladas de materia seca por hectárea por año, con un contenido de proteína cruda entre 10 y 12 %"(p.18).

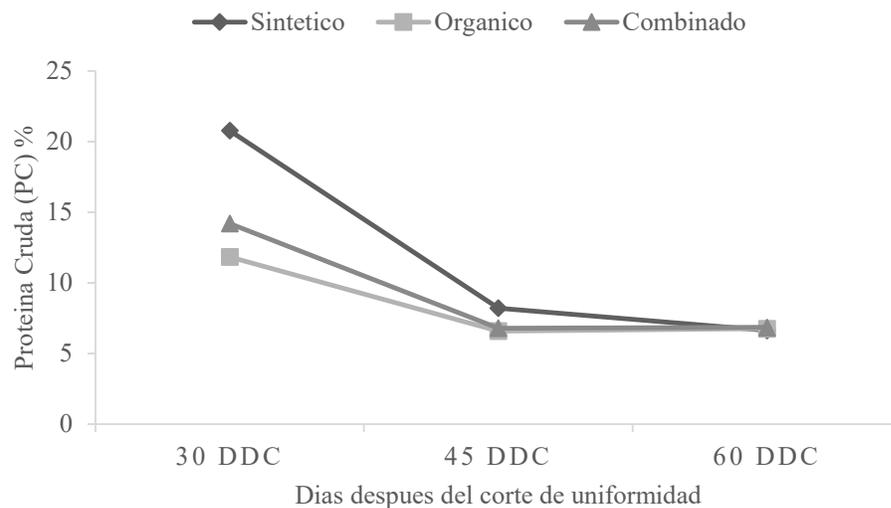


Figura 4. Proteína cruda (PC) % en el cultivo del pasto Marandú, a los 30, 45 y60 días después del corte de uniformidad, finca El Plantel 2021.

Los resultados obtenidos para la variable proteína cruda (PC) %, muestran que a los 30 días después del corte de uniformidad se presentó la mayor cantidad de proteína cruda en el pasto en todos los tratamientos. El porcentaje más alto fue el tratamiento sintético con 20.77%, seguido por el tratamiento combinado con 14.20 % y el tratamiento Orgánico que presentó 11.84 %. A los 45 ddcu se identificó una notable pérdida en el % de proteína cruda en los tres tratamientos, el T1 fue el que presentó el valor más alto con 8.21%, seguido de los tratamientos T2 y T3 que ambos expresaron un valor de 6.5%. Los valores de proteína cruda en el pasto a los 65 ddcu fueron los más bajos y similares entre los tres tratamientos obteniendo en el tratamiento T3 6.85%, T2 6.76% y T1 con 6.64%.

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 biomasa, aunque de menor calidad, por lo tanto, es importante buscar un adecuado balance entre el rendimiento del pasto y la calidad nutritiva, que permitan una buena respuesta en la producción animal. 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 (Rincón, 2008, p.38).

5.5. Análisis económico

5.5.1. Análisis de presupuesto parcial

Para la realización del análisis económico a partir de datos agronómicos se aplicó la metodología propuesta por el CIMMYT (1988), en la que se organizan los datos experimentales con el fin de obtener los costos y beneficios de los tratamientos alternativos.

Cuadro 14. Presupuesto parcial, fertilización con sintético, compost y combinado en pasto Marandú, Centro Experimental El Platel 2021

Indicadores	Tratamientos		
	T ₁	T ₂	T ₃
Rendimiento de materia seca en kg ha ⁻¹	7341.3	2616.13	7701.81
Rendimiento ajustado al 10 % en kg ha ⁻¹	6607.17	2354.4	6931.62
Precio C\$ kg ⁻¹	5.00	5.00	5.00
Beneficio bruto en C\$ ha ⁻¹	33 035.85	11 772	33 658.1
Costo de fertilizantes en C\$ ha ⁻¹	12 200	7480	10 340
Costo Totales que varían en ha ⁻¹	14 600	9880	12 740
Beneficio neto C\$ ha ⁻¹	18 435.85	1892	20 918. 1
Relación beneficio costo	1.27	0. 20	1.64

Los rendimientos obtenidos 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 estimado del kg del pasto actualmente, el cual puede variar por factores productivos y demanda del mercado.

