



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

**INFORME DE TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGRÍCOLA**

MODALIDAD: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

**EFICACIA DE ALTERNATIVAS FISIONUTRICIONALES SOBRE LA
CAPACIDAD DE REBROTE Y RENDIMIENTO DEL PASTO GUINEA
(*Megathyrsus maximus (Jacq.) B.K.Simon & S.W.L.Jacobs.*) EN
SECANO**

AUTOR:

ROBERTH ARMANDO VELEZ MORA

TUTOR:

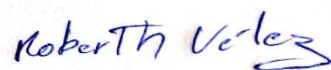
ING. JOSÉ JAVIER MENDOZA VARGAS, MG.

CALCETA, NOVIEMBRE 2021

DERECHOS DE AUTORÍA

ROBERTH ARMANDO VÉLEZ MORA, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.



ROBERTH A. VELEZ MORA

CERTIFICACIÓN DE TUTOR

ING. JAVIER MENDOZA VARGAS, Mg.Sc, certifico haber tutelado el proyecto **EFICACIA DE ALTERNATIVAS FISIONUTRICIONALES SOBRE LA CAPACIDAD DE REBROTE Y RENDIMIENTO DEL PASTO GUINEA (*Megathyrsus maximus (Jacq.) B.K.Simon & S.W.L.Jacobs.*) EN SECANO**, que ha sido propuesto, desarrollado y defendido por **ROBERTH ARMANDO VÉLEZ MORA**, previo a la obtención del título de ingeniero agrícola, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE LA UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. JAVIER MENDOZA VARGAS, M.Sc,

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el trabajo de titulación **EFICACIA DE ALTERNATIVAS FISIONUTRICIONALES SOBRE LA CAPACIDAD DE REBROTE Y RENDIMIENTO DEL PASTO GUINEA (*Megathyrsus maximus (Jacq.) B.K.Simon & S.W.L.Jacobs.*) EN SECANO**, que ha sido propuesto, desarrollado y defendido por **ROBERTH ARMANDO VÉLEZ MORA**, previa la obtención del título de ingeniero agrícola, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. FREDDY MESÍAS GALLO, MG.
MIEMBRO

ING. LUIS PARRAGA MUÑOS, MG.
MIEMBRO


ING. GONZALO CONSTANTE TUBAY, MG.
PRESIDENTE

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de una educación superior de calidad por las enseñanzas recibidas en sus aulas.

A Dios, por haberme permitido llegar hasta aquí, guiando en todo momento mi camino con su bendición por ser incondicional, el que me acompaña y me protege siempre.

A todos quienes forman la carrera de ingeniería agrícola y a mis padres quienes me brindaron su apoyo para cumplir mi meta profesional.



ROBERTH A. VELEZ MORA

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo de tesis primero a Dios por ser incondicional, el que nos acompaña y protege siempre.

A mi hijo Liam Ismael, mi felicidad, mi ilusión y mi ternura mis ganas de seguir adelante.

A las autoridades de la universidad por ser parte importante en mi formación como ingeniero agrólogo.



ROBERTH A. VELEZ MORA

TABLA DE CONTENIDO

DERECHOS DE AUTORÍA	ii
CERTIFICACIÓN DE TUTOR	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
1 TABLA DE CONTENIDO	vii
2 CONTENIDO DE TABLAS, CUADRO Y FIGURAS.....	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
1. CAPITULO I. ANTECEDENTES	1
1.2 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	2
1.4 OBJETIVOS	3
1.4.1 OBJETIVOS GENERAL	3
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.5 HIPÓTESIS	3
2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	4
2.1 ANTECEDENTES DEL PASTO GUINEA O SABOYA (<i>Megathyrsus maximus (Jacq.) B.K.Simon & S.W.L.Jacobs.</i>) EN ECUADOR	4
2.1.1 TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA DEL PASTO GUINEA (<i>Megathyrsus maximus (Jacq.) B.K.Simon & S.W.L.Jacobs.</i>)	5
2.1.2 ÉPOCA DE SIEMBRA.....	5
2.1.3 PREPARACIÓN DEL SUELO	6
2.1.4 MÉTODO DE SIEMBRA	6
2.1.5 CONTROL DE MALEZA	6
2.1.6 CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES.....	6
2.1.7 PRODUCCIÓN DE FORRAJE	7
2.1.8 IMPORTANCIA DEL PASTO MOMBASA.....	7
2.1.9 MORFOLOGÍA DE LAS GRAMÍNEAS	7
2.1.10 FERTILIZACIÓN DEL PASTO GUINEA (<i>Megathyrsus maximus (Jacq.) B.K.Simon & S.W.L.Jacobs.</i>).....	8
2.2 HIDROGEL.....	8
2.2.1 HIDROGELES INTELIGENTES	9
2.2.2 SÍNTESIS DE HIDROGELES	9
2.2.3 HIDROGELES CON RETICULACIÓN QUÍMICA	9

2.2.4	ENMIENDA ORGÁNICA	10
2.2.5	MINERALIZACIÓN	10
3	CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO	11
3.1	UBICACIÓN	11
3.2	DURACIÓN DEL TRABAJO	11
3.3	CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS	11
3.4	ANÁLISIS DEL SUELO DE ESTUDIO	11
3.4.1	Material vegetal	12
3.4.2	Factores tecnológicos en estudio	12
3.5	DISEÑO Y UNIDAD EXPERIMENTAL	14
3.5.1	Variables agronómicas	14
3.6	MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO	15
3.6.1	Siembra.....	15
3.6.2	Fertilización	15
3.6.3	Control de malezas	15
3.6.4	Corte del pasto	15
4	CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
4.1	DISCUSIÓN GENERAL.....	22
5	CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	24
5.1	CONCLUSIONES	24
5.2	RECOMENDACIONES	24
6	BIBLIOGRAFÍA	25
7	.....	31
8	.....	31
9	.....	31
10	.....	31
11	.....	31
12	.....	31
13	.....	31
14	.....	31
15	.....	31
16	ANEXOS.....	31

CONTENIDO DE TABLAS, CUADRO Y FIGURAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica de (<i>Megathyrus maximus</i> (Jacq.) B.K.Simon & S.W.L.Jacobs.)	5
Tabla 2. Interpretación de análisis de suelo	11
Tabla 3. Descripción de factores y niveles	13
Tabla 4. Matriz de combinaciones de factores y niveles.....	13
Tabla 5. Diseño experimental utilizado	14
Cuadro 1. Efecto de varios tratamientos fisionutricionales sobre la producción de macollos, hojas, tallo y relación hojas/tallos en pasto guinea cv. Mombasa. Calceta, Ecuador, 2020.....	17
Figura 1. Efecto de varios tratamientos fisionutricionales sobre la producción de materia verde en pasto guinea cv. Mombasa. Calceta, Ecuador, 2020. Barras con letras distintas, difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey al 5% de probabilidades de error.	18
Figura 2. Efecto de varios tratamientos fisionutricionales sobre la producción de materia seca en pasto guinea cv. Mombasa. Calceta, Ecuador, 2020. Barras con letras distintas, difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey al 5% de probabilidades de error.	19
Figura 3. Efecto de varios tratamientos fisionutricionales sobre el tiempo de recuperación del pasto guinea cv. Mombasa. Calceta, Ecuador, 2020. Barras con letras distintas, difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey al 5% de probabilidades de error.	20
Figura 4. Efecto de varios tratamientos fisionutricionales sobre el contenido de proteína en pasto guinea cv. Mombasa. Calceta, Ecuador, 2020. Barras con letras distintas, difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey al 5% de probabilidades de error.	21

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar la eficacia de alternativas fisionutricionales sobre la capacidad de rebrote y rendimiento del pasto saboya en secano. El experimento se desarrolló durante la época seca del 2020 en localidad Figueroa del cantón Bolívar, Manabí. Los tratamientos evaluados fueron T1 (NPK + Aminoácido de K + Biorreguladores + MO + Hidrogel); T2 (Aminoácido de K + Biorreguladores + MO + Hidrogel); T3 (Biorreguladores + MO + Hidrogel); T4 (MO + Hidrogel); T5 (Hidrogel) y T6 (Control). Las principales variables registradas fueron producción de materia seca ($t\ ha^{-1}$), tiempo de recuperación del pasto (días) y contenido proteico (%). Los resultados obtenidos destacan que el tratamiento T1 alcanzó la mayor producción de materia seca con $17.66\ t\ ha^{-1}$, lo cual significó un incremento del 39% en relación al tratamiento control. El tratamiento T1, también alcanzó la mayor concentración de proteína con el 14.68%, lo cual denota un incremento del 51%, en relación al tratamiento control que apenas logra un 7.13%. Así mismo el tratamiento T1 mostró el menor tiempo de recuperación del pasto con 42 días, en contraste al tratamiento control cuyo tiempo de recuperación se alargó hasta los 68 días. Se concluye que la fertilización NPK, más la aplicación de hidrogel, MO y cocteles foliares basados en aminoácidos de K y biorreguladores, es eficiente para la producción del pasto saboya bajo condiciones de secano.

