



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGROPECUARIA**

TEMA:

**Evaluación del efecto de dos métodos de crecimiento
forrajero pasto mombasa (*panicum maximum*)
en la costa del Ecuador.**

AUTOR:

Saltos Peñafiel, Enrique Xavier

**Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del
título de Ingeniero Agropecuario**

TUTOR

Lcdo. Llanderal Quiroz, Alfonso, PhD.

**Guayaquil, Ecuador
19 de febrero del 2025**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGROPECUARIA**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente Trabajo de Integración Curricular, fue realizado en su totalidad por **Salto Peñafiel, Enrique Xavier**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Agropecuario**.

TUTOR

Lcdo. Llanderal Quiroz, Alfonso, PhD.

DIRECTORA DE LA CARRERA

Ing. Pincay Figueroa, Paola Estefanía, MSc.

Guayaquil, a los 19 días del mes de febrero del año 2025



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGROPECUARIA**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Salto Peñafiel, Enrique Xavier**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Integración Curricular, **Evaluación del efecto de dos métodos de crecimiento forrajero pasto mombasa (*panicum maximum*) en la Costa del Ecuador** previo a la obtención del título de **Ingeniero Agropecuario**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 19 días del mes de febrero del año 2025

EL AUTOR

Salto Peñafiel, Enrique Xavier



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGROPECUARIA**

AUTORIZACIÓN

Yo, **Salto Peñafiel, Enrique Xavier**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Integración Curricular, **Evaluación del efecto de dos métodos de crecimiento forrajero pasto mombasa (*panicum maximum*) en la costa del Ecuador**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 19 días del mes de febrero del año 2025

EL AUTOR:

Salto Peñafiel, Enrique Xavier



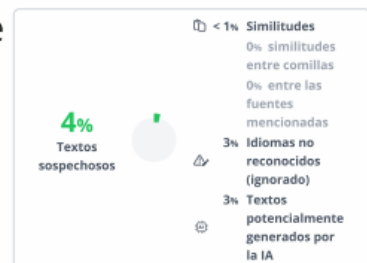
UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGROPECUARIA

CERTIFICADO DE COMPILATIO

Se revisó el Trabajo de Integración Curricular, **Evaluación del efecto de dos métodos de crecimiento forrajero pasto mombasa (panicum maximum) en la costa del Ecuador**, presentado por el estudiante **Salto Peñafiel, Enrique Xavier**, de la carrera de Agropecuaria, donde obtuvo del programa COMPILATIO, el valor de 4 % de coincidencias, considerando ser aprobada



Evaluación del efecto de dos métodos de crecimiento forrajero pasto Mombasa (Panicum maximum) en la Costa del Ecuador (2)



Fuente: Compilatio-Usuario Llanderal Quiroz, 2022
Certifican

Lcdo. Llanderal Quiroz, Alfonso PhD.
TUTOR

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a Dios en primer lugar, por darme esa fortaleza, sabiduría y salud para poder culminar este proyecto. A mi Papá y a mi Mamá por ser un pilar fundamental en cada una de las etapas de mi vida, por darme ese apoyo inalcanzable e incondicional y por ser mi más grande inspiración para culminar este proceso. Su preocupación, su paciencia y su amor han sido pilar fundamental para pasar cada obstáculo que fui encontrando en el camino.

A mis hermanos, Paola, Belén y Juan Pablo que de una u otra forma participaron en mi proceso académico, por escuchar cada problema que tenía en el transcurso del mismo y nunca dejarme caer. A mi Tía Antu y a mi Abuelita Amada, que si bien ya no se encuentran conmigo, fueron quienes ayudaron a crear un profesional, que a pesar de la distancia, mediante mensajes o llamadas se hacían presente todos los días durante mi formación académica. A mi compañera de vida, a Karina, que de una u otra manera me brindó su apoyo cuando más lo necesitaba, por su apoyo incondicional y por estar a mi lado siempre que lo necesitaba. A Henry que como amigo y hermano siempre se mantuvo presente en toda mi carrera profesional, compartiendo ideas relacionadas a la carrera que me mantuvo con ilusión de culminarla.

A mi tutor de tesis, Lcdo. Alfonso Llanderal Quiroz Ph.D., por su guía, conocimientos y por ser paciente y ofrecer una gran labor profesional a lo largo de todo el proyecto, por brindar palabras de aliento y nunca dejarme caer. Su compañía a lo largo de todo el proceso fue de lucha inalcanzable para poder superarme y nunca darme por vencido. A mis compañeros por estar presentes compartiendo ideas, dando palabras de aliento, y su compañía para que este proceso fuera más llevadero. Finalmente a cada una de las personas que de alguna manera sumaron un granito de arena. Estoy profundamente agradecido, este logro no hubiese sido posible sin cada una de las personas nombradas.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, quien me ha permitido y brindado todas las oportunidades necesarias para alcanzar este logro y ser un profesional, por escucharme y guiarme por el buen camino, ser mi luz y mi fortaleza en cada momento.

A mis Padres, por encontrarse presentes en cada momento y brindar ese apoyo de padre y madre, por motivarme a seguir adelante. A mi papá por ser ejemplo de hombre trabajador y a mi mamá por ser esa mujer capaz y luchadora, por siempre buscar lo mejor para sus hijos.

A mi Tía Antu que desde pequeño me vio crecer en el campo y compartía conmigo cada momento viéndome crecer rodeado de animales, quien me acogía en todas las vacaciones del colegio que iba a pasar en el campo. A mi Abuelita Amada, que con ese calor de abuelita, siempre mostraba su amor por todos sus nietos y que a pesar de la distancia se mantenía preguntando constantemente por mí.

Finalmente este logro va para todos las personas que aspiran en alguna etapa de su vida lograr ser un profesional, recordarles que no es fácil, pero de lo difícil se aprende y es cuan más orgulloso nos debemos sentir, con esfuerzo, dedicación y fe todo es posible.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGROPECUARIA**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Lcdo. Llanderal Quiroz, Alfonso, PhD.
TUTOR

Ing. Pincay Figueroa, Paola Estefania, MSc.
DIRECTORA DE CARRERA

Ing. Caicedo Coello, Noelia Carolina, MSc.
COORDINADORA DE TITULACIÓN



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGROPECUARIA**

CALIFICACIÓN

Lcdo. Llanderal Quiroz, Alfonso, PhD.
TUTOR

ÍNDICE GENERAL

1	INTRODUCCIÓN.....	2
1.1	Objetivos	3
1.1.1	Objetivo general.	3
1.1.2	Objetivos específicos.	3
2	MARCO TEÓRICO.....	4
2.1	Pastos y forrajes.....	4
2.1.1	Clasificación de los forrajes.	4
2.2	Generalidades del pasto Mombasa	5
2.2.1	Origen, características y taxonomía.	6
2.3	Clima en la producción de pastos y forrajes.....	7
2.3.1	Influencia climática y altitudinal en la producción de pastos.....	8
2.4	Técnicas para el manejo de Pastizales a campo abierto	9
2.5	Hidroponía.....	13
2.6	El Agua.....	13
2.6.1	El agua en los pastos.	13
2.6.2	El agua en hidroponía.....	14
2.6.3	El agua en el suelo.	15
2.6.4	Calidad física del agua.	16
2.6.5	Calidad química del agua.....	16
2.7	Nutrición mineral	17
2.7.1	Macronutrientes.....	17
2.7.2	Micronutrientes.....	20
2.7.3	Características de la solución nutritiva.....	21
2.7.4	Influencia del pH.....	21
2.7.5	Influencia de la salinidad.	22
3	MARCO METODOLÓGICO	24
3.1	Ubicación del proyecto	24
3.2	Características del área a realizar la investigación	24
3.2.1	Orografía.	24
3.2.2	Caracterización del agua y el suelo.	25
3.2.3	Clima.....	25
3.2.4	Características y usos del suelo.	26

3.3	Materiales.....	27
3.4	Diseño de tratamientos.....	28
3.5	Recolección de datos	28
3.5.1	Diseño experimental y análisis estadístico.....	28
3.6	Manejo del cultivo.....	29
3.7	Variables Evaluadas.....	29
3.7.1	Altura de planta (H).	29
3.7.2	Cantidad de materia fresca y seca.....	29
3.7.3	pH y Conductividad Eléctrica solución del suelo y solución nutritiva.	30
4	<i>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</i>	31
4.1	Peso fresco y seco del primer corte (hojas)	31
4.2	Altura (Hojas) primer corte	32
4.3	Peso fresco y seco del segundo corte (raíz y hoja).....	33
4.4	Altura (Hojas) segundo corte.....	36
4.5	pH en cultivo Hidropónico y Suelo.....	36
4.6	CE en cultivo Hidropónicas y Suelo	37
4.7	Matriz de costos	38
5	<i>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</i>	40
5.1	Conclusiones.....	40
5.2	Recomendaciones.....	41
	<i>REFERENCIAS</i>	42
	<i>ANEXOS</i>	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Morfología del pasto Mombasa.....	6
Tabla 2. Taxonomía del pasto Mombasa.....	7
Tabla 3. Temperatura promedio a diferentes altitudes en Ecuador	8
Tabla 4. Funciones y tamaño de los poros en el suelo	15
Tabla 5. Clasificación del agua según su aptitud para ser utilizada en el cultivo de forrajes verdes hidropónico	21
Tabla 6. Medias de velocidad germinativa de Mombasa a los 28 DDS.....	22
Tabla 7. Medias de porcentaje de germinación de semilla Mombasa a los 28 DDS	23
Tabla 8. Concentraciones de los nutrientes (mmol l ⁻¹), pH y Ce (ds m ⁻¹).....	28
Tabla 9. Costos de producción por tratamiento teniendo en cuenta fertilizantes y semillas	39