En el análisis de presupuesto parcial, muestra que el mayor rendimiento ya ajustado lo presentó el tratamiento T₃ con 6931.62 kg ha⁻¹, seguido del tratamiento T₁ con 6607.17 kg ha⁻¹ y T₂ con el valor más bajo de 2354.4 kg ha⁻¹ (Cuadro 13). Los tratamientos que mostraron mayores beneficios netos fueron el T₃ con 20 918. 1 C\$ ha⁻¹ y T₁ con 18 435.85 C\$ ha⁻¹. La mayor relación beneficio costo la obtuvo el T₃ con \$ 1.64 lo que significa que por cada dólar \$ invertido se obtiene una ganancia de 1.64 \$, seguido por el tratamiento T₁ con 1.27 \$.

El tratamiento combinado (Urea más Compost) es similar en los resultados de los rendimientos de fertilización sintética (Completo más Urea) en comparación con la fertilización orgánica el cual los rendimientos fueron bastante limitados. Los costos totales que varían son mucho mayores en los tratamientos T₁ y T₃, pero se ven compensados por el nivel de producción, obteniendo una buena relación beneficio costo mejor que la del tratamiento orgánico. El tratamiento de fertilización orgánica con compost debe considerarse, una estrategia alternativa en la fertilización de pasturas, ya que económicamente no superan a los tratamientos sintético y combinado, pero es una opción viable por las diferentes cualidades biológicas y de impacto ambiental que están presente en este tipo de fertilización orgánica como menciona VON BOECK (2004) "que dan al suelo una mejor estructura, a la vez suministra sustancias nitrogenadas indispensables para el desarrollo de la planta" (p.27).

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación, se llegan a las siguientes conclusiones:

- Las variables de crecimiento que mostraron diferencia significativa al final del ciclo fueron: altura de la macolla, con el valor más alto encontrado en el tratamiento combinado de 15.85 cm, diámetro del tallo con el valor más alto en el tratamiento sintético de 5 mm. Las variables de rendimiento que presentaron diferencia significativa fueron: número de macollo por macolla el más alto fue tratamiento sintético de 79.6 y el valor más alto en materia seca fue el tratamiento combinado (compost + urea) de 7 701.81 kg de MS ha⁻¹.
- Los mayores contenidos de proteína bruta se registraron a los 30 días después del corte de uniformidad, el valor más alto fue presentado por el tratamiento sintético con 20.77%.
- El análisis económico realizado determinó que la mejor relación beneficio costo se obtuvo con el tratamiento combinado (Compost más Urea) alcanzando una ganancia 1.64 dólares por cada dólar invertido.

VII. RECOMENDACIONES

En base al estudio realizado y a las conclusiones presentadas anteriormente se recomienda:

Utilizar el corte de uniformidad a diez centímetros a ras del suelo como práctica de manejo agronómico para inducir a la rápida regeneración del pasto.

Utilizar el tratamiento combinado (Compost más Urea) por presentar la mejor producción de materia seca.