Palabras claves: *Pasto guinea, enmiendas, hidrogel, manejo fisionutricional*

ABSTRACT

The objective of the research was to evaluate the efficacy of physio-nutritional alternatives on the regrowth capacity and yield of guinea grass in rainfed conditions. The experiment was developed during the dry season of 2020 in the town of Figueroa in Bolívar canton, Manabí. The evaluated treatments were T1 (NPK + K amino acid + Bioregulators + OM + Hydrogel); T2 (K amino acid + Bioregulators + OM + Hydrogel); T3 (Bioregulators + OM + Hydrogel); T4 (OM + Hydrogel); T5 (Hydrogel) and T6 (Control). The main variables recorded were dry matter production (t ha^{-1}), pasture recovery time (days) and protein content (%). The results obtained highlight that the T1 treatment reached the highest dry matter production with 17.66 t ha^{-1} , which meant an increase of 39% in relation to the control treatment. The T1 treatment also reached the highest protein concentration with 14.68%, which denotes an increase of 51%, in relation to the control treatment that barely achieved 7.13%. Likewise, the T1 treatment showed the shortest recovery time of the grass with 42 days, in contrast to the control treatment whose recovery time lasted up to 68 days. It is concluded that NPK fertilization, plus the application of hydrogel, OM and foliar cocktails based on K amino acids and bioregulators, is efficient for the production of savoy grass under dry conditions.

Keywords: *Guinea grass, amendments, hydrogel, physio-nutritional management*

CAPITULO I. ANTECEDENTES

1.2 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En Manabí más del 80% del pasto guinea (*Megathyrus maximus* (Jacq.) B.K.Simon & S.W.L.Jacobs.) está establecido con la variedad tradicional que en época seca reduce significativamente su rendimiento en alrededor del 50% de su potencial, mientras que en otras provincias como la de Santo Domingo, existe una gran área de pastizales establecida con pasto saboya o guinea mejorados, tales como los cultivares Tanzania y Mombaza que son considerados de mejor calidad nutricional para el ganado bovino (Castillo, 2014). Una de las principales problemáticas identificadas en la producción del pasto guinea en Manabí, es la baja producción forrajera que se acentúa más notoriamente en época seca, dado que según cifras oficiales solo el 9.62% del área recibe riego, lo que, sumado a la escasa inversión en prácticas de nutrición y fertilización, inciden en la baja producción forrajera (INEC, 2017).

El pasto saboya o guinea se caracteriza por ser una especie de pasto tolerante a sequía. Sin embargo, bajo estas condiciones adversas reduce significativamente la producción de forraje y por ende la capacidad de rebrote, rendimiento de biomasa, capacidad de carga animal, producción de leche y carne. Por lo tanto, en zonas ganaderas donde la producción del pasto saboya o guinea está en función del régimen de lluvias, representarían una seria limitante para alcanzar rendimientos satisfactorios e incrementar la carga animal por unidad de superficie, dado que, si no se produce pasto en cantidad y calidad, los sistemas ganaderos se enfrentan al detrimento de su producción. Esta problemática, está siendo manejada eficientemente en otros países con alternativas fisionutricionales tales como, el uso de enmiendas e hidrogeles retenedores de humedad y bioestimulantes, que estimulan el rebrote del pasto aún bajo condiciones adversas de sequía.

Lo anteriormente descrito, permite plantear la siguiente pregunta de investigación:

¿Podría el manejo fisionutricional basado en el uso de enmiendas, hidrogeles y bioestimulantes incrementar la capacidad de rebrote y rendimiento del pasto guinea?

1.3 JUSTIFICACIÓN

Recientemente se ha evidenciado en la literatura científica el efecto positivo del uso de bioestimulantes, enmiendas e hidrogeles en el incremento de la producción agrícola y los forrajes, dada la alta capacidad de retención de humedad que tienen las enmiendas y los hidrogeles, así como también el uso de bioestimulantes para atenuar el estrés hídrico y oxidativo (Gilbert et ál., 2014; Mujdeci et ál., 2017). ya que Los pastos, así mismo, la productividad del sector ganadero está en dependencia de la capacidad del productor para manejar técnicamente sus cultivos, pastorear en forma eficiente el forraje producido, con la periodicidad y nivel de consumo que favorezcan la rápida recuperación y alta producción de forraje, realizando una oportuna y adecuada aplicación de los nutrientes extraídos, así elevando su nivel de crecimiento en plántula. En este sentido, para mejorar la productividad y rentabilidad de los sistemas ganaderos, es necesario realizar estudios fisionutricionales en pasto guinea basados en el uso de enmiendas e hidrogeles para retener humedad y bioestimulantes para mejorar las respuestas fisiológicas del cultivo al estrés abiótico provocado por la sequía, que en Manabí se caracteriza por ser muy amplia en relación a otras zonas productoras del país. Debido a que no se conoce bajo las condiciones locales del valle del río Carrizal, el efecto específico del manejo fisionutricional en la capacidad de rebrote y el rendimiento del pasto guinea, la investigación propuesta se justifica plenamente.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVOS GENERAL

- Evaluar la eficacia de alternativas fisionutricionales sobre la capacidad de rebrote y rendimiento del pasto saboya en seco

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la eficacia de cinco alternativas fisionutricionales sobre la capacidad de rebrote del pasto saboya en seco
- Establecer la eficacia de cinco alternativas fisionutricionales sobre el rendimiento del pasto saboya en seco

1.5 HIPÓTESIS

- Las alternativas fisionutricionales propuestas son eficaces para incrementar el rebrote y el rendimiento del pasto saboya en seco.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DEL PASTO GUINEA O SABOYA (*Megathyrsus maximus (Jacq.) B.K.Simon & S.W.L.Jacobs.*) EN ECUADOR

En Ecuador se estima actualmente una superficie dedicada a pastos de 3.087.780 hectáreas, de las cuales el 73% corresponden a pastos cultivados. Del total nacional, el 56,64% se encuentra en la región costa, donde la provincia de Manabí posee la mayor área cultivada, siendo el cantón Chone el mayor productor (Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC], 2017; Bonifaz et ál., 2018). El pasto más predominante en el país es el guinea (*Megathyrsus maximus (Jacq.) B.K.Simon & S.W.L.Jacobs.*) con 1.147.091 ha, que es apreciado por su resistencia a sequía, sin embargo, también son importantes el pasto miel con 182.532 ha, gramalote 167.519 ha, brachiarias 132.973 ha y raigrás 104.475 ha. Además, existen otras especies que representan 639 915 ha, donde en zonas bajas puede encontrarse hasta un 5% del área con especies de pasto estrella (Castillo, 2014; Bonifaz et ál., 2018).

El pasto guinea (*Megathyrsus maximus (Jacq.) B.K.Simon & S.W.L.Jacobs.*) es una fuente apropiada de nutrientes, principalmente en países de clima tropical; debido al número de especies que se pueden emplear con este fin, posibilidad de cultivarlos todo el año, capacidad del rumiante de utilizar los forrajes; así como la no competencia como alimento para el humano. No obstante, su baja calidad afecta la obtención de resultados productivos adecuados y su adaptabilidad a condiciones ambientales prevalecientes en los diversos ecosistemas, son algunas de las causas que limitan el desarrollo de la ganadería (Abril et ál., 2017).

Para atenuar esta situación se han realizado grandes esfuerzos en la introducción de nuevas especies y variedades con mejores desempeños. Sin embargo, se desconoce su crecimiento, productividad y calidad al incrementarse la edad de la planta en las actuales condiciones climáticas de Ecuador (Méndez et ál., 2018).

2.1.1 TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA DEL PASTO GUINEA (*Megathyrsus maximus* (Jacq.) B.K.Simon & S.W.L.Jacobs.)

El pasto guinea (*Megathyrsus maximus* (Jacq.) B.K.Simon & S.W.L.Jacobs.) actualmente se encuentra en zonas tropicales y subtropicales donde se aprovecha para alimentar el ganado, presenta fácil establecimiento (Munari et ál., 2017).

(*Megathyrsus maximus* (Jacq.) B.K.Simon & S.W.L.Jacobs.) es una planta adaptada a las condiciones tropicales, aunque su potencial de producción se afecte por los factores ambientales prevalecientes, cuando está sometida a cortes reiterados y no se restituyen los nutrientes que son extraídos en función de la producción de la biomasa (Brant et ál., 2017).

Los pastos son una fuente apropiada de nutrientes para el vacuno, principalmente en países de clima tropical, debido al elevado número de especies que se pueden utilizar, posibilidad de cultivarlos todo el año, capacidad del rumiante de utilizar los forrajes, no competencia con alimentos para los humanos y una fuente económica (Patiño et ál., 2018).

No obstante, la falta de especies forrajeras de buena calidad, adaptadas a las condiciones ambientales prevalecientes en las diversas zonas ganaderas se señala como uno de los problemas que más limitan el desarrollo de la ganadería (Uvidia et ál., 2015).

Tabla 1. Clasificación taxonómica de (*Megathyrsus maximus* (Jacq.) B.K.Simon & S.W.L.Jacobs.)

Reino	Reino
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia	Poacea
Género	Megathyrsus
Especie	Maximus

Fuente: Catálogo de biodiversidad de Colombia (2015).

2.1.2 ÉPOCA DE SIEMBRA

Ubicar la época exacta para sembrar. La semilla requiere de superficie húmeda para germinar. Los períodos largos de sequía sucesivos a la siembra pueden causar la pérdida parcial o total de la misma. En suelo arcillosos se ha logrado excelentes

resultados cuando se siembra poco antes de iniciarse el período de lluvias o bien al final de las mismas (Garzola, 2010).