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del sitio experimental	24
Figura 2. Peso fresco de hojas en gramos primer corte	31
Figura 3. Peso seco de hojas en gramos primer corte	32
Figura 4. Altura de la hoja en cm en primer corte	32
Figura 5. Peso fresco de hojas en gramos segundo corte	33
Figura 6. Peso seco de hojas en gramos segundo corte	34
Figura 7. Peso fresco de raíces en gramos segundo corte.....	35
Figura 8. Peso seco de raíces en gramos segundo corte	35
Figura 9. Altura de la hoja en cm en segundo corte	36
Figura 10. pH en cultivo hidropónico y suelo.....	37
Figura 11. CE en cultivo hidropónico y suelo	38

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue Evaluar el rendimiento y las variables morfológicas del pasto Mombasa (*Panicum máximum*) bajo dos diferentes sistemas de producción (Hidroponía y Suelo) en la zona Costa del Ecuador. Para este experimento se realizaron 3 tratamientos más la variable Suelo con 2 repeticiones por tratamiento con cortes del pasto en 15 días después de germinación. Los tratamientos aplicados son Solución Nutritiva (SN) propuesta por Vargas y Rodríguez (2008) aplicada al 50 %, 100 % y al 150 % durante todo el ciclo del cultivo. Dentro del experimento se evaluaron las variables altura de planta, peso de la materia fresca y seca de las hojas y peso de la materia fresca y seca de las raíces, pH y Conductividad eléctrica de las soluciones nutritivas. Los datos se analizaron mediante el análisis de varianza (ANOVA) y pruebas de diferencia mínima significativa (LSD) ($P < 0.05$) utilizando el programa *Statgraphic Plus* para Windows (versión 5.1.). Los resultados obtenidos se encontraron que T3 tuvo un mejor desarrollo morfológico del pasto Mombasa cortado a los 15 días y que los valores de pH y CE se mantuvieron en los rangos óptimos.

Palabras clave: Forraje hidropónico, Mombasa, Pasto, Soluciones nutritivas, Sistema de producción.

ABSTRACT

The aim of this research was to evaluate the performance and morphological variables of Mombasa grass (*Panicum maximum*) under two different production systems (Hydroponic and Soil) in the Coast region of Ecuador. For this experiment, 3 treatments were applied, plus the Soil variable, with 2 replications per treatment, and the grass was cut 15 days after germination. The treatments applied were the nutrient solution (NS) proposed by Vargas and Rodríguez (2008), applied at 50 %, 100 %, and 150 % throughout the crop cycle. The variables evaluated in the experiment included plant height, fresh and dry weight of leaves, and fresh and dry weight of roots, as well as pH and electrical conductivity of the nutrient solutions. The data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) and least significant difference (LSD) tests ($P < 0.05$) using Statgraphic Plus for Windows (version 5.1). The results showed that treatment T3 exhibited the best morphological development of Mombasa grass cut at 15 days, and the pH and EC values remained within the optimal ranges.

Keywords: Mombasa, Grass, Hydroponic, nutrient solution, Production system.

1 INTRODUCCIÓN

Con el pasar del tiempo y las grandes variaciones climáticas, existe la necesidad de buscar métodos alternativos para la producción alimentos para el ganado. Es importante mencionar que en la actualidad existen algunas tecnologías y métodos para paliar esta necesidad siendo métodos más sostenibles que los tradicionales. Uno de ellos es la hidroponía que es un método que se viene practicando por algunos años y que es utilizado principalmente para la producción hortícola.

Los cultivos hidropónicos suelen cultivar en medios alternativos al suelo como pueden ser sustratos o en agua, este medio de cultivo requiere el aporte de soluciones nutritivas, sin dejar a un lado las variables de temperatura y humedad ambiental, agua, pH y conductividad eléctrica, sin embargo, gracias a la hidroponía logra ser una práctica bastante rentable en países con suelos no muy aptos para la producción agrícola.

Dentro de los diferentes cultivos hidropónicos encontramos el cultivo flotante el que consiste en tabla o bandeja de poliespan que flota sobre una solución nutritiva, lo que permite que estas raíces absorban los nutrientes necesarios para el crecimiento de la planta. Es importante destacar que este sistema de producción requiere tener un control sobre el pH, oxígeno disuelto en el agua y CE para que este tenga un óptimo desarrollo.

Es importante destacar, aunque el cultivo flotante es bastante utilizado en cultivos hortícolas de hoja, la información de haber sido utilizado para la producción de pasto forrajero es limitada.

La finalidad de este trabajo es buscar un método alternativo de desarrollo forrajero del cual se pueda sacar provecho ante las variaciones climáticas encontradas en nuestro país y así relacionar el crecimiento vegetal en el suelo y en la práctica hidropónica.

De acuerdo con lo expuesto, los objetivos planteados, son:

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general.

Evaluar las variables morfológicas y parámetros de control (pH y CE) del pasto Mombasa (*Panicum máximum*) bajo dos diferentes sistemas de producción (Cultivo Flotante y Suelo) en la zona Costa del Ecuador.

1.1.2 Objetivos específicos.

- Determinar la materia seca, fresca, longitud de la hoja, pH y CE del pasto en el pasto Mombasa en los diferentes sistemas de producción.
- Comparar materia seca, fresca, longitud de la hoja, grosor del tallo, pH y CE o de los dos diferentes sistemas de producción (Cultivo Flotante y Suelo).
- Establecer costo de producción del estudio en el cultivo hidropónico.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Pastos y forrajes

Según León (2018) los pastizales se forman en regiones donde el cultivo se ve restringido por factores como la humedad, la fertilidad del suelo, el pH o la lejanía de los centros urbanos.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO (2018), Según las estimaciones actuales, las praderas cubren aproximadamente el 26 % de la superficie terrestre del planeta y el 70 % del área destinada a la agricultura. Según INEC (2021), del total de la superficie, 5.29 millones de hectáreas están destinadas a actividades agropecuarias, incluyendo cultivos permanentes, transitorios, pastos cultivados y naturales, mientras que 7.03 millones de hectáreas no tienen uso agropecuario, abarcando lo que son montes, bosques, páramos, áreas en descanso y otros usos no agrícolas.

El sector ganadero usa la mayor superficie de tierras agrícolas en el pastoreo y en cultivos forrajeros. Este sector también desempeña una función importante en el cambio climático, la gestión de la tierra, el agua y la biodiversidad (FAO, 2018)

Actualmente se ejerce presión para que los sistemas de producción agropecuarios desarrollen tecnologías que permitan ser sostenibles. Para alcanzar este objetivo, se deben considerar aspectos como la salud y bienestar animal, utilización responsablemente los recursos genéticos animales, nutrición y alimentación (FAO, 2018).

2.1.1 Clasificación de los forrajes.

De acuerdo con León et al., (2018) los pastos se clasifican por su presentación de la siguiente manera:

- Forraje verde: pasto fresco que se encuentra en el potrero y es consumido directamente por los animales.

- Forraje seco: un material seco o de lastre, como pajas o rastrojos de cosechas, con un contenido de materia seca del 86-88 % (M.S.).
- Forraje conservado: aquel que ha sido sometido a un proceso de conservación, ya sea en estado fresco (ensilaje), deshidratado (heno) o mixto (henolaje), con un contenido de materia seca del 82-84 % en el heno y del 50-60 % en el henolaje.

Por su destino y su uso (Delorenzo, 2014):

- De pastoreo: son especies forrajeras del cual los animales pueden consumir directamente del suelo. Los potreros deben estar compuestos por plantas que demuestren una alta resistencia al pisoteo, como el kikuyo, trébol blanco, estrella, micay y maní forrajero.
- De corte: son especies forrajeras que crecen en forma de matas y deben ser cortadas y procesadas antes de suministrarlas al ganado, ya sea en estado verde, henificadas o ensiladas. Ejemplos: maíz, King Grass.
- De doble propósito: son especies que pueden ser consumidas directamente por el ganado, pero también pueden ser cortadas y conservadas para su uso posterior dependiendo del destino y uso del pasto. Ejemplos: alfalfa, avena, raigrás anual.