VIII. LITERATURA CITADA

- Aguilar Rodriguez, W.D. y Galo Roque, R.E. (1997) *Efecto de diferentes frecuencias de corte sobre la producción de materia seca del pasto Brachiaria brizanta cv Marandu CIAT 6780, en época de verano, zona el Pacífico de Nicaragua. (Managua)* [Tesis de grado] Universidad Nacional Agraria. [tesis%20pasto%20marandu%201997.pdf](#)
- Aguilar Rugama, E. F. y Kuan Espinoza, L. E. (2018). *Efecto de la fertilización con biol y sintética sobre la producción de materia seca y calidad del pasto Brachiaria brizantha cv. Marandú, finca El Plantel, Masaya 2017 – 2018* [Tesis de grado] Universidad Nacional Agraria. <https://repositorio.una.edu.ni/3949/1/tnf04a283f.pdf>
- Alvarado Figueroa, W. E., y Meda Garrido, R. A. (2018). *Efecto del Biol como fertilizante orgánico en tres cultivares de Pennisetum purpureum Juigalpa, Chontales, Nicaragua, 2015-2016*, <http://repositorio.una.edu.ni/3783/1/tnf04a472e.pdf>
- Bernal, J. (1991). *Pastos y Forrajes Tropicales. Producción y manejo*. Banco Ganadero. Bogotá. [Archivo PDF]. <https://www.redalyc.org/pdf/1699/169920332005.pdf>
- Blandón, J. Hernández, N. Rivera, K. y Mendieta, B. (2013) *adopción del pasto brachiaria brizantha ciat 6780 cv marandú en cuatro municipios de matagalpa, nicaragua* Vol. 13 (20), p. 52-57 <https://repositorio.una.edu.ni/2675/1/ppe14b642.pdf>
- Cantarella, H. (1989). *Materia orgánica y nitrógeno del suelo, Interpretación del análisis Química de suelos y plantas con fines de fertilización*. Fundación de Estudios e Investigaciones Agropecuarias y Forestales.
- 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.
- Cuadra Gutiérrez, W. E. y Osejo Alvarado, R. J. (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]. Universidad Nacional Agraria <http://repositorio.una.edu.ni/3356/1/tnf30c961.pdf>

Cuadra Romano, M. (1988) *Efecto de diferentes niveles de nitrógeno, espaciamientos y poblaciones sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento de Maíz (Zea Mays L.) Var. N-B6* [Tesis de grado] Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias ISCA. <https://repositorio.una.edu.ni/2492/1/tnf04c961e.pdf>

Estrada Moran, C.P. (2013) *Comportamiento agronómico del pasto Marandu (Brachiaria brizantha) bajo cinco densidades de siembra en la zona de Febres Cordero* [Tesis de grado] Escuela de Ingeniería Agronómica, [T-UTB-FACIAG-AGR-000051.pdf](https://repositorio.una.edu.ni/2492/1/tnf04c961e.pdf)

Fernández, R. M; Gómez, J. M y Estrada, I. B. (2004) *Compost legislation: sanitation vs Biological quality*. I International Conference Soil and Compost Eco-Biology. Pp 167-183. <https://www.redalyc.org/pdf/2033/203345704009.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2012) *Establecimiento y manejo de pasturas mejoradas: la Brachiaria brizantha*. Pasto, manejo de pastos, ganado lechero, general. Editorial TECA, <file:///F:/Info%20para%20Tesis/ca3137es.pdf>

FULKERSON, W.J. y LOWE, K.F. (2002). *Grazing Management. Forages and Pastures*. [Archivo PDF]. <https://www.redalyc.org/pdf/436/43617800003.pdf>

Gonzales, Raúl. (1993) *Información técnica del nuevo pasto Brachiaria brizantha (Marandu)* [Archivo PDF]. [iniapecait.pdf](https://repositorio.una.edu.ni/2492/1/tnf04c961e.pdf)

Instituto Nacional Tecnológico Agropecuario. (2004) *Brachiaria Brizantha Cv Marandu* [Archivo PDF]. http://www.produccion.animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_megatermicas/35-brachiaria_brizantha_cv_marandu.pdf

Instituto Nicaragüense de tecnología Agropecuaria (2014). *Pasto Marandu* [Archivo PDF]. https://www.google.com/search?q=inta.gob.nibibliotecamarandupdf&rlz=1C1CHBD_es_US866US866&oq=inta.gob.nibibliotecamarandupdf&aqs=chrome.69i57.30528j0j4&sourceid=chrome&ie=UTF-8

Kichl, E. J (1985). *Fertilizantes Orgánicos*. Sao Paulo [Archivo PDF]. <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/343/3432066008/3432066008.pdf>