2.1.3 PREPARACIÓN DEL SUELO

A finales de la época de secas, en forma convencional (arado y dos pasos de rastra cruzados) o bien puede sembrarse después de eliminar la maleza.

2.1.4 MÉTODO DE SIEMBRA

La densidad de siembra es de 5 a 6 kg /ha. De semilla sexual con un valor cultural de 70% (% de pureza x% de germinación). Debe sembrarse a una profundidad de 1 a 2 cm. Este paso es de fácil establecimiento cuando se usa semilla sexual, pudiéndose sembrar con boleadora manual, sembradora mecánica o al voleo manual; igualmente se puede sembrar asociado con maíz a los 70 a 80 días después de germinado éste; procurando regar la semilla entre los surcos, el lote debe estar limpio de malezas, haciendo más económico su establecimiento. La siembra con material vegetativo (cepas) es más costosa por la cantidad de jornales que demanda. Para la siembra en asocio con las leguminosas, se usan de 5 a 6 kg de semilla seleccionada y luego se toman los kilogramos de semilla necesaria (generalmente de 2 a 5 kg.), de acuerdo al tipo de leguminosa escogida (Herazo y Morelo, 2008).

2.1.5 CONTROL DE MALEZA

Con el uso de semillas seleccionadas se evita la contaminación de las praderas con malas hierbas. Este es uno de los problemas de manejo que exige más cuidado por parte del ganadero. Si inicialmente existían las malezas en el terreno, la práctica de guadaña en zonas mecanizadas es una labor indicada para mantener los potreros libres de malas hierbas (Bernal, 2008).

Sigue manifestando el mismo autor que para controlar las malezas de hoja ancha y arbustiva, se emplean herbicidas como el Picloram + 2,4D (Tordon) que es un herbicida sistémico y específico para el combate de malezas de hoja ancha y arbustos en pastos (potreros), aplicados en el periodo de crecimientos vigoroso de la maleza. Se usa un litro para 200 litros (0.20 ml por litro de agua).

2.1.6 CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

Para esta especie se han reportado pocas plagas de importancia económica, sin embargo, algunos insectos como los gusanos comedores de hoja como el gusano

ejército (*Spodoptera eridania*), pueden presentar ataques eventuales de alguna significación. Algunas veces se presenta el carbón en la espiga (*Sphaerotheca reiliana*) y el *Helminthosporium* en las hojas, que es un hongo que actúa en forma leve. No se recomienda controles químicos como tratamiento fitosanitario (Herazo y Morelo, 2008).

2.1.7 PRODUCCIÓN DE FORRAJE

Esta gramínea bajo condiciones naturales y en suelos relativamente fértiles, pueden llegar a producirse 12 a 15 toneladas de forraje seco por hectárea/año (aproximadamente de 60 a 75 toneladas por hectárea/año de forraje verde) realizando cortes cada 7 a 9 semanas. Aplicando urea a cantidad de 50 kg/ha/año se han alcanzado rendimientos de 30 a 40 toneladas /ha/año de forraje seco (aproximadamente 150 a 200 toneladas /ha/año de forraje verde). En pastoreo continuo y bajo condiciones naturales, pueden mantener de 2 a 2.5 animales por hectáreas, aplicando fertilización, riego y rotación de potrero su capacidad de carga puede aumentar de 5 a 6 animales por hectárea (Herazo y Morelo, 2008).

2.1.8 IMPORTANCIA DEL PASTO MOMBASA

El pasto Mombasa es un cultivar mejorado de Guinea o Privilegio cuya elevada calidad nutricional lo ubica como una de las gramíneas forrajeras tropicales más nutritivas que existen, por su abundante producción de hojas (80 % de la planta) de elevada calidad nutritiva y excelente digestibilidad, lo hacen una muy buena alternativa para alimentar vacas lecheras, finalizar novillos o alimentar becerros en desarrollo, ya sea en pastoreo o ensilaje (Unión Ganadera Regional de Jalisco [UGRJ], 2007).

2.1.9 MORFOLOGÍA DE LAS GRAMÍNEAS

Las gramíneas como cualquier otra planta constan de raíz, tallo, hojas y la mayoría tienen flores y frutos, en cuanto a las raíces poseen las seminales o primarias que se originan por el desarrollo del embrión y las raíces adventicias conocidas también como secundarias o nodales siendo aquellas que se forman en los nudos inferiores del tallo bajo tierra constituyéndose en el verdadero sistema radical de las gramíneas. El tallo conocido como caña y está formado por cortos nudos y largos entrenudos huecos. Las hojas se implantan en los nudos del tallo, generalmente en posición alterna y opuesta (Vásquez, 2013).

2.1.10 FERTILIZACIÓN DEL PASTO GUINEA (*Megathyrsus maximus* (Jacq.) B.K.Simon & S.W.L.Jacobs.)

Para mejorar la productividad del pasto saboya o guinea, como banco de forraje o pastoreo, es necesario elaborar un plan de manejo nutricional por medio de la fertilización. Cerdas y Vallejos (2011) recomiendan fertilizar el forraje para incrementar el contenido de proteína, digestibilidad, altura de planta, relación hoja, tallo y mayor producción de biomasa.

Por otro lado, la fertilización del pasto guinea (*Megathyrsus maximus* (Jacq.) B.K.Simon & S.W.L.Jacobs.) es una de las prácticas agronómicas más importantes y algunos trabajos realizados últimamente evidencian que representa aproximadamente el 9% de los costos de producción de una res durante su período de lactancia. Por lo general la fertilización de potreros en etapa de establecimiento, se enfoca en la aplicación de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (k) en el suelo. El diseño de un programa de fertilización debe establecerse con base en los análisis foliares y de suelos del área respectiva, además de considerar factores determinantes como suelo, clima, métodos de aplicación, tipo de fertilizante y la especie forrajera (Álvarez, 2016).

2.2 HIDROGEL

La estructura básica de un hidrogel, que es covalentemente reticulada o enredada físicamente. Los componentes de red de hidrogeles pueden ser ya sea sintético o natural, siempre y cuando que absorban y mantengan grandes cantidades de agua (Yang, 2012).

Los hidrogeles se obtienen mediante polimerización y entrecruzamiento simultáneo de uno o varios monómeros polifuncionales. La capacidad de sorción de los hidrogeles se debe, entre otras cosas, a la flexibilidad de las cadenas poliméricas, la cual hace posible que se deforme para permitir la entrada de moléculas de disolvente dentro de la estructura tridimensional (Chacón, 2012).

Este mismo autor sigue manifestando que hay otras propiedades interesantes de estos materiales son su capacidad para controlar el proceso de difusión, respuesta a los cambios en la fuerza iónica, pH, temperatura y la capacidad para atrapar especies químicas a través de los grupos funcionales polares que interactúan de forma selectiva y fuertemente con estas especies.

2.2.1 HIDROGELES INTELIGENTES

Como ya se mencionó anteriormente los hidrogeles como redes de polímeros hidrófilos reticulados tridimensionales son capaces de hincharse o inflamarse de manera reversible en agua y retener grandes volúmenes de líquido en estado hinchado. Los hidrogeles pueden ser diseñados con respuestas controlables como para reducir o aumentar con los cambios en las condiciones ambientales externas. Pueden realizar la transición volumen dramática en respuesta a una variedad de estímulos físicos y químicos, donde los estímulos físicos incluyen la temperatura, campo eléctrico o magnético, la luz, la presión, y el sonido, mientras que los estímulos químicos incluyen pH, composición del disolvente, la fuerza iónica, y especie molecular. El grado de hinchazón o de inflamación en respuesta a los cambios en el entorno externo del hidrogel podría ser tan drástico que el fenómeno se conoce como colapso volumen o transición de fase (Ahmed, 2015).

2.2.2 SÍNTESIS DE HIDROGELES

Para la síntesis de los hidrogeles intervienen elementos típicos de cualquier reacción de polimerización: agente entrecruzante, el disolvente, el monómero y el iniciador; que será el responsable de la formación de los radicales libres monoméricos que van a permitir la polimerización y el agente entrecruzante, el cual va a ser el responsable de dar la estructura reticulada del gel (Chacón, 2012).

2.2.3 HIDROGELES CON RETICULACIÓN QUÍMICA

Como se ha indicado, los hidrogeles químicos se caracterizan por presentar reticulaciones de tipo covalente. Las estrategias utilizadas para producir la reticulación química de hidrogeles han sido variadas, usando en muchos casos reacciones de polimerización clásicas, tales como reacciones entre monómeros con grupos reactivos complementarios o reacciones radicalarias, utilizando un iniciador térmico (polimerización térmica) o mediante una foto iniciador (fotopolimerización). En el caso de hidrogeles diseñados para aplicaciones que implican la polimerización en condiciones fisiológicas, hay que tener en cuenta que el entrecruzado químico de estos materiales se debe producir sin causar daños a las células o moléculas que se encuentran combinadas con el hidrogel (Jiménez, 2014).

2.2.4 ENMIENDA ORGÁNICA

Es cualquier material de origen animal o vegetal que puede ser adicionado al suelo para mejorar sus propiedades físicas y/o químicas. Enmiendas como estiércoles y residuos vegetales han sido usadas para incrementar la fertilidad de los suelos (He y Zhang, 2014).