2.2 Generalidades del pasto Mombasa

El pasto Mombasa es una gramínea perenne de rápido crecimiento y alta productividad, perfecta para alimentar al ganado en áreas tropicales y subtropicales. Se caracteriza por su alta resistencia a diversas condiciones climáticas y su habilidad para generar grandes cantidades de forraje de excelente calidad, lo que lo hace una opción muy preferida en la ganadería (López et al., 2022).

De acuerdo con Gómez et al. (2022, p. 7) el contenido de proteniada en la semilla de Guinea Mombasa oscila entre el 12 % y el 14 %, otorgando

excelente palatabilidad para el ganado. Además, presenta una alta digestibilidad, que se encuentra alrededor del 65 %.

El pasto Guinea Mombasa tiene la capacidad de generar entre 70 y 90 toneladas de forraje verde por hectárea, además de 20 toneladas de materia seca por hectárea anualmente. Gracias a su adaptación tanto al sol como a la sombra natural, es una de las mejores alternativas para establecer potreros destinados a la producción animal, proporcionando forraje confiable durante todo el año (Gómez et al, 2022, p. 7).

2.2.1 Origen, características y taxonomía.

El pasto Mombasa es una variedad de *Panicum maximum* Jacq., originaria de África. Fue introducido en América en 1967 y liberado en 1993 por el Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (CNPQ) en Brasil, y se distingue por su alta productividad en ambientes tropicales. (Reynoso et al., 2008, p. 2).

El pasto Guinea (*Megathyrsus maximus*), cv. Mombasa (Poaceae), es una especie perenne tropical de rápido crecimiento, destacándose por sus excelentes características agronómicas. Es adaptable a suelos con baja fertilidad y resistente a la sequía, alcanzando rendimientos de 22.8 t de MS ha⁻¹ año⁻¹ (García et al., 2018)

De acuerdo con Gómez et al., (2022) la descripción morfológica de las principales características del pasto Mombasa

Tabla 1.

Morfología del pasto Mombasa

	Descripción
Ciclo	Gramínea de ciclo perenne
Raíces	Raíces profundas, se ensanchan en la corona de la planta formando un corto rizoma.
Hojas	Hojas alargadas y anchas, muy bien distribuidas en los tallos, alta relación de hoja/tallo y una alta tasa de rebrote.

Altura Altura que va desde los 0.80 m hasta más de 2 m

Nota: Tomado de Gómez et al., 2022.

De acuerdo con Hanan et al., (2019) la descripción taxonómica del pasto Mombasa

Tabla 2.

Taxonomía del pasto Mombasa

Reino	Plantae (Plantas con flores)
División	Magnoliophyta (Plantas con flores)
Clase	Liliopsida (Monocotiledóneas)
Orden	Poales (Orden de plantas que incluye pastos y cereales)
Familia	Poaceae (Gramíneas o pastos)
Género	Género: <i>Panicum</i>
Especie	<i>Panicum maximum</i>
Variedad	Trichoglume 'Mombasa

Nota: Tomado de Hanan et al., 2009

2.3 Clima en la producción de pastos y forrajes

La producción ganadera en América Latina y el Caribe se ve actualmente afectada por las presiones de la globalización y el creciente aumento de la demanda mundial de alimentos de origen animal (Ramírez et al., 2017).

Su tasa de crecimiento anual del 3.8 % es considerablemente superior al promedio global del sector. Además, su contribución al PIB agropecuario alcanza alrededor del 45 %, y el valor de la producción anual supera los 79 mil millones de dólares (Ramírez et al., 2017).

La altitud es el principal factor que modifica el clima en nuestro país. Con una temperatura de 26 °C a nivel del mar (playa) y de 28 °C en el interior, la temperatura desciende alrededor de 0.6 °C por cada 100 msnm (León et al., 2018).

De acuerdo con León (2018), en el Tabla 3 se detalla la temperatura promedio a diferentes altitudes.

Tabla 3.

Temperatura promedio a diferentes altitudes en Ecuador

Altitud sobre el nivel del mar	Temperatura	Clima
0-600 msnm	28-24 °C	Clima cálido, tropical o megatérmico.
600-2 000 msnm (estribaciones de la cordillera). 700-2 400 msnm (región interandina)	24.4 -16 °C.	Clima medio, subtropical o, mesotérmico.
2 500-2 900 msnm.	13 -11.2 °C.	Clima templado o, temperado-frío
3 000-4 000 msnm.	11- 6 °C.	Clima ecuatorial de alta montaña, páramo andino o microtérmico.

Nota: Tomado de León et al., 2018

2.3.1 Influencia climática y altitudinal en la producción de pastos.

Al igual que los cultivos para la producción de alimentos, fibra y energía, los pastos requieren condiciones específicas para crecer, como una temperatura adecuada y suficiente disponibilidad de agua. (Ramírez et al., 2017).

El *Panicum* es una gramínea se caracteriza por ser resistente a los pastoreos intensivos, demostrando una gran capacidad de adaptarse a climas adversos. Sin embargo, la producción de esta gramínea no es constante durante todo el año, esto debido a las variaciones en las precipitaciones en las regiones tropicales (Vargas et al., 2014).

Los pastos perennes con macollos que pueden crecer hasta tres metros de altura y tener un diámetro de entre uno y uno y medio metros se conocen como cultivares de *Panicum*. Estos pastos se desarrollan de

manera notable en zonas con temperaturas elevadas, precipitaciones anuales que varían entre 1,000 y 3,500 mm, y altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 1,500 metros (Vargas et al., 2014).

Los climas más cálidos pueden beneficiar el crecimiento de los forrajes en algunas áreas del mundo. Sin embargo, si las temperaturas superan los niveles óptimos para estas plantas y no se cuenta con suficiente agua o nutrientes, es probable que se registre una disminución en el rendimiento (Ramírez et al., 2017).

2.4 Técnicas para el manejo de Pastizales a campo abierto

El manejo y establecimiento de los pastos es clave para la mejora de las praderas tropicales. La vida útil y productiva de estos pastos comienza con la siembra o plantación y se mantiene a través de un manejo adecuado durante su ciclo (Vargas et al., 2014).

Un manejo inadecuado de los pastos implica un largo tiempo de recuperación, lo que limita el uso eficiente de la tierra. Esto acorta la vida útil de los pastos y, como consecuencia, afecta la rentabilidad de los sistemas ganaderos (Vargas et al., 2014).

Los pastizales se desarrollan en zonas donde los cultivos están limitados por factores como la humedad, la fertilidad del suelo, el pH o la distancia a los centros urbanos (FAO, 2018).

Es habitual encontrar fincas en zonas de ladera donde se realiza el pastoreo en potreros con pendientes superiores al 50 %, los cuales tienen una cobertura vegetal limitada, lo que genera problemas de erosión y reduce la productividad animal (Blanco y Nieuwenhuyse, 2013).

2.4.1 Preparación del suelo (Arado).

En las zonas destinadas a la fabricación de forrajes para corte, o explotación intensiva, se requiere la remoción total de todos los arbustos y tocones para simplificar la utilización de los equipos y maximizar su

eficiencia. En terrenos exentos de árboles y con topografía favorable para la mecanización, la aradura es todo lo necesario para erradicar las especies de hojas anchas y otras gramíneas autóctonas (Carballo et al., 2005).

Para el establecimiento de pastura lo más común es el arado, y es necesario tener en cuenta que el arado sea mínimo de 20 centímetros de profundidad para promover la aireación del suelo y eliminar el nivel de compactación. El objetivo es generar una atmósfera del suelo ideal que promueva las reacciones fisicoquímicas en las raíces de las plantas, ya que el cultivo durará más de cuatro años y un alto nivel de compactación debido al pisoteo de los seres vivos. En esta labor se podrán emplear maquinaria agrícola, arado de cincel realizado por animales, barreta, chaquitacla, y tractor agrícola (Flores et al., 2022).

2.4.2 Densidad de siembra.

La densidad de siembra recomendada es de 5 a 6 kg/ha de semilla sexual, con un valor cultural del 70 % (resultado de multiplicar el porcentaje de pureza por el porcentaje de germinación). La siembra debe realizarse a una profundidad de 1 a 2 cm (Prieto et al., 2018).

2.4.3 Fertilización.

En lo que respecta a la fertilización, es fundamental considerar las condiciones climáticas, ya que estas impactan tanto el crecimiento de las pasturas como la eficiencia en el uso del fertilizante.

Las formas de aplicación de los fertilizantes suelen ser:

- Directamente al suelo (fertilizantes granulados)
- Diluido con el agua de riego (fertirrigación)
- Aplicado al follaje (fertilizantes foliares) (Pezo, 2018).

En nuestra región, la forma más común de aplicar fertilizantes directamente al suelo es mediante el método "al voleo", donde el fertilizante se esparce de manera uniforme sobre toda la pastura ("no es localizada") (Pezo, 2018).

Según Suarez (2011), se debe realizar fertilizaciones para mantenimiento y rendimiento de la pastura. La frecuencia de aplicación de la misma estuvo dada con base en la movilidad de los nutrientes; como el nitrógeno es muy móvil, su frecuencia de aplicación es óptima a realizarse después de cada ciclo de pastoreo de 32 d, utilizando 153 kg/ha de nitrógeno.