- Mendieta, B., y Reyes Sánchez, N. (2000) Determinación del Valor Nutritivo de los Alimentos. Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/3125/1/nq04r457.pdf>.
- Miranda Zeledón, H.A. (2009). Adaptación y productividad de seis gramíneas forrajeras en Puerto Díaz, Chontales, Nicaragua, 2007 [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional Agraria. <https://repositorio.una.edu.ni/2084/1/tnf30m672a.pdf>
- Olivera, Y., Machado, R., y del Poza, P. (2006). *Características botánicas y agronómicas de especies forrajeras importantes*. La Habana.
- Pezo Danilo, A. (2018) *Uso Eficiente de Fertilizantes en Pasturas* [Archivo PDF]. http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/9227/Uso_eficiente_de_fertilizantes_en_pasturas.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=La%20fertilizaci%C3%B3n%20de%20las%20pasturas,el%20mediano%20y%20largo%20plazo.
- Proaño, A. (2017) *Efectos de la fertilización nitrogenada sobre la producción de biomasa en los pastos Piata y Marandú (Brachiaria brizantha) en la zona de Babahoyo* [Tesis de Pregrado, Técnica Universidad de Babahoyo] <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/3136>
- Reyes Cardona, P. (1990) El maíz y su cultivo A, G, T. Revista México D.F. Tercera edición, 460 p. <https://www.revistacienciasunam.com/es/41-revistas/revista-ciencias-9293/15292-93-articulo-04.html>
- Rincón Castillo, A., Ligarreto Moreno. G. A., y Garay, E. (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*. Revista Facultad Nacional de Agronomía, 61(1) <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v61n1/a10v61n1.pdf>
- Salazar, V. (2010) *Efecto de la fertilización orgánica en el establecimiento del pasto brachiaria brizantha (richard) stapf cv marandú en supte San Jorge - Tingo Maria* [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva] <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/416/T.CSA-32.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Somarriba Rodríguez, C. (1998). *Granos Básicos*. Universidad Nacional Agraria.

<https://repositorio.una.edu.ni/2704/1/NF01S693g.pdf>

Soto, M. G. (2003). *Abonos orgánicos: El proceso de compostaje*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 27 pp.

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.

Torres, I. (2008) *Costos de producción de pasto mejorado en las fincas el trébol, la Esperanza y Chepí, en el departamento de Matagalpa durante el año 2008* [Tesis de grado, Universidad

Nacional Autónoma de Nicaragua] <https://normas-apa.org/wpcontent/uploads/GuiaNormas-APA-7ma-edicion.pdf>

Valle Moran, J. A. y Almendarez Canales, M.N. (2018) *Efecto de la fertilización con Biol y sintética sobre la producción de materia seca y calidad del pasto (Brachiaria brizantha) cv. Marandú, ciclo II, finca El Plantel, Masaya 2018* [Tesis de grado] Universidad Nacional Agraria. <https://repositorio.una.edu.ni/4041/1/tnf04v181b.pdf>