Sigue manifestando el mismo autor que el mucho N en las enmiendas debe ser mineralizado antes de que esté disponible para las plantas, pues este N, en la rizosfera, continuamente recircula entre varias formas orgánicas (no disponibles) e inorgánicas (disponibles)

2.2.5 MINERALIZACIÓN

Es el proceso bioquímico mediante el cual los microorganismos del suelo, que poseen la maquinaria enzimática adecuada, obtienen la energía necesaria para realizar sus procesos metabólicos, mediante el rompimiento de los enlaces de las macromoléculas orgánicas provenientes de los residuos de las plantas, la hojarasca, la necromasa microbiana y los exudados orgánicos de las raíces, para transformarlos en moléculas inorgánicas de bajo peso molecular, que posteriormente, a través de reacciones químicas de oxidación e hidrólisis, son oxidadas catabólicamente a compuestos inorgánicos, donde estos pueden ser inmovilizados en el suelo, volatilizados al aire, lixiviados a las aguas profundas, adsorbidos en el complejo de cambio o absorbidos por las plantas y los microorganismos (Ordoñez et ál., 2016).

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1 UBICACIÓN

La investigación se realizó en los predios de CIIDEA (Centro de Investigación e Innovación y Desarrollo Agropecuario) de la ESPAM MFL (Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”), ubicada en el sitio El Limón, del cantón Bolívar, de la provincia de Manabí, situada a una altitud de 15 msnm y geográficamente entre las coordenadas 00°49'23" Latitud Sur, 80°11'01" Longitud Oeste¹.

3.2 DURACIÓN DEL TRABAJO

La investigación fue desarrollada desde Enero a Noviembre del 2020 con una duración de 11 meses.

3.3 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

- Precipitación anual: 986,19 mm
- Temperatura media anual: 26, 27°C
- Humedad relativa: 82,23%
- Heliofanía: 1043, 96 horas/sol/año

3.4 ANÁLISIS DEL SUELO DE ESTUDIO

A continuación, se presenta los resultados del análisis de suelo realizado previo al establecimiento de los ensayos.

¹ Datos tomados en la estación meteorológica del INANMI, situada en la ESPAM MFL correspondiente al periodo; enero 2011 febrero 2019

Tabla 2. Interpretación de análisis de suelo

Interpretación de análisis de suelo					
Elemento	Unidad	Valor	CIIDEA		
			Bajo	Medio	Alto
NH ₄	ppm	12	B		
P		23			A
K	meq/100 mL	1,07			A
Ca		20			A
Mg		5			A
S		10		M	
Zn	Ppm	1,5	B		
Cu		12.1			A
Fe		25		M	
Mn		14.5		M	
B		0,27	B		
MO		%	2,8	M	
pH	-----	6,1	Ligeramente ácido		

3.4.1 Material vegetal

Se utilizó el cultivar Mombasa, que es un pasto guinea o saboya mejorada en Brasil.

3.4.2 Factores tecnológicos en estudio

Se evaluarán cinco alternativas fisionutricionales que serán: A (Fertilización edáfica); B (Coctel de aminoácidos + K), C (Coctel biorregulador), D (Enmiendas) y E (hidrogeles) con dos niveles para cada alternativa fisionutricional, utilizando la metodología del Experimento -1. En las tablas 1 y 2 se detallan los factores, niveles y arreglos de tratamientos.

Tabla 3. Descripción de factores y niveles

Factores tecnológicos	Niveles	
	1	2
(A) Fertilización edáfica	Sin fertilización	Con fertilización
(B) Coctel aminoácidos + K	Sin coctel de NH ₂ + K	Con coctel ² de NH ₂ + K
(C) Coctel biorregulador	Sin biorreguladores	Con biorreguladores
(D) Enmiendas	Sin enmienda	Con enmienda
(E) Hidrogeles	Sin hidrogel	Con hidrogel

Tabla 4. Matriz de combinaciones de factores y niveles

Tratamientos	Factores (A:B:C:D:E) y Niveles (1:2)				
	A	B	C	D	E
T ₁	A ₂	B ₂	C ₂	D ₂	E ₂
T ₂	A ₁	B ₂	C ₂	D ₂	E ₂
T ₃	A ₁	B ₁	C ₂	D ₂	E ₂
T ₄	A ₁	B ₁	C ₁	D ₂	E ₂
T ₅	A ₁	B ₁	C ₁	D ₁	E ₂
T ₆	A ₁	B ₁	C ₁	D ₁	E ₁

Descripción de tratamientos

T₁: + Fertilización edáfica (NPK) + Coctel (NH₂ + K) + Coctel (Biorreguladores) + Enmienda (MO) + Hidrogel

T₂: - Coctel (NH₂ + K) + Coctel (Biorreguladores) + Enmienda (MO) + Hidrogel

T₃: - Coctel (Biorreguladores) + Enmienda (MO) + Hidrogel

T₄: - Enmienda (MO) + Hidrogel

T₅: - Hidrogel

T₆: Testigo

² **Coctel foliar:** es una mezcla de varios compuestos utilizados en agricultura

3.5 DISEÑO Y UNIDAD EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con seis tratamientos, cuatro repeticiones y 24 unidades experimentales. La unidad experimental se conformará de parcelas de 16 m² (4m x 4m), donde los datos serán registrados en el centro de cada parcela experimental. A continuación, se muestra el esquema del ADEVA:

Tabla 5. Diseño experimental utilizado

Fuentes de variación	Grados de libertad
Tratamientos	5
Bloques	3
Error experimental	15
Total	23

Fuente: Autor.

3.5.1 Variables agronómicas

- **Número de macollos m²:** se comprobó al momento del corte, para lo cual se utilizó un cuadrante de 1m² que fue colocado en el centro de la parcela para proceder a la contabilización del número total de macollos.
- **Materia fresca m² (kg):** se efectuó al momento de cada corte, donde se registró el peso de la biomasa verde m².
- **Materia seca m² (kg):** se definió que, al instante de cada corte, donde se registró el peso de la materia fresca m², se toma una alícuota de 1 kg que será picada y llevada a laboratorio y colocada en estufa de circulación forzada a 60 - 65°C hasta las 72 horas o alcanzar peso constante, esto según lo recomendado Da Silva et ál. (2009) y Lopes et ál. (2014). para pastos Tanzania y Mombasa. Con los datos de masa seca se estimó la producción de materia seca m².
- **Proporción de masa de hojas:** en la etapa del corte, se tomó una alícuota del pasto y se procedió a separar las hojas, tallos y material muerto y por diferencia de peso se expresa en porcentaje de hojas.
- **Proporción de masa de tallos:** en la época del corte, se apartó una alícuota del pasto y se procedió a separar las hojas, tallos y material muerto y por diferencia de peso se expresa en porcentaje de tallos.

- **Rendimiento de materia verde acumulado ($t\ ha^{-1}$):** se obtuvo por la sumatoria total de la biomasa verde obtenida en $1\ m^2$ por los cortes efectuados durante la época lluviosa y por relación se llevó a producción por hectárea.
- **Rendimiento de materia seca acumulado ($t\ ha^{-1}$):** se produjo por la sumatoria total de la biomasa seca obtenida en $1\ m^2$ por los cortes efectuados durante la época lluviosa y por relación se llevó a producción por hectárea.
- **Tiempo de recuperación (días):** se determinó en días, desde el instante del corte o defoliación hasta que el follaje del pasto alcance una altura de 90 cm, la cual es considerada como el nivel adecuado para el pastoreo del ganado en materiales de pasto guinea mejorados como Tanzania y Mombasa, según lo descrito por Días (2012) y Batista et al., (2014).

3.6 MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO

3.6.1 Siembra

La siembra se realizó de manera directa asperjando las semillas encima del suelo en cantidad de $1.3\ g\ m^2$.

3.6.2 Fertilización

Bernal y Espinosa (2003) recomiendan que la fertilización nitrogenada se realizó en base a las dosis planificadas para los respectivos tratamientos, utilizando urea (46% N) como fuente nitrogenada. El fósforo se aplicó en dosis de $150\ kg\ de\ P_2O_5\ ha^{-1}$, empleándose como fuente súper fosfato triple (46% P_2O_5). Por ende, el potasio se usó en dosis de $180\ kg\ ha^{-1}$ como fuente muriato de potasio (60% K_2O) para efectuar los rendimientos altos con pastos guineas.

3.6.3 Control de malezas

Antes de la siembra se aplicó glifosato en dosis de $2.5\ L\ ha^{-1}$, con la finalidad de eliminar malezas de hoja ancha y angosta. Después de la emergencia del pasto se realizó aplicaciones del herbicida co-formulado Pastar SL (2,4 D amina + aminopyralid) en dosis de $2.5\ L\ ha^{-1}$ para el control de arvenses de hoja ancha.

3.6.4 Corte del pasto

El corte del pasto se realizó cuando el follaje alcance una altura de 0.90 m, a una altura de 0.30 m con relación al nivel del suelo. Lo anteriormente descrito es basado a las recomendaciones descritas por Días (2012) y Batista et al., (2014) puesto que

0.90 m ha sido determinada como la altura de entrada del ganado y 0.30 m es la altura de salida de los rumiantes. Según estos autores, la biomasa de 0.30 m remanente asegura buenas reservas para la recuperación y rebrote del pasto guinea.

CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los tratamientos fisionutricionales influenciaron significativamente ($p < 0.05$) la producción de macollos m^{-2} , la producción de hojas, tallos y la relación hojas/tallo. La producción de macollos fue mayor con el T1, que superó en un 35, 36, 40, 46 y 55% a los tratamientos T2, T3, T4, T5 y T6, respectivamente. Del mismo modo, la producción de hojas fue superior con el T1, con el 13, 16, 16, 18 y 21% a los tratamientos T2, T3, T4, T5 y T6, en su orden respectivo. En cuanto a la producción de tallos ocurrió lo opuesto, donde el T1 alcanzó la menor producción de tallos, en relación al tratamiento control (T6) y los demás tratamientos probados. Los resultados opuestos en cuanto a producción de hojas y tallos, reflejan mayor relación hojas/tallos para el T1, en relación al tratamiento control (T6), sin embargo, este último presentó una relación estadísticamente menor a los tratamientos T2, T3, T4 y T5, respectivamente (**Ver cuadro 1**).

Cuadro 1. Efecto de varios tratamientos fisionutricionales sobre la producción de macollos, hojas, tallo y relación hojas/tallos en pasto guinea cv. Mombasa. Calceta, Ecuador, 2020.

Tratamientos	Macollos m^{-2}	% de hojas	% de tallo	Relación hoja/tallo
T1 (NPK + Aminoácido de K + Biorreguladores + MO + Hidrogel)	182 a ^{1/}	66,40 a	33,60 c	1,98 a
T2 (Aminoácido de K + Biorreguladores + MO + Hidrogel)	118 b	57,84 b	42,16 b	1,37 b
T3 (Biorreguladores + MO + Hidrogel)	116 b	56,10 bc	43,90 ab	1,28 bc
T4 (MO + Hidrogel)	109 b	55,63 bc	44,37 ab	1,25 bc
T5 (Hidrogel)	98 bc	54,49 bc	45,51 ab	1,20 bc
T6 (Control)	81 c	52,62 c	47,38 a	1,11 c
p-valor ANOVA	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
C.V. %	8,94	3,35	4,43	7,55

^{1/}Medias dentro de columnas con letras distintas, difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey al 5% de probabilidades de error.

En relación a lo anterior, los resultados indican que la fertilización edáfica NPK es indispensable para promover un mayor macollamiento del pasto, y que esto se manifieste en una mayor proporción de hojas en relación a los tallos. Por otra parte, es evidente que el uso de hidrogel y MO como enmiendas mejoradoras de suelo y

retenedoras de humedad, también muestran un impacto positivo sobre el macollamiento del pasto y una mayor producción de hojas en relación a los tallos. En cuanto al uso de cocteles foliares basados en aminoácido de K y biorreguladores, se evidencia un efecto complementario sobre la capacidad de macollamiento y producción de hojas y tallos (**Ver cuadro 1**).

La producción de materia verde fue influenciada significativamente ($p \leq 0.05$) por los tratamientos fisionutricionales probados, donde la mayor producción fue alcanzada por el tratamiento T1 con 88.32 t ha^{-1} , en relación al tratamiento control T6 que solo logró una producción de 52.74 t ha^{-1} de MV. Los tratamientos T2, T3, T4 y T5 superaron ampliamente al tratamiento control T6, pero presentaron menor rendimiento de MV que el T1, lo cual evidencia la importancia de la fertilización NPK para la producción de MV. En términos porcentuales el T1 superó a los tratamientos T2, T3, T4, T5 y T6 con el 10, 16, 22, 22 y 40%, respectivamente. Por otra parte, en promedio general los tratamientos T2, T3, T4 y T5 superaron al tratamiento T6 con un 28%, lo cual indica la efectividad del hidrogel, la MO y los cocteles foliares para producir MV en pasto guinea de secano (**Ver figura 1**).

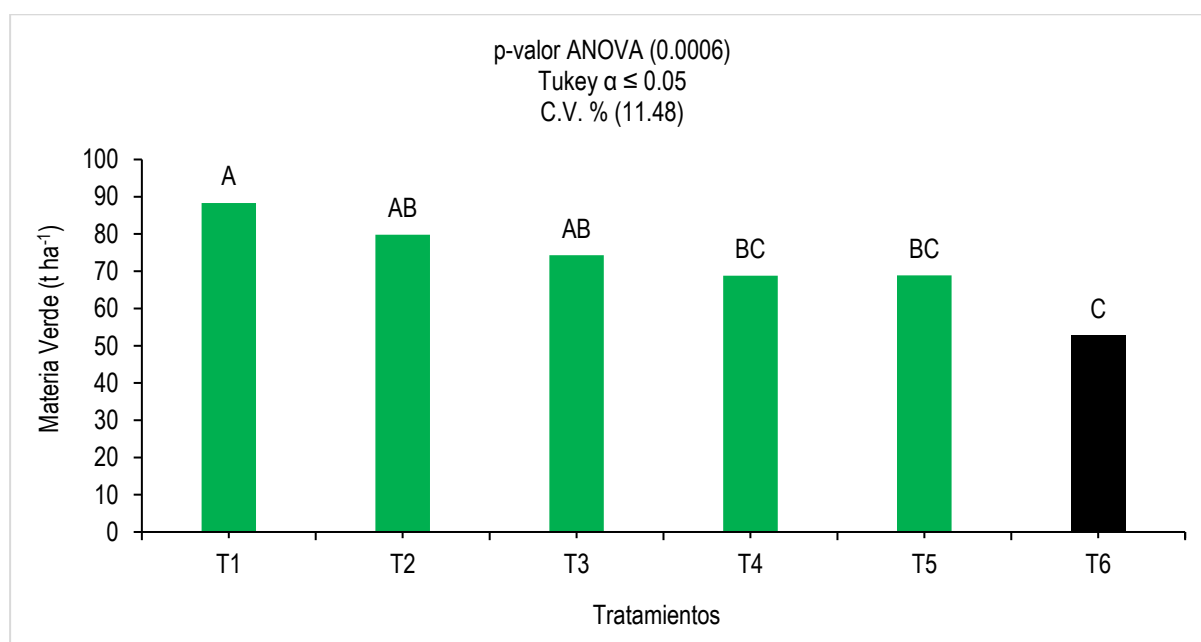


Figura 1. Efecto de varios tratamientos fisionutricionales sobre la producción de materia verde en pasto guinea cv. Mombasa. Calceta, Ecuador, 2020. Barras con letras distintas, difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey al 5% de probabilidades de error.

La producción de materia seca también fue influenciada significativamente ($p \leq 0.05$) por los tratamientos fisionutricionales probados, donde la mayor producción fue

alcanzada por el tratamiento T1 con 17.66 t ha^{-1} , en relación al tratamiento control T6 que solo logró una producción de 10.78 t ha^{-1} de MS. Los tratamientos T2, T3, T4 y T5 superaron ampliamente al tratamiento control T6, pero presentaron menor rendimiento de MS que el T1, lo cual deja entrever la importancia de la fertilización NPK para obtener mayor producción de MS. En términos porcentuales el T1 superó a los tratamientos T2, T3, T4, T5 y T6 con el 10, 10, 22, 22 y 39%, respectivamente. Por otra parte, en promedio general los tratamientos T2, T3, T4 y T5 superaron al tratamiento T6 con un 27%, lo cual indica la efectividad del hidrogel, la MO y los cocteles foliares para producir MS en pasto guinea bajo condiciones de secano (**Ver figura 2**).

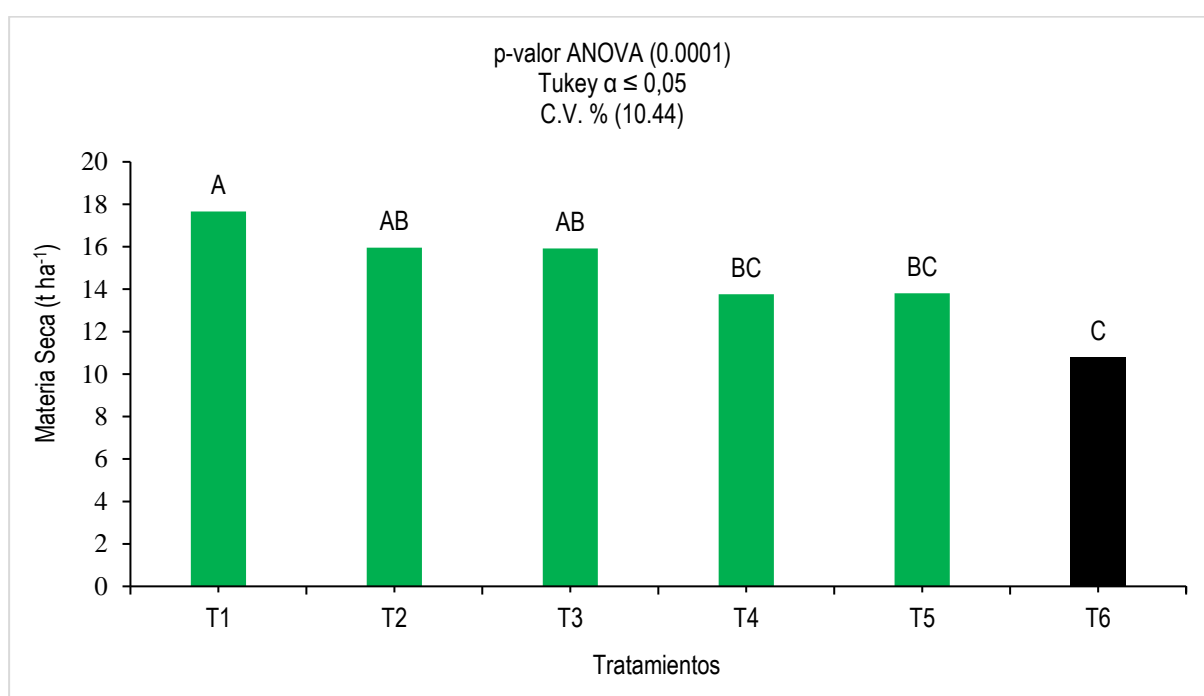


Figura 2. Efecto de varios tratamientos fisionutricionales sobre la producción de materia seca en pasto guinea cv. Mombasa. Calceta, Ecuador, 2020. Barras con letras distintas, difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey al 5% de probabilidades de error.