2.4.4 Riego.

El riego por aspersión en pastos puede utilizarse en terrenos de cualquier tipo de pendiente sin necesidad de nivelación, existe una alta economización en mano agrícola facilitando el mejor uso de maquinaria agrícola, podemos aplicar fertilizantes con mayor rapidez, eficacia y económica (Nisperuza, et al, 1985).

2.4.5 Tiempo de corte.

El *Panicum maximum* cv. Mombasa a los 20 días tiene mayor contenido de proteína, pero esta variedad de pasto responde bien a sistemas de corte o pastoreo a partir de los 25 días (Macías et al., 2019)

2.4.6 Subdivisiones.

Las subdivisiones son una herramienta esencial para el manejo de los animales y las pasturas. El adecuado apotreramiento facilita una correcta clasificación del ganado por las distintas categorías que tengan; lo que promueve un correcto y preciso ajuste de carga animal, manejo adecuado de las reservas y los descansos de los potreros, distribución pastoril, reducción del gasto de energía animal por traslado en busca de alimento, mejor eficiencia de la cosecha y un mejor control y cuidado de la hacienda (Pizzio et al., 2021).

- Pastoreo rotacional Intensivo: Es un sistema de pastoreo en el cual se cuenta con varias divisiones de potreros de manera que los animales permanecen pastoreando cada potrero, mientras

las otras pasturas donde no hay animales tienen oportunidad de recuperarse después del pastoreo (Pezo, 2018).

2.4.7 Carga animal por hectárea.

Este es uno de los factores más dominantes en la producción de pastos. La capacidad de carga de los pastos está determinada por las características ambientales, la composición de las plantas, la calidad del pasto y la disponibilidad de materia seca. La demanda de forraje está influenciada por el tipo de animal, su clase, su estado fisiológico y la temporada de pastoreo (Pizzio et al., 2021).

Según Suárez (2011), el rendimiento de Ms del pasto Guinea cv. Mombasa se ve influenciada por la cantidad de carga animal por potrero. Con una carga de 5 animales/ha, alcanzo un promedio de 5 070 kg ha⁻¹ mientras que en las praderas que contenían de 6 a 7 animales/ha los rendimientos estuvieron entre 3 140 y MS 3 308 kg ha⁻¹, respectivamente.

2.4.8 Fertilización para el mejoramiento de los pastizales.

- **Fertilización:** La absorción de nutrientes depende, entre otros factores, de la disponibilidad de agua en el suelo, para que el nitrógeno y otros macronutrientes como Ca, Mg, S y algunos micronutrientes, como B, Cu, Fe Mo, sean transportados hasta las raíces por flujo de masas (Prado, 2008).

Urea (CO(NH₂)₂); 46 % de N: Es un fertilizante con alto contenido de nitrógeno (N) y, por lo tanto, es el más económico por unidad de nutriente. Sin embargo, tiene un alto potencial de volatilización, lo cual debe considerarse cuando no se utiliza de manera adecuada (Bernal, 2003). Se recomienda aplicar urea como fuente de nitrógeno, en dosis anuales de entre 100 y 200 kgN.ha⁻¹ (Cerdas et al., 2011).

En forrajes, la aplicación de urea se realiza comúnmente en las últimas horas de la tarde o muy temprano por la mañana, ya que de este modo se aprovecha la humedad del rocío, lo

que favorece su absorción y minimiza el riesgo de volatilización (Bernal, 2003).

2.5 Hidroponía

La hidroponía es un conjunto de técnicas que posibilita el cultivo de plantas sin utilizar suelo. Esta técnica favorece la producción de plantas, especialmente herbáceas, en espacios como azoteas, suelos infértiles, terrenos escabrosos o invernaderos con control climático (Beltrano & Gimenez, 2015).

Un cultivo hidropónico es un sistema independiente del suelo, diseñado para cultivar plantas cuyo crecimiento se ve favorecido por el suministro adecuado de agua y solución nutritiva, que cubren sus necesidades hídricas y nutricionales (Beltrano & Gimenez, 2015).

El forraje verde hidropónico (FVH) es una metodología de producción de alimento para el ganado que resulta propicia para evadir las principales dificultades encontradas en zonas áridas y semiáridas para la producción convencional de forraje (Aguilar et al., 2009).

De acuerdo con Lomelí (2000), se estima que se requiere un total de entre 2 a 3 litros de agua para producir 1 kg de forraje forraje verde hidropónico (FVH), el cual tendrá un contenido MS de 12 a 18 %. Esto resulta en un consumo total de 15 a 20 litros de agua por kilogramo de MS en un periodo de 14 días.

2.6 El Agua

2.6.1 El agua en los pastos.

El agua es el componente mayoritario de los pastos, puede representar entre un 60 y 90 % del peso fresco, según el tejido que se considere (Ruscitti, 2015).

El agua funciona como solvente del protoplasma y es crucial para mantener la turgencia de los tejidos, además de ser fundamental en la expansión celular y la elongación de los tallos (León, 2018).

La fotosíntesis, uno de los procesos fisiológicos esenciales en las plantas, implica la absorción de CO₂ del aire a través de los estomas, mientras se pierde agua por transpiración, lo que puede llevar a un estado de deshidratación (Ruscitti, 2015).

Los pastos tienen un contenido de agua que varía entre el 74 % y el 82 %. El agua es crucial como medio para la absorción de nutrientes (en soluciones diluidas), para las reacciones bioquímicas y para el transporte de sustancias orgánicas e inorgánicas dentro de la planta (Torrez, 1997).

En el caso del pasto Mombasa (*Panicum maximum*) es una especie con alto nivel de adaptación, con precipitaciones desde los 800 mm por año, el cual lo puede llevar a obtener un rendimiento de hasta 33 t de MS/año (Carballo, 2005).

2.6.2 El agua en hidroponía.

El agua mezclada con los nutrientes esenciales para la planta es comúnmente llamada solución nutritiva (SN), este es un medio acuoso contiene los nutrientes en forma iónicas y algunos compuestos orgánicos. La pérdida de uno o varios elementos en su forma iónica puede resultar en efectos negativos para el cultivo y pérdida de rendimiento (Díaz Ruilova, 2024).

Las aguas utilizadas para preparar soluciones nutritivas suelen contener cantidades significativas de CO₃HCa, CO₃HMg, SO₄⁻² y NO₃⁻, y con frecuencia, pequeñas cantidades de Fe, así como trazas de Mn, Zn y B (Carbone, 2015).

2.6.3 El agua en el suelo.

El agua es fundamental en la formación del suelo, ya que facilita los procesos de meteorización físico-química y la translocación de sustancias. Asimismo, desempeña un rol importante en la fertilidad del suelo, transportando nutrientes y/o contaminantes (Pachés, 2019).

El déficit de agua en el suelo es el factor principal que impide que los cultivos logren su máximo potencial de productividad. Además, el agua influye químicamente en los nutrientes del suelo, y cuando hay escasez de humedad, disminuye la disponibilidad de estos nutrientes (Muñoz, 2009).

La capacidad del suelo para retener agua disponible para las plantas está principalmente determinada por su textura. Los suelos arcillosos tienen una mayor capacidad de retención de agua debido a sus partículas finas, lo que les permite almacenar más humedad (Muñoz, 2009).

Existen varios factores que determinan la disponibilidad del agua en los suelos, el suelo está representado por partículas sólidas de diferentes tamaños y composición química, entre ellas aparecen los espacios vacíos o mejor conocidos como poros por los cuales se transportan el agua y el aire, estos poros representan mucha variabilidad en tamaños, los cuales van desde 0.0002 mm hasta 50 mm de diámetro (Pachés, 2019).

Tabla 4.

Funciones y tamaño de los poros en el suelo

Tamaño de los poros (mm diámetro)	Descripción de los poros	Funciones de los poros
< 0.0002	Residual	Retienen agua que las plantas no pueden usar.
0.0002-0.05	Almacenamiento	Retienen agua que las plantas pueden usar.
> 0.05	Transmisión	Permite que el agua drene y que entre aire
>0.1 a 0.3	Enraizamiento	Permite que las raíces de las plantas penetren libremente

0.5-3.5	Canal de lombrices	Permite que el agua drene y que entre aire
2-50	Nido de hormigas y canales	Permite que el agua drene y que entre aire

Nota: Tomado de Hamblin, 1985

2.6.4 Calidad física del agua.

La calidad física del agua queda determinada por la cantidad de arenas, limos, arcillas, materia orgánica como ramas o palos que el agua lleva o arrastra, esta calidad se puede determinar observando si el agua se encuentra turbia (Prado, 2020).

Soto (2015) menciona que los parámetros físicos para determinar la calidad física del agua son:

- La temperatura del agua de la solución nutritiva
- El color
- El olor.
- La turbidez.

2.6.5 Calidad química del agua.

Dentro de los principales análisis químicos dentro del agua encontramos la salinidad (CE), el pH, y el contenido de macronutrientes, micronutrientes, bicarbonatos, cloro y sodio, lo que permite y asegura el desarrollo óptimo de las plantas (Soto, 2015).