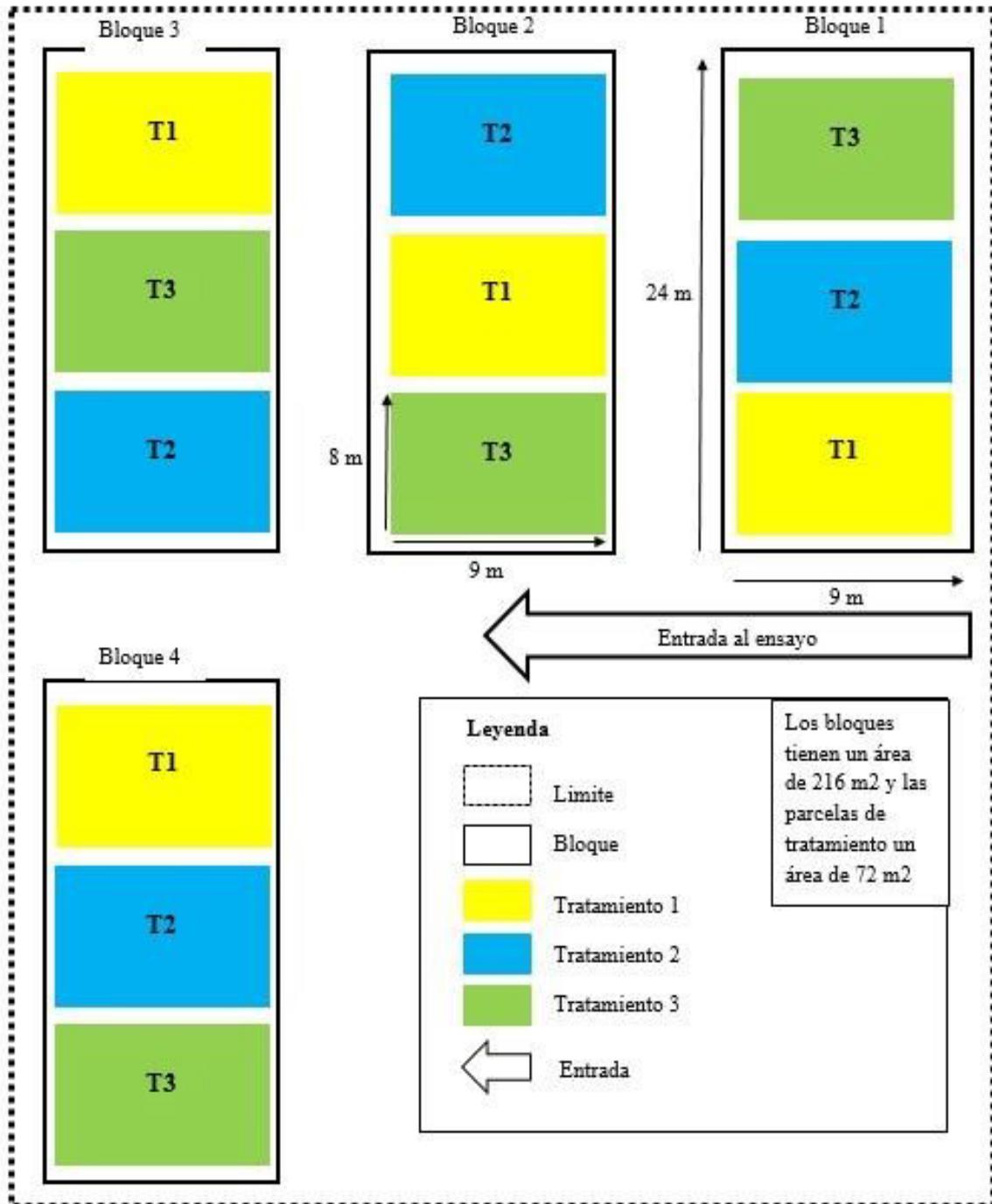
Valle Solano, D.M. (2020) *Rendimiento y valor nutritivo del pasto brachiaria brizantha cv. marandú, en río verde, provincia de santa elena* [Tesis de grado] Universidad Estatal Península De Santa Elena. <UPSE-TIA-2020-0018.pdf>

Von Boeck, A. (2004). *Its production and utilization. Third edition Blacwell Science*. United Kingdom. [Archivo PDF].

<http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/416/T.CSA-32.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

IX. ANEXOS

Anexo 1. Plano de campo del experimento en pasto Marandú, centro experimental el Plantel 2021.



Anexo 2. Corte de uniformidad con desbrozadora.



Anexo 3. Forma de aplicación de fertilizantes orgánico y sintético.



Anexo 4. Toma de datos en el experimento en pasto Marandú.



Anexo 5. Medición de la cobertura de pasto Marandú en un m².



Anexo 6. Corte de planta para el cálculo de materia fresca y seca.



Anexo 7. Muestra de pasto de 1 m².



Anexo 8. Pesaje de muestras frescas del Pasto Marandú.



Anexo 9. Proceso de picado del pasto Marandú para muestras.



Anexo 10. Clasificación de muestras de pasto Marandú.