El tiempo de recuperación del pasto guinea fue significativamente ($p \leq 0.05$) afectado por los tratamientos fisionutricionales evaluados, donde se evidenció que el tratamiento T1 presentó el menor tiempo de recuperación con 42 días, a partir de que se realizó el corte del pasto para simular el ramoneo del ganado. En contraste, el mayor tiempo de recuperación fue alcanzado por el tratamiento control (T6) con 68 días, lo cual representa un 38% más del tiempo de recuperación. Los tratamientos T2, T3, T4 y T5 también mostraron un tiempo de recuperación significativamente menor al del tratamiento control (T6), pero mayor en relación al tratamiento T1. Estos

resultados resaltan la importancia de la fertilización NPK, y el uso de MO, hidrogel y cocteles foliares, como fuentes impulsoras del crecimiento vegetativo y tolerancia al estrés hídrico del pasto guinea bajo condiciones de seco; lo cual permite al pasto crecer a mayor velocidad en relación a un pasto que no recibe ningún tratamiento fisionutricional. Lo anteriormente expuesto, es importante dado que un pasto al presentar menor tiempo de recuperación, permite realizar mayores ciclos de corte del pasto y por ende mayor producción de MV y MS para la alimentación animal (**Ver figura 3**).

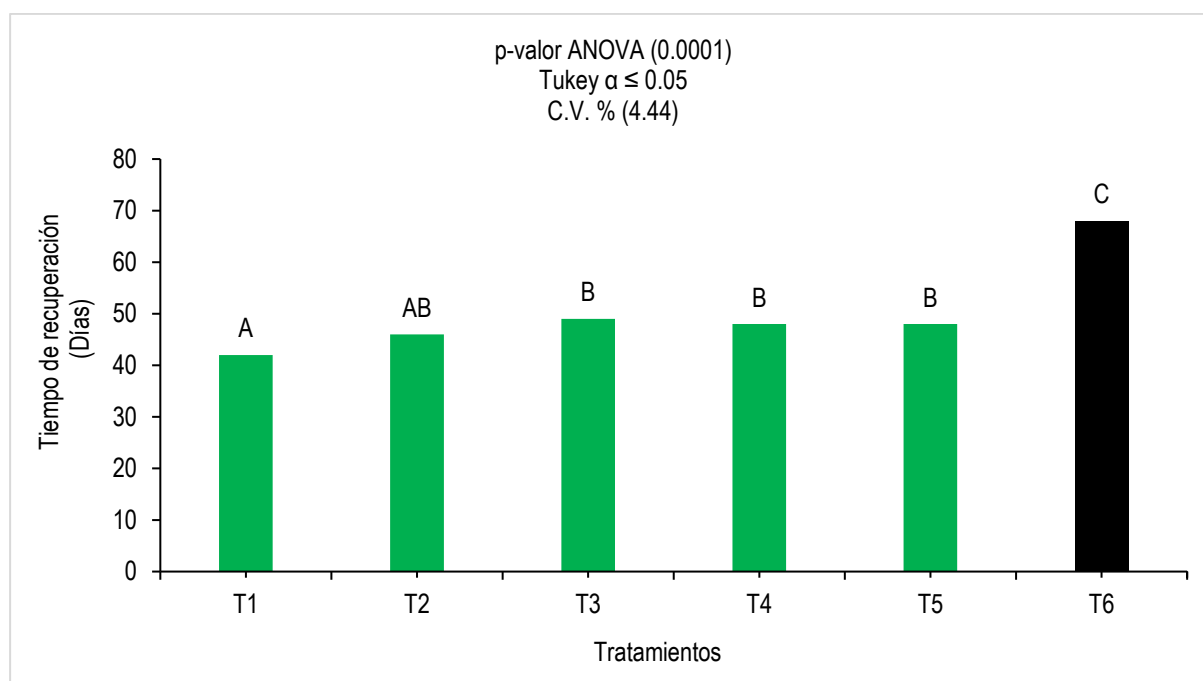


Figura 3. Efecto de varios tratamientos fisionutricionales sobre el tiempo de recuperación del pasto guinea cv. Mombasa. Calceta, Ecuador, 2020. Barras con letras distintas, difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey al 5% de probabilidades de error.

Los tratamientos fisionutricionales influyeron significativamente ($p \leq 0.05$) sobre el contenido proteico del pasto guinea, donde el tratamiento T1 alcanzó la mayor concentración proteínica con 14.68%, en contraste al tratamiento control (T6) que solo alcanzó el 7.13% de proteína, lo cual denota un incremento del 51% de proteína en el tratamiento T1. Los tratamientos T2 y T3 que recibieron hidrogel, MO y cocteles foliares, alcanzaron un contenido de proteína del 12.66 y 11.89%, respectivamente; en contraste a los tratamientos T4 y T5 que solo recibieron hidrogel y MO, y que alcanzaron una concentración de proteína del 9.63 y 8.39%, respectivamente, lo cual denota que los cocteles foliares ayudan a incrementar la calidad nutricional del pasto (**Ver figura 4**).

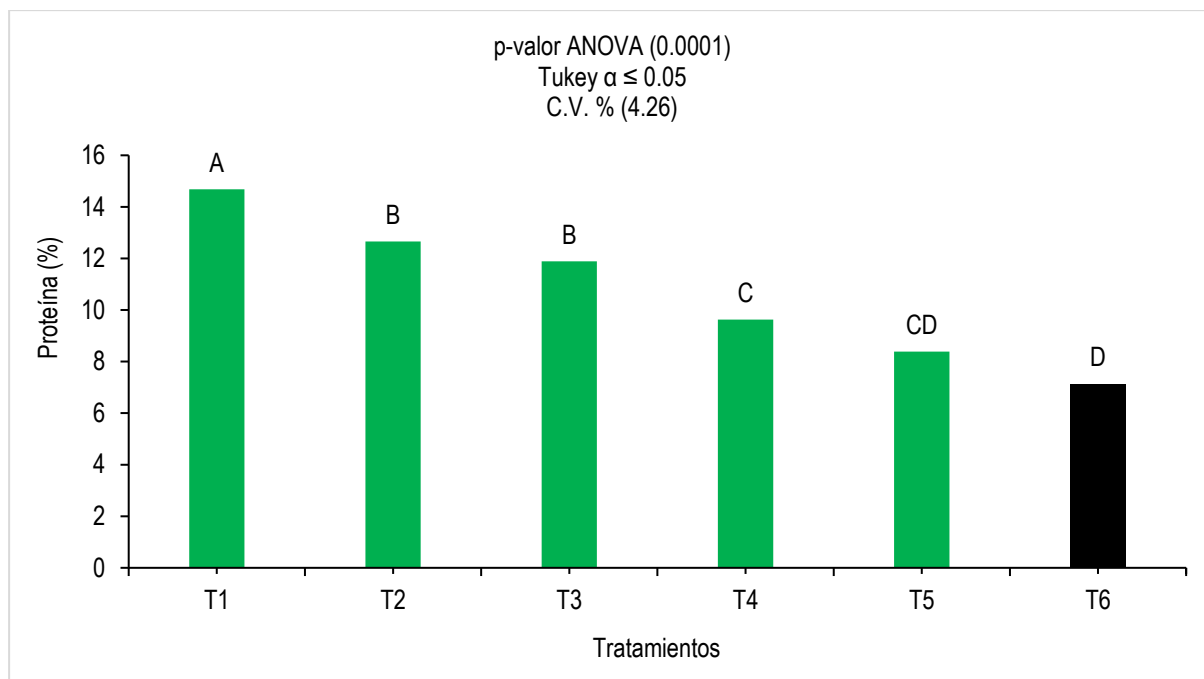


Figura 4. Efecto de varios tratamientos fisionutricionales sobre el contenido de proteína en pasto guinea cv. Mombasa. Calceta, Ecuador, 2020. Barras con letras distintas, difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey al 5% de probabilidades de error.

4.1 DISCUSIÓN GENERAL

Los resultados obtenidos reflejan que el tratamiento con fertilización NPK + Aminoácido de K + Biorreguladores + MO + Hidrogel, aumentan significativamente la producción de macollos, hojas, relación hojas/tallos en pasto guinea cv. Mombasa, lo cual indica la importancia de la nutrición balanceada en contraste a los tratamientos sin fertilización.