Algunos de los parámetros que determinan la calidad química del agua pueden ser

- Conductividad eléctrica (CE): es un indicador del contenido total de sales disueltas en la solución nutritiva, y por ello es uno de los parámetros más útiles en su manejo. Al principio, el agua debe tener el nivel más bajo posible de CE, siendo valores adecuados entre 0.7 y 1.2 mS/cm. Después de añadir las sales para formular la solución nutritiva, la conductividad variará según el cultivo y su estado de crecimiento (Gilsanz, 2007).

- Oxígeno disuelto: Es uno de los parámetros más importantes en la estabilidad y vida útil de la solución nutritiva. La concentración requerida depende del cultivo, según Urrestarazu (2015), 3.0 mg/L de oxígeno disuelto es lo mínimo permitido sin efectos de oxidación e hipoxia en las raíces.
- pH: El grado de acidez o alcalinidad de la solución nutritiva y determina la disponibilidad de nutrientes minerales. A pH de 5.5 a 6.5 está disponible la mayor cantidad de nutrientes para la planta (Soto, 2015). En caso de encontrarnos con valores de pH superiores a 7.0 es posible corregir la solución nutritiva mediante la acidificación, usando ácidos nítricos, fosfórico y/o sus mezclas (Gilsanz, 2007).

2.7 Nutrición mineral

A través de sus sistemas de raíces, las plantas adquieren el oxígeno, el agua y los nutrientes minerales necesarios para su crecimiento y desarrollo típicos. Los nutrientes que son esenciales son aquellos que son necesarios para que el organismo vegetal sobreviva y cuyo papel en la célula es tan único que no pueden ser reemplazados por otros (Carbone, 2015).

Dichas soluciones cuentan con macronutrientes y micronutrientes que son necesarios para el crecimiento vegetativo de las plantas en agua y estos son:

2.7.1 Macronutrientes.

2.7.1.1 Nitrógeno (N).

Este proceso acelera la división celular, lo que facilita la formación y regeneración de nuevos tejidos tanto en la biomasa aérea como en la radicular. Gracias a esta mayor actividad celular, se optimiza la síntesis de proteínas en los tejidos, lo que contribuye a un mejor desarrollo estructural y funcional de la planta (Pezo, 2018).

- Contenido en la planta: El N en los pastos varía entre el 1-5 % del peso seco, en pastos un contenido < 2.9 % es bajo, 3 % normal, > 4 % alto.
- Contenido en el suelo: los parámetros son de <30 ppm como bajo, entre 30 y 60 ppm medio y > 60 ppm como alto (León et al., 2018)

Fósforo (P).

El fósforo (P) es un elemento esencial en el metabolismo del pasto, ya que participa en todos los procesos que requieren energía en forma de ATP. Entre estos procesos fundamentales se encuentran la fotosíntesis, la glucólisis, la respiración celular y la síntesis de ácidos grasos y proteínas, entre otros (Bertsch 1998).

- Contenido de fosforo: el contenido de fósforo en la planta varía de < 0.21 % bajo, 0.325 % medio y > 0.44 % alto.
- Contenido en el suelo: En el suelo se considera contenido < 10 ppm bajo, 10 – 20 ppm y > 21 ppm alto (León et al., 2018)

Potasio (K).

Este elemento desempeña un papel clave en la regulación osmótica e hídrica de la planta, permitiendo un equilibrio adecuado en la absorción y retención de agua. Gracias a esta función, contribuye a mitigar los efectos adversos causados por condiciones extremas, como sequías y heladas, ayudando a la planta a mantener su metabolismo activo y reducir el estrés abiótico. Además, participa en el proceso de fijación del nitrógeno atmosférico, favoreciendo su asimilación y utilización en la síntesis de compuestos esenciales para el crecimiento vegetal (Bertsch 1998).

- Contenido en la planta: varía del 0.2-5 % del peso seco de la planta, los rangos son < 1.96 % deficiente, 2-3,8 % medio y > 4 % alto.

- Contenido en el suelo: En el suelo los niveles son: < 0.2 meq/100 ml bajo, 0.20-0.8 meq/100 medio y > 0.4 meq/100ml alto (León et al., 2018)

Magnesio (Mg).

Es el núcleo de la clorofila, factor indispensable en la función de la fotosíntesis y por tanto la síntesis de carbohidratos (Torrez, 1997).

- Contenido en la planta: en pastos se considera que las plantas son deficientes cuando el contenido es menor de 0.26 % de la materia seca, medio 0.34 % y alto cuando la concentración mayor a 0.42 % (León et al., 2018)
- Contenido en el suelo En el suelo los niveles son: bajo < 0.33 meq/100 ml, medio 0.33-medio 0.66 meq/100 ml y alto > 0.66 meq/100 ml (León et al., 2018)

Azufre (S).

El azufre (S) es un nutriente esencial que forma parte de diversos compuestos fundamentales en el metabolismo vegetal. Es un componente clave de los aminoácidos azufrados, como la cistina, la cisteína y la metionina, los cuales son indispensables para la síntesis de proteínas. Además, el azufre está presente en la coenzima A y en ciertas vitaminas esenciales, como la biotina y la tiamina, que desempeñan funciones importantes en el crecimiento y desarrollo de la planta (Torrez, 1997).

- Contenido en la planta Si el contenido en la materia seca es 0.25 % el rango es bajo, 0.4 % medio y es > 0.54 % alto.
- Contenido en el suelo En el suelo los niveles son < 12 ppm bajo, 12-24 ppm medio y > 24 ppm alto (León et al., 2018)

Calcio (Ca).

Es considerado un corrector de la acidez y un elemento esencial en la composición de los tejidos vegetales, especialmente en las hojas, donde desempeña un papel clave en su desarrollo y función (Torrez, 1997).

- Contenido en la planta: se considera que el forraje es deficiente en Ca cuando presenta una concentración menor al 0.24 %, medio 0.51 % y, alto cuando es superior al 0.77 %.
- Contenido en el suelo: se considera < 1 meq/100ml, es bajo; de 1-3 meq/100 ml medio y >3 meq/100 ml/100 ml alto (León et al., 2018).

2.7.2 Micronutrientes.

- Hierro (Fe): catalizador en la formación de la clorofila y reacciones enzimáticas. Actúa como transportador de oxígeno
- Manganeso (Mn): acelera la germinación y maduración de las plantas. Su ausencia afecta al metabolismo de N y de los carbohidratos
- Cobre (Cu): juega un papel importante en la formación de clorofila y producción de enzimas oxidantes
- Zinc (Zn)
- Boro (B): importante en el metabolismo del N y traslocación de carbohidratos, involucrado en la formación de la pared celular (yemas, flores, germinación y crecimiento del tubo polínico)
- Molibdeno (Mo): vital en la activación de la enzima nitrato-reductasa, que es la enzima encargada de reducir el nitrato de amonio dentro de la planta
- Cloro (Cl): involucrado en las reacciones energéticas de las plantas, especialmente en la disolución química del agua.
- Níquel (Ni): participar como cofactor de la ureasa interviniendo de esta forma en el metabolismo del N al desdoblar la urea (León et al., 2018)

2.7.3 Características de la solución nutritiva.

Una solución nutritiva (SN) está compuesta por agua, oxígeno y todos los nutrientes esenciales en su forma más adecuada para su absorción por las plantas. Además, puede contener algunos compuestos orgánicos, como los quelatos de hierro, y otros micronutrientes que pueden ser necesarios para un desarrollo óptimo de las plantas (Steiner, 1968; Carbone, 2015).

2.7.4 Influencia del pH.

El pH influye en la asimilabilidad de nutrientes. Con un pH inferior a 5 pueden presentarse deficiencias de nitrógeno, potasio, calcio, magnesio y con valores superiores a 6.5 se disminuye la asimilabilidad de hierro, fósforo, manganeso, boro, zinc, y cobre (Baixauli, 2002).

El nivel óptimo aconsejado para el manejo de cultivo sin suelo de FVH en la disolución del sustrato se sitúa en valores comprendidos entre 5.5 y 6.5 (pH) (FAO, 2002).

La pérdida por precipitación de una o varias formas iónicas de los nutrientes pueden ocasionar su deficiencia en la planta. Es esencial que la solución nutritiva tenga la proporción adecuada, para que las plantas absorban los nutrientes (Rincón, 1997).

Tabla 5.

Clasificación del agua según su aptitud para ser utilizada en el cultivo de forrajes verdes hidropónico

Aptitud para riego	pH
Inapropiada	Menor a 5.5
Buena	5.5 a 6.5
Permisible	6.5 a 7.0
Uso dudoso (asimilable solo para leguminosas)	7.0 a 7.5
Inapropiada	7.0 a 7.5

Nota: Tomado de Juárez-López et al., 2013

2.7.5 Influencia de la salinidad.

El término salinidad se refiere a la presencia en el suelo de una elevada concentración de sales que perjudican a las plantas por su efecto tóxico y la disminución del potencial osmótico del suelo (Lamz et al., 2013).

La salinidad es uno de los principales problemas en los ecosistemas agrícolas, ya que cerca del 50% del planeta está afectado por esta problemática, lo que limita el desarrollo de los cultivos y la productividad en muchas regiones (Gómez-Padilla, 2017).

La situación más frecuente de salinidad en los suelos es por NaCl pero los suelos salinos suelen presentar distintas combinaciones de sales, siendo comunes los cloruros y los sulfatos de Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ (Lamz et al., 2013).

De acuerdo con lo propuesto por Tobe (2000), la salinidad induce al retraso en la velocidad de germinación y disminución de la cantidad de semillas germinadas. Además, incluyó que la salinidad disminuye el proceso de absorción de agua y la entrada de iones en una cantidad suficiente para causar toxicidad a la semilla. Na⁺ y Cl son los principales elementos que causan la reducción de la velocidad de los procesos fisiológicos y bioquímicos.

Tabla 6.

Medias de velocidad germinativa de Mombasa a los 28 DDS

Tratamiento	Salinidad mS.cm ⁻¹	Velocidad (DM)
	Nivel	Mombasa
1	0.0	9
2	8.6	9
3	16.6	14
4	22.3	21

Nota. Tomado de Salomón & Samudio (2015)

Según la Tabla 6 presentada por Salomón y Samudio (2015), la velocidad de germinación de la semilla de variedad Mombasa se vio perjudicada a niveles de salinidad de 16.6 mS.cm⁻¹ y 22.3 mS.cm⁻¹ el cual registraron mayores días de germinación, el primero 14 días y el segundo llegando a 21 días. A niveles de 0.0 y 0.8 mS.cm⁻¹ se obtuvieron 9 días de germinación (Tabla 6 y 7).

Tabla 7.

Medias de porcentaje de germinación de semilla Mombasa a los 28 DDS

Tratamiento	Salinidad mS.cm ⁻¹	Velocidad (DM)
	Nivel	Mombasa
1	0.0	70
2	8.6	55
3	16.6	20
4	22.3	2

Nota. Tomado de Salomón & Samudio (2015)

3 MARCO METODOLÓGICO

3.1 Ubicación del proyecto

La siguiente investigación se llevó a cabo en la hacienda San Antonio, que se encuentra ubicada en el recinto El Mate del cantón Santa Ana, Ecuador. $1^{\circ}13'25.3''S$ $80^{\circ}05'57.1''W$ Latitud: -1.223685 Longitud: -80.099195.

Figura 1.

Ubicación del sitio experimental



$1^{\circ}13'25.3''S$ $80^{\circ}05'57.1''W$
-1.223685, -80.099195

Nota: Tomado de Google maps, 2024

3.2 Características del área a realizar la investigación

3.2.1 Orografía.

El cantón de Santa Ana se encuentra ubicado geográficamente en el centro de la provincia de Manabí. Tiene como límite al norte con el cantón Portoviejo, Al sur lo limitan los cantones 24 de Mayo y Olmedo, al Este con el cantón Pichincha y el cantón Balzar y al Oeste con el cantón Jipijapa,

24 de Mayo y Portoviejo. Las parroquias urbanas que la limitan son Santa Ana (Cabecera cantonal) y Lodana. Las parroquias rurales comprenden a Ayacucho, Honorato Vásquez, La Unión y San Pablo de Pueblo Nuevo.

La Hacienda San Antonio se encuentra en el sitio el Mate el cual se encuentra entre las parroquias de La Unión y San Pablo de Pueblo Nuevo.

3.2.2 Caracterización del agua y el suelo.

En la parroquia la Unión, sitio el mate la conforman cinco importantes fuentes hidrográficas las cuales son los Ríos Chirimoya, Mata de plátano y Cancagua, estos mismos desembocan en el Río la Unión y en otra microcuenca se encuentra el Río Chicompe, el mismo que desemboca en el Río Daule.

Se encuentran suelos de textura franco-arcilloso, también suelos francos, en igual porcentaje suelos con textura Franco Arcilloso-Limoso. Los suelos más profundos se encuentran en las partes bajas y son de origen aluvial, generalmente de textura franco arcilloso-arenoso a arcilloso-limoso (GAD La Unión, 2015).

3.2.3 Clima.

El área de estudio está caracterizada por un clima Tropical Mega Térmico Seco. Esta característica climática determina la existencia de dos estaciones diferenciadas: húmeda (entre enero y abril) y seca (entre mayo y diciembre). Se ven influenciadas directamente por las corrientes climáticas Fría de Humboldt y la corriente del niño. La temperatura del área está afectada por las dos estaciones del año (invierno y verano). La época de invierno destaca por poseer temperaturas elevadas y se aproximan durante los primeros meses del año. Sus temperaturas van en un rango de 23-24 °C a 25-26 °C, contando al mes de abril como el de mayor incremento de temperatura y el mes de octubre como el de menor temperatura (GAD La Unión, 2015).

3.2.4 Características y usos del suelo.

En el caso del sector de la Hacienda San Antonio recinto el Mate que tiene como parroquia a San Pablo de Pueblo Nuevo cuenta con suelo de un drenaje bueno y moderado con retención de humedad Údica y Ústica, significa que algunos sectores la retención de agua es intermedia y durante otras épocas del año es alta.

La retención de humedad údica se refiere a suelos que mantienen humedad durante la mayor parte del año, adecuados para cultivos de alta demanda hídrica. La retención ústica describe suelos con períodos secos y húmedos, ideales para plantas que toleran fluctuaciones hídricas

En esta área el suelo logra mantener una temperatura de 22 °C o superior a esta. Se han identificado suelos sin toxicidad y con baja o nula salinidad, el cual es un factor importante a la hora de realizar usos del suelo con alta perspectiva productiva en la agricultura.

El suelo está destinada al uso como tierra agropecuaria, dividida en cultivos anuales, cultivos de ciclos cortos y divididas también en pastizales, el último utilizado como actividad pecuaria de los bovinos y demás especies criadas en el sector.

Se recomienda hacer análisis periódicos del suelo para monitorear su retención de humedad y ajustara a las prácticas agrícolas de nuestro interés. La rotación de cultivos como maíz, arroz y pasto de corte además asociando con árboles y la materia orgánica mejoran la estructura del suelo, optimizando su retención de agua y favoreciendo una producción agrícola sostenible.

El suelo destinado para producción agrícola y pecuaria de la hacienda San Antonio cuenta con una extensión de 140 hectáreas destinadas para la producción animal, cuenta con 60 hectáreas de bosque protector y aproximadamente 15 hectáreas de árboles de Pachacho (*Schizolobium parahybum* vell) sembrados. Cuenta con un suelo de características franco

arenoso en la parte baja y un suelo franco limoso en las partes medias altas, suelos capaces de producir y destacable para la siembra de forrajes y pastizales.

3.3 Materiales

Los materiales que se utilizarón son:

- Tablones de madera
- Clavos
- Plástico negro
- Martillo
- Aserradora manual CraftsMan
- Ahoyadora
- Alambre galvanizado
- Calculadora
- Cinta métrica
- Computadora
- Oxigenadores 3W 2 salidas
- Mangueras pescera
- Balanza gramera
- Calibrador
- Alambre para cerca eléctrica
- Bandeja germinadora de polietileno 210 alveolos
- Semillas Mombasa
- Cámara fotográfica
- Esponjas
- Fertilizantes
- Manguera negra
- Microaspersores 3 m²
- Bomba de riego 2"
- Manguera 2" 150 metros
- Fundas de ZipLoc
- Horno industrial

3.4 Diseño de tratamientos

El trabajo de investigación tuvo un enfoque cuantitativo, de tipo experimental. El experimento contó con tres tratamientos usando la solución nutritiva propuesta por Vargas y Rodríguez (2008), el tratamiento T1 al 50 %, el T2 al 100 % y el T3 al 150 % de las concentraciones utilizadas en el tratamiento (Tabla 8) y en lo que se refiere a los micronutrientes utilizados se mantuvieron constantes en las 3 repeticiones (Hierro 6.5, Cu 0.08, B 0.16, Mn 0.32, Z 0.286, Mo 0.05 g L). Adicional en los tratamientos en el suelo de 9 bloques de siembra directa en el suelo, los bloques teniendo el doble de dimensión que las bandejas de sembrado y adicional un control de maleza en el brote a mano y en el rebrote con liquido de control.

Tabla 8.