En este sentido, Veal Del Rosario (2015) quien evaluó el comportamiento agronómico del pasto Mombasa obtuvo buenos resultados en producción de macollos con 255 macollos/m², coincidiendo con esta investigación en el aumento de producción de esta variable cuando se aplicó una fertilización completa.

Así mismo, Mora (2013) menciona que, con las aplicaciones de biorreguladores, logró mejorar las condiciones fisiológicas y morfológicas de la plantación, logrando así que la planta tuviese un desarrollo vegetativo altamente adecuado, aumentando el desarrollo y la calidad nutricional del pasto.

En cuanto a la variable de materia verde, los resultados hallados demuestran, que el tratamiento con fertilización NPK influyó en el incremento de la producción con 88.32 t.ha⁻¹, así mismo los resultados encontrados guardan similitud a los obtenidos por Álvarez (2016) quien obtuvo una mayor producción de pasto con la variedad Mombasa logrando 7574,3 kg.ha⁻¹ con una fertilización a base de N (80kg.ha⁻¹) P (40kg.ha⁻¹) y K (60 kg.ha⁻¹)

por otra parte, Díaz (2015) obtuvo promedios de 41 t.ha⁻¹ que resultan menores a lo obtenida esta investigación, sin embargo, este autor indica el incremento que obtuvo el pasto con fertilización, a diferencia del testigo que presentó rendimientos muy bajos de 15 t.ha⁻¹.

En esta expresión, Alvarado (2020) quien evaluó la fertilización foliar y edáfica, obtuvo resultados inferiores en producción de materia verde en pasto Mombasa con 5495.3 kg.ha⁻¹.

Los resultados encontrados de la variables producción de materia seca, presento mayores resultados cuando se aplicó fertilización NPK en combinación con las demás tecnologías fisionutricionales, como la efectividad del hidrogel, la MO y los cocteles foliares para producir MS, estos resultados difieren por lo expuesto por Cerdas y Vallejos (2011) quienes reportaron menores valores de MS de 5586,31 kg.ha⁻¹, con una fertilización nitrogenada en forma de urea a los 40 días de corte, por su parte Mora (2013) determinó que los tratamiento con aplicación de fitohormonas y cocteles

foliares obtuvieron mayores rendimientos de materia seca similares a los resultados encontrados en esta investigación.

Por otro lado, Verdecia et ál. (2015) demostraron que en el pasto Guinea cv. Mombasa demuestran que la producción de materia seca total aumenta con la edad de la planta, lo que se explica porque la planta incrementa el proceso fotosintético y con ello la síntesis de carbohidratos estructurales, generándose una mayor acumulación de materia seca.

Shintate et ál. (2017) indicaron que la fertilización química con nitrógeno o en combinación con fósforo y potasio, más los cocteles foliares incrementa la altura, el contenido de clorofila y el rendimiento en materia seca del pasto Guinea (*Megathyrsus maximus* (Jacq.) B.K.Simon & S.W.L.Jacobs).

En cuanto al tiempo de recuperación del pasto Mombasa, Hernández et ál. (2020) indica, que logró determinar un tiempo de recuperación de 50 días en condiciones de secano, en donde obtuvo mayor producción de biomasa, similar a lo expuesto en esta investigación, donde se evidencio un tiempo de recuperación de 42 días en el tratamiento T1, denotando la importancia de la fertilización el uso de MO, hidrogel y cocteles foliares.

Por lo consiguiente Sánchez (2007) afirma que la planta tiene la capacidad de almacenar carbohidratos en los tallos y los rizomas, y por ende gracias a la energía que le aportan las reservas de carbohidratos, esta las usa para producir rebrotes y así recobrar su capacidad de fotosintetizar y producir follaje nuevamente.

Finalmente, los resultados del contenido proteico del pasto Mombasa, en esta investigación alcanzo una concentración de 14,68 % con el tratamiento uno.

En este sentido Bernabé, (2015) en su investigación sobre alternativas tecnológicas para la producción de biomasa en el pasto Mombasa, presento porcentajes similares de contenido de proteína con 12% cuando aplico el paquete tecnológico de 150 kgN.ha⁻¹, enmienda Humilig y Fe.

Además, Loor et ál. (2019) demuestran que el contenido de proteína bruta (PB) a medida que avanza la madurez del pasto disminuye significativamente, obteniendo a los 20 días de corte (13,32%) seguido los de 25 días (12,40%) y 30 días (12,09%).

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Los tratamientos fisionutricionales fueron eficaces para incrementar el rendimiento y calidad del pasto guinea bajo condiciones de secano.
- Los tratamientos fisionutricionales fueron eficaces para reducir el tiempo de recuperación y favorecer la brotación del pasto guinea bajo condiciones de secano.
- El tratamiento fisionutricional más eficiente fue la fertilización NPK complementada con hidrogel, MO y cocteles foliares.

5.2 RECOMENDACIONES

- Recomendar la fertilización NPK, el uso de hidrogeles, MO y cocteles foliares para incrementar la producción del pasto y su tolerancia bajo condiciones de secano.
- Realizar ensayos relacionados en varias localidades de Manabí, considerando que más del 90% de la superficie del pasto provincial se encuentra establecido con pasto guinea y en secano, con la finalidad de validar su eficacia agronómica y económica.

BIBLIOGRAFÍA

- Abril, J., Roncallo, B., y Bonilla, R. (2017). Efecto de la inoculación con bacterias del género *Bacillus* sobre el crecimiento de *Megathyrus maximus* Jacq, en condiciones de estrés hídrico. *Rev. Agron. Noroeste Argent.* 37 (1): 25-37. Obtenido de <http://ranar.faz.unt.edu.ar/index.php/ranar/article/view/53>
- Ahmed, E. (2015). Hydrogel: Preparation, characterization, and applications. *Journal of Advanced Research*, 6, 105-121. Obtenido de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2090123213000969>
- Alvarado, M. (2020). Efectos de fertilizante edáfico y foliar en el comportamiento agronómico del pasto Mombasa (*Panicum máximum* Jacq cv Mombasa). Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/7985>
- Álvarez, A. (2016). Comportamiento agronómico de dos variedades mejoradas de pasto mombasa (*panicum maximun*) y toledo (*brachiaria brizantha*), sometidos a cuatro niveles de fertilización. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/3341>
- Batista, V., Baptaglin, D., Amorim., R y Nazareth, N. (2014). Manejo do pastejo de cultivares de *Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf e de *Panicum maximum* Jacq. *Rev. Ceres* 61: 808-818. Obtenido de <http://www.scielo.br/j/rceres/a/D7Ftmmb8BLj9wt4RGxj86MQ/?format=html>
- Bernabé, D. (2015). Alternativas tecnológicas para la producción de biomasa en el pasto mombaza (*panicum maximun* cv) en Manglaralto Santa Elena. Obtenido de <http://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/2209>
- Bernal, J. (2008). Manual pastos y forrajes. Quinta.Texas. Obtenido de <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:IDWmenxWj50J:repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4615/1/PIM-000089.pdf+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=ec>
- Bernal, J., y Espinosa, J. (2003). Manual de Nutrición y Fertilización de pastos. International Plant Nutrition Institute [IPNI]. Quito, EC. 94 p. Obtenido de http://www.academia.edu/6676325/MANUAL_DE_NUTRICION_Y_FERTILIZACION_DE_PASTOS

- Bonifaz, N., León, F., y Gutiérrez, F. (2018). Pastos y forrajes del Ecuador. Obtenido de http://www.academia.edu/6676325/MANUAL_DE_NUTRICION_Y_FERTILIZACION_DE_PASTOS
- Brant, M., Tuffi, S., Freitas, I., Frazão, L., Sil Brant, M., Tuffi, S., Freitas, I., Frazão, L., Silva, M., Machado, D., y Santos, M. (2017). Productivity, control, and decomposition of irrigated forage species under glyphosate doses and shading. Obtenido de <http://>
- Castillo, M. (2014). Análisis de la productividad y competitividad de la ganadería de carne en el litoral ecuatoriano (Resultados de Consultoría para RIMISP–Parte I). Obtenido de <http://www.scielo.br/j/pd/a/yFYfft4JC9dSrrPQscntpry/?lang=en>
- CATÁLOGO DE BIODIVERSIDAD DE COLOMBIA [CBC]. (2015). Obtenido de <http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/9586/Cat%C3%A1logo%20de%20la%20biodiversidad%20de%20Colombia%20colecciones%20de%20fichas%20de%20especies%20en%20p%C3%A1ramos%20y%20humedales..pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cerdas, R., y Vallejos, E. (2011). Disponibilidad de biomasa del pasto Guinea (*Megathyrsus maximus*) cv. Tanzania con varias fuentes y dosis de nitrógeno en Guanacaste, Costa Rica. *Intersedes*,12(23), 32-44. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/666/66622603003.pdf>
- Chacón, C. (2012). Síntesis de hidrogeles interpenetrados en base a acrilamida para la recuperación de metales en agua. Obtenido de <http://core.ac.uk/download/pdf/80533271.pdf>.
- Da Silva, K., Do Nascimento, D., Carneiro, S., Batista, V., y De Moura, A. (2009). Características morfogênicas, estruturais e acúmulo de forragem do capimtançânia submetido a duas alturas e três intervalos de corte. *R. Bras. Zootec.* 38(11): 2127-2136. Obtenido de <http://www.scielo.br/j/rbz/a/kxJJ98VRzTjn9vqjPvWMX8j/?lang=pt>

- Días, M. (2012). Formación e Manejo de Pastagens. Comunicado Técnico 235. Belém, Brasil. 9 p. ISSN 1983-0505. Obtenido de <http://https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/937485/1/OrientalComTec235.pdf>
- Diaz, E. (2015). Efecto de cuatro fertilizantes foliares inorgánicos sobre las características agronómicas y rendimiento del pasto *Panicum maximum* cultivar Tanzania en Zungarococha-Iquitos-Loreto. Obtenido de <http://https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/3338?show=full>
- Garzola, R. (2010). Adaptacion y comportamiento agronómico de cuatro gramíneas y tres leguminosas forrajeras. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/659/1/13T0682%20.pdf>
- Gilbert, C., Sirmah, P., Edward, M., Mburu, F., Sylvester, K., y Erick, B. (2014). Effects of hydrogels on soil moisture and growth of *Cajanus cajan* in semi arid zone of Kongelai, West Pokot County. *Open Journal of Forestry*, 4(1), 34. Obtenido de <http://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=41750>
- He, Z. y Zhang, H (2014). *Applied manure and nutrient chemistry for sustainable agriculture and environment*. Springer, New York, USA. Doi: 10.1007/978-94-017-8807-6. Obtenido de http://biosolutions.novozymes.com/en/campaigns/thinkbiological?gclid=EAlaIQobChMIrqnUtPGj8QIVwvrlCh2geQQ5EAAYASAAEgleTfD_BwE
- Herazo, R y Morelo, C (2008). Evaluación del crecimiento vegetativo rendimiento y calidad del cultivo de pasto guinea mombaza (*panicum máximum*, jacq) bajo cuatro fuentes de abonamientos en la finca Pekin, Municipio de Sincé, Sucre-Colombia. Obtenido de <http://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/001/430/2/633.202H531.pdf>
- Hernández, M., López, S., Jarillo, J., Ortega, E., Pérez, S., Díaz, P., Y Crosby, M. (2020). Rendimiento y calidad nutritiva del forraje en un sistema silvopastoril intensivo con *Leucaena leucocephala* y *Megathyrsus maximus* cv. Tanzania. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 11(1), 53-69. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S200711242020000100053&lng=es&nrm=iso

- Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC]. (2017). Módulo de tecnificación agropecuaria. Obtenido de http://www.ecuadorencifras.gob.ec//documentos/webinec/Encuestas_Ambientales/Informacion_ambiental_en_la_agricultura/2017/Principales_resultados_2017.pdf
- Jiménez, I. (2014). Hidrogeles termosensibles y fotopolimerizables derivados de Pluronic para aplicaciones biomédicas. Obtenido de <http://zaguán.unizar.es/record/13520/files/TESIS-2014-030.pdf>
- Loor, D., Zambrano, V., Vera, S., Rivadeneira, M., y Flor, F. (2019). Evaluación agroproductiva del pasto *Panicum maximum* CV. Mombaza en el cantón el Carmen, Manabí-Ecuador. Revista ESPAMCIENCIA ISSN 1390-8103, 10(2), 78-84. Obtenido de http://revistasespam.espam.edu.ec/index.php/Revista_ESPAMCIENCIA/article/view/198
- Lopes, T., Gontijo, I., Suzart, M., y Vaz, F., (2014). Fontes e doses de nitrogênio e alterações nos atributos químicos de um latossolo cultivado com capim-mombaça. R. Bras. Ci. Solo. 38:840-849. Obtenido de <http://www.scielo.br/j/rbcs/a/VCPDGjs6BnJLwHprXwcf4cf/abstract/?lang=pt>
- Magalhães, P., Andreotti, M., Bergamaschine, A., Buzetti, S., Costa, N., Cavallini, M., Ulian, N y Golin, L., (2011). Yield, chemical composition and chlorophyll relative content of Tanzania and Mombaca grasses irrigated and fertilized with nitrogen after corn intercropping. Revista Brasileira de Zootecnia, 40(4), 728-738. Obtenido de <http://www.scielo.br/j/rbz/a/Mvcq3zSncJqM7hDLWSxtcYw/?lang=en&format=html>
- Méndez, Y., Verdecia, D., Reyes, J., Luna, R., Rivero, M., Montenegro, L y Herrera, S., (2018). Quality of three *Megathyrsus maximus* cultivars in the Empalme area, Ecuador. Cuban Journal of Agricultural Science. 52(4): 423-433. ISSN: 2079-3480. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/cjas/v52n4/2079-3480-cjas-52-04-423.pdf>

- Mora, J. (2013). Efectos de aplicación de fitohormonas sobre el crecimiento y rendimiento de forraje del pasto Dallis (*Brachiaria decumbens*), en la zona de Febres-cordero, provincia de Los Ríos. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/210>
- Mujdeci, M., Simsek, S., y Uygur, V. (2017). The effects of organic amendments on soil water retention characteristics under conventional tillage system. *Fresenius Environmental Bulletin*, 26(6), 4075-4081. Obtenido de <http://www.researchgate.net/publication/330674797>
- Munari, E., Pietroski, M., De Mello, P., Silva, C., y Caione, G. (2017). Effect of nitrogen fertilization on productivity and quality of Mombasa forage (*Megathyrsus maximum* cv. Mombasa). *Acta agronómica*, 66(1), 42-48. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/acag/v66n1/0120-2812-acag-66-01-00042.pdf>
- Ordoñez, Y., Fernandez, L., Lara, A., Rodriguez, D., Uribe, I., y Sanders, R. (2016). Bacteria with phosphate solubilizing capacity alter mycorrhizal fungal growth both inside and outside the root and in the presence of native microbial communities. Obtenido de <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0154438>
- Patiño, P., Gómez, S., y Navarro, M. (2018). Calidad nutricional de Mombasa y Tanzania (*Megathyrsus maximus*, Jacq.) manejados a diferentes frecuencias y alturas de corte en Sucre, Colombia. *Rev. CES Med. Zootec.*, 13, 17-30. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1900-96072018000100017
- Sánchez, J. (2007). Utilización eficiente de las pasturas tropicales en la alimentación del ganado lechero. Obtenido de <http://nutriciondebovinos.com.ar>
- Shintate, G., Buzetti, S., Teixeira, F., Dupas, E., y Ziolkowski, L. (2017). Application of different nitrogen doses to increase nitrogen efficiency in Mombasa guineagrass (*Panicum maximum* cv. Mombasa) at dry ad rainy seasons. *Australian Journal of Crop Science*, 11(12), 1657-1664. doi: 10.21475/ajcs.17.11.12. pne907. Obtenido de <https://www.researchgate.net>

- Unión Ganadera Regional de Jalisco [UGRJ] (2007). Obtenido de http://www.ugrj.org.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=440&Itemid=376.
- Uvidia, H., Ramírez, J., Vargas, J., Leonard, I., y Sucoshañay, J. (2015). Rendimiento y calidad del *Pennisetum purpureum* vs. Maralfalfa en la Amazonía ecuatoriana. *Revista Electrónica de Veterinaria (REDVET)*. 16(6). Obtenido de <http://https://www.redalyc.org/pdf/636/63641399006.pdf>
- Vásquez, R. (2013). Evaluación de 2 métodos de siembra de avena forrajera de temporal en el ciclo otoño invierno. Obtenido de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/4094>
- Vea Del Rosario, J. (2015). Evaluación del comportamiento agronómico del pasto Tanzania (*panicum maximum*) sometido a cuatro niveles de fertilización con fertiforraje (establecimiento) en la zona de Pueblo viejo. Obtenido de <http://http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/1001>
- Verdecia, D., Herrera, R., Ramírez, J., Acosta, I., Uvidia, H., Álvarez, Y., Paumier, M., Arceo, Y., Santana, A., y Almanza, D. (2015). Potencialidades agroproductivas de dos cultivares de *Megathyrsus maximus* en la región Oriental de Cuba. *Revista Electrónica de Veterinaria (REDVET)*, 16(11), 1-9. Obtenido de <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n111115/111501.pdf>.
- Yang, T. (2012). Mechanical and swelling properties of hydrogels. Obtenido de <http://kth.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A571374&dswid=2113>

ANEXOS

ANEXO 1



Foto 1. Preparación del terreno



Foto 2. Siembra del pasto



Foto 3. Resultados del pasto listo para su primer corte



Foto 4. Nitrógeno



Foto 5. Corte del pasto de 50 x 50 m²



Foto 6. Altura optima de 0.90 cm para realizar su corte



Foto 7. Medición del pasto



Foto 8. Pasto listo para la primera evaluación de datos



Foto 9. Toma de datos



Foto 10. Peso total del pasto



Foto 11. Peso de materia verde



Foto 12. Peso de 100 g de materia verde



Foto 13. Conteo del número de macollos



Foto 14. Diferencia del pasto sin fertilización foliar y edáfica



Foto 15. Fertilización edáfica con nitrógeno y muriato de potasio



Foto 16. Fertilización foliar con los bio cocteles



Foto 17. Colocación en la estufa, las muestras de materia verde de 60 - 65°C hasta las 72 horas



Foto 18. Tomas de datos del peso total de materia seca