Concentraciones de los nutrientes (mmol l-1), pH y Ce (ds m-1)

Tratamiento	CE	pH	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	H ₂ PO ₄	K ⁺	Ca ²⁺	SO ₄ ²⁻	Mg ²⁺
T2 (100%)	2.74	6.00	11.87	5.97	3.23	5.13	1	4.1	4.1
T1 (50%)	1.67	6.00	5.9	2.98	2.15	2.57	0.5	2.05	2.05
T3 (150%)	3.46	6.00	17.7	8.95	4.85	7.7	1.5	6.15	6.15

3.5 Recolección de datos

Para la recolección de datos se realizó al cortar el pasto a los 20 días después de la germinación, se utilizó una libreta de campo y cuadros realizados en Excel para llenar los datos de las variables a evaluar. Se utilizaron cintas métricas para medir la altura, calibrador para medir el grosor del tallo, Gramera para pesar cantidad de materia fresca por repetición y una cámara fotográfica para constancia de los datos tomados el proceso de toma de datos se explicará de manera más detallada en el epígrafe 2.7.

3.5.1 Diseño experimental y análisis estadístico.

El diseño experimental fue un aleatorio simple con tres repeticiones (tres bandejas por tratamiento) por tratamiento, siendo los tratamientos por evaluar T2 (100 %), T3 (150 %), T1 (50 %) y suelo (siembra en suelo). Los datos obtenidos se analizarán mediante un análisis de varianza (ANOVA) y

pruebas de diferencia mínima significativa (LSD) ($P < 0.05$) utilizando el programa Statgraphic Plus para Windows (versión 5.1.).

3.6 Manejo del cultivo

El cultivo flotante de Pasto Mombasa (*Panicum maximum*) se construyeron tres cajas de 0.72 x 1.05 y se llenó con 75.6 litros de agua. Se reguló el nivel de agua y se realizó un control de pH (5.5 a 6.5) de las tres camas de agua, el mismo se reguló con Ácido Clorhídrico para bajar los niveles de pH e Hidróxido de Sodio para elevar los niveles de pH.

Para el establecimiento del tratamiento en cultivo convencional se realizó una mini huerta en un terreno plano, bajo y con buena capacidad de retención hídrica, suelo franco arenoso. La densidad de siembra se realizará al voleo con la misma cantidad de semilla la cual es pesada para cada una de las repeticiones.

3.7 Variables Evaluadas

Las variables que se evaluaron en este proyecto experimental fueron las siguientes:

3.7.1 Altura de planta (H).

Para la obtención de la altura en la planta en la repetición del suelo y en el cultivo flotante se midió cada 15 días al momento de cortar el pasto, realizando las mediciones desde el meristemo apical radicular hasta el meristemo apical.

3.7.2 Cantidad de materia fresca y seca.

La determinación de la materia fresca se realizó en campo una vez cortado la hoja del pasto Mombasa para cada uno de los tratamientos, se pesó en una gramera. Posteriormente la materia fresca pasó a una estufa a temperatura entre 60-80 °C hasta obtener un peso seco constante y posteriormente fue pesado en una gramera.

3.7.3 pH y Conductividad Eléctrica solución del suelo y solución nutritiva.

Para las mediciones de CE y pH en la solución nutritiva de cada tratamiento se utilizó un pHmetro y conductivímetro de la marca Agrimeter (modelo). Estas mediciones se realizaron dos veces por semana para poder llevar un control constante.

En lo que respecta a las mediciones de pH y CE en la solución del suelo se realizó una extracción mediante una sonda de la marca RHIZOSPHERE para extraer el agua en el suelo aproximadamente 8 cm haciendo succión con una jeringa plástica hasta recoger 10 cm³ de agua. Esta extracción se realizará después del riego a las 4 de la tarde, una vez pasada la hora se dejó reposar por 15 min el agua y se colocara la sonda en el suelo para su extracción.

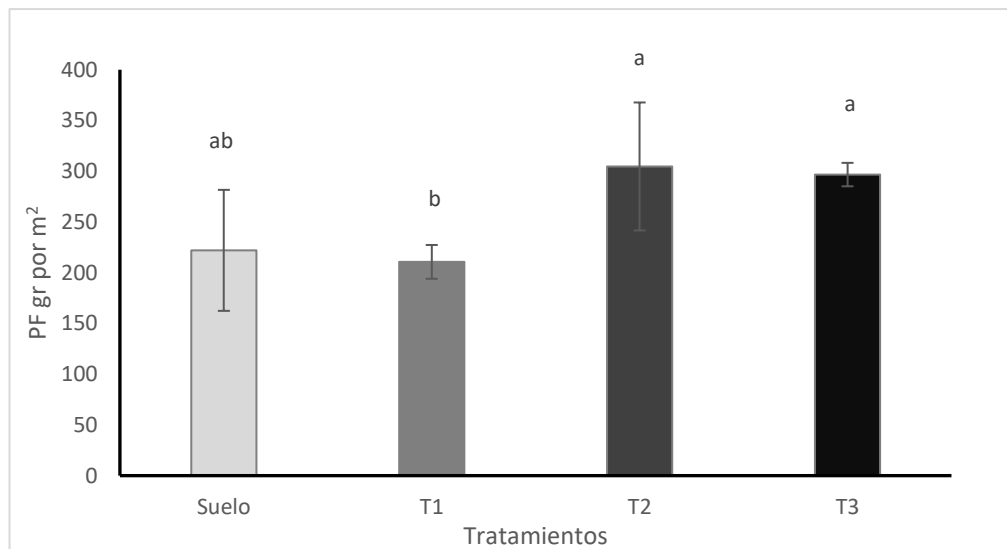
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Peso fresco y seco del primer corte (hojas)

En la Figura 2, se observan los valores en peso fresco de las hojas en gramos obtenidas en el primer corte, se encontró diferencia significativa en los tratamientos, Suelo – T1 con rendimiento de 210 a 222 gramos / m² y los tratamientos T2 y T3 con 296 a 304 gramos / m² obteniendo un promedio de 2.58 ton ha⁻¹, el cual fue superior a los resultados obtenidos por (Díaz y Manzanares, 2006), en su estudio de producción de biomasa fresca en pasto Mombasa con frecuencia de corte de 15 días el cual obtuvieron un promedio de 1.04 ton ha⁻¹.

Figura 2.

Peso fresco de hojas en gramos primer corte



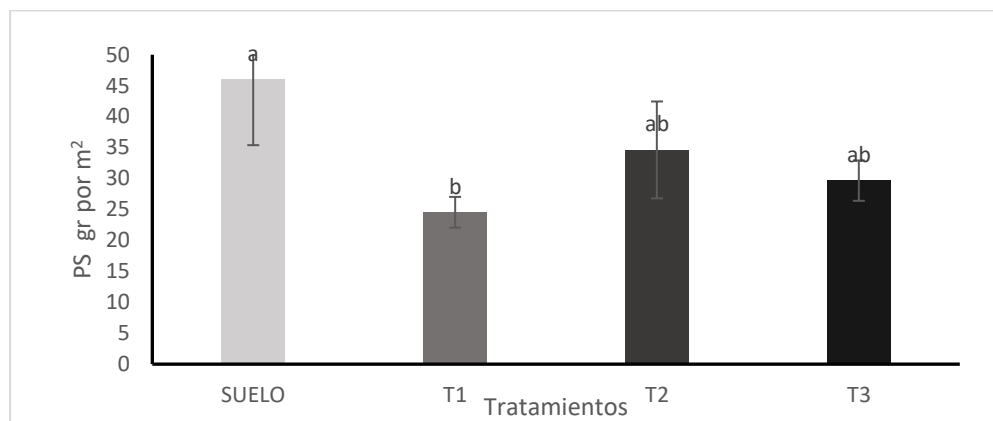
Ns=no diferencia significativa, letras distintas indica diferencia significativa $p \leq 0.05$

En la Figura 3, se muestran los valores de peso seco (gr) en hojas del pasto obtenidas en el primer corte, cabe destacar que se encontró una diferencia significativa en el tratamiento SUELO con un rendimiento de 46 gramos/m² obteniendo rendimientos inferiores a los que propuso (Santistevan, 2023), el cual obtuvo rendimientos de 1.21 ton ha⁻¹, esto puede

ser debido a que la frecuencia de corte fue de 30 días a diferencia del tratamiento SUELO que tuvo una frecuencia de corte de 15 días.

Figura 3.

Peso seco de hojas en gramos primer corte



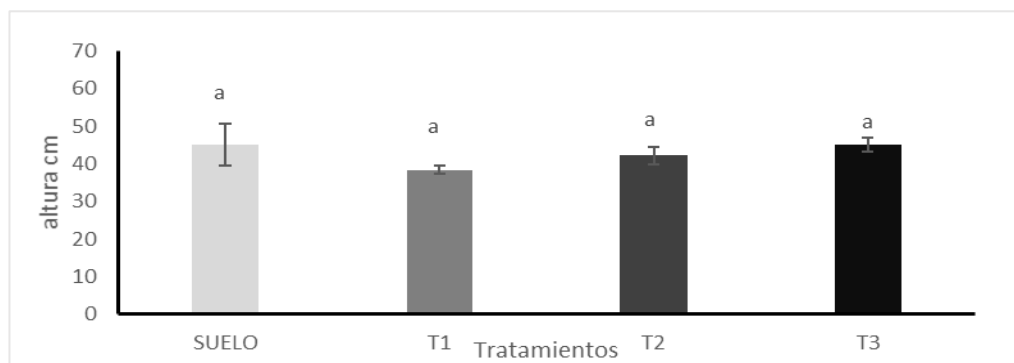
Ns=no diferencia significativa, letras distintas indica diferencia significativa $p \leq 0.05$

4.2 Altura (Hojas) primer corte

En la Figura 4, se observa los resultados de la altura (cm) del pasto, obtenidas en el primer corte, donde no hubo diferencia significativa en la altura de los tratamientos. El rango promedio obtenido en la altura del pasto fue de 42.5 cm de largo, inferiores a los encontrados por (Martínez, 2021) en su estudio de muestreo del tamaño de Biomasa aérea pasto *Panicum maximum* CV MOMBAZA, el cual obtuvo un promedio de 66.25 cm de altura con un corte de pasto en rebrote a los 35 días. Esto puede ser debido a que la frecuencia de corte del pasto fue de 15 días después de germinación.

Figura 4.

Altura de la hoja en cm en primer corte



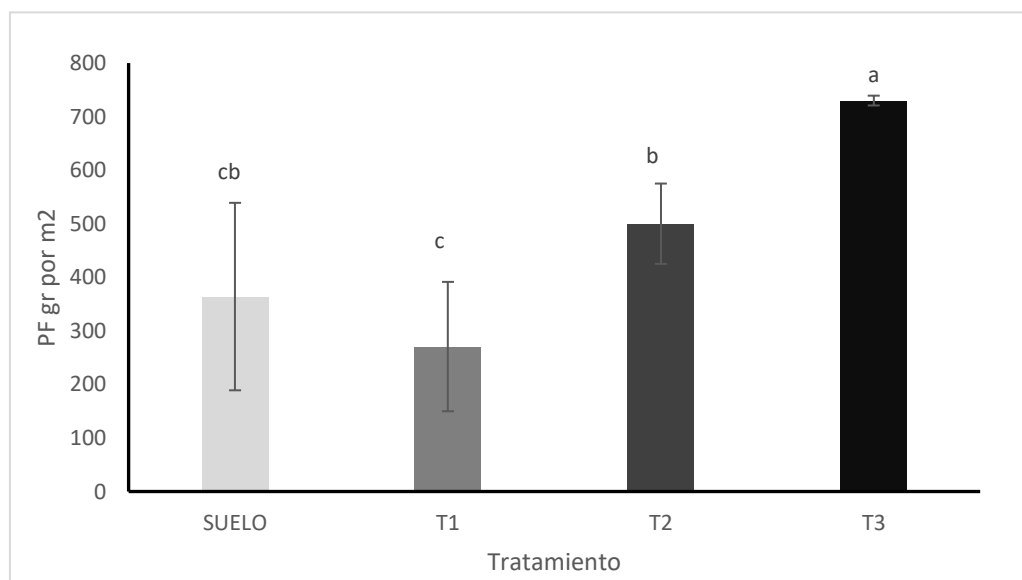
Ns=no diferencia significativa, letras distintas indica diferencia significativa $p \leq 0.05$

4.3 Peso fresco y seco del segundo corte (raíz y hoja)

En la Figura 5, se observan los valores en peso fresco de las hojas en gramos obtenidas en el segundo corte, se encontró diferencia significativa en los tratamientos, Suelo – T1 con rendimiento de 270 a 364 gramos / m² y los tratamientos T2 con 500 gramos / m² y el T3 con 730 gramos / m² siendo el T3 significativamente mayor a los tratamientos Suelo, T1 y T2, obteniendo una producción de 7.3 ton ha⁻¹ con frecuencia de corte de 15 días (14.6 ton ha⁻¹ a los 30 días aproximadamente), el cual fue parecido a los resultados obtenidos por (Díaz y Manzanares, 2006), en su estudio de la evaluación agro productiva del pasto Mombasa en el Cantón El Carmen con una frecuencia de corte de 30 días el cual obtuvieron un promedio de 15.84 ton ha⁻¹.

Figura 5.

Peso fresco de hojas en gramos segundo corte



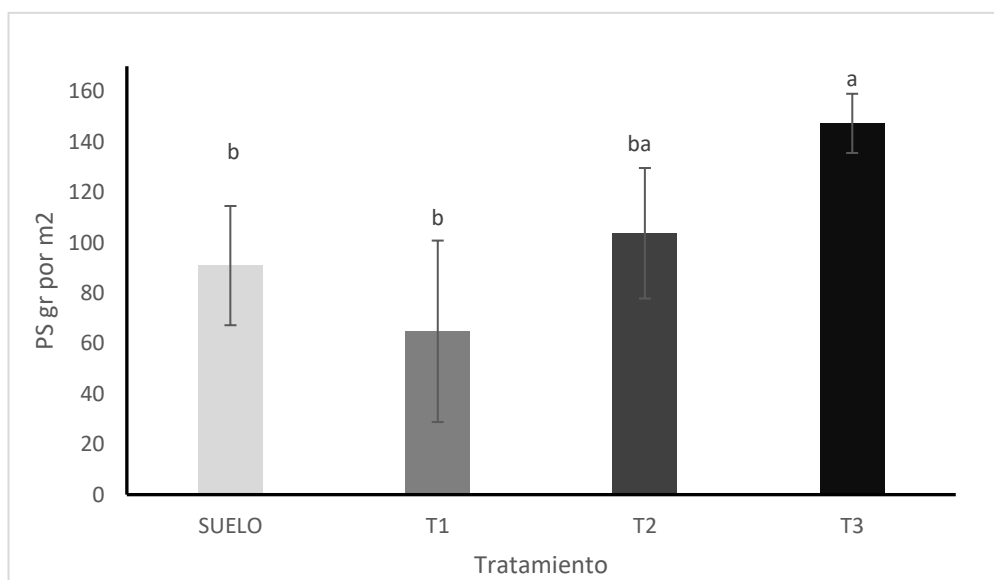
Ns=no diferencia significativa, letras distintas indica diferencia significativa p≤0.05

En la Figura 6, se observa los resultados de peso seco que hubo en total de los 4 tratamientos que se obtuvieron en el segundo corte, donde se observa que hubo diferencias significativas en los tratamientos, donde el

Tratamiento Suelo obtuvo 90 gramos / m², el Tratamiento T1 obtuvo 64 gramos / m², el Tratamiento T2 obtuvo 103 gramos / m² y el Tratamiento 3 obtuvo 147 gramos / m², aquí se demuestra que en el T3 hubo mayor producción logrando un rendimiento de 1 470 kg MS ha-1. A comparación de los demás tratamientos, con el T3 se obtuvo un rendimiento superior a los que obtuvo (Ríos, 2021), en el que logro una producción entre 1 209 a 1 371 kg MS ha-1 en su estudio de evaluación de rendimiento de pastos mejorados en asocio con árboles dispersos.

Figura 6.

Peso seco de hojas en gramos segundo corte

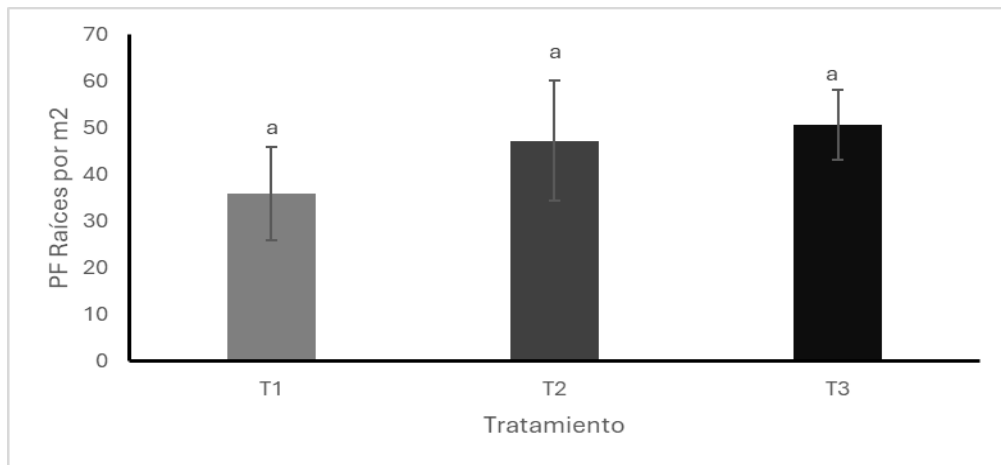


Ns=no diferencia significativa, letras distintas indica diferencia significativa $p \leq 0.05$

En la Figura 7, se muestran los resultados obtenidos en el peso fresco en gramos de las raíces de los 3 tratamientos al final del ciclo, el cual se observa que no existió diferencia significativa entre los 3 tratamientos. El promedio de peso fresco obtenido en las raíces fue de 44.63 g parecidos a los que obtuvo (Rendon, 2011) con un peso de 45.39 g a los 81 días en pasto janeiro en su estudio relacionado a la longitud radical y valor nutricional de 5 variedades de pastos en Quevedo, Ecuador.

Figura 7.

Peso fresco de raíces en gramos segundo corte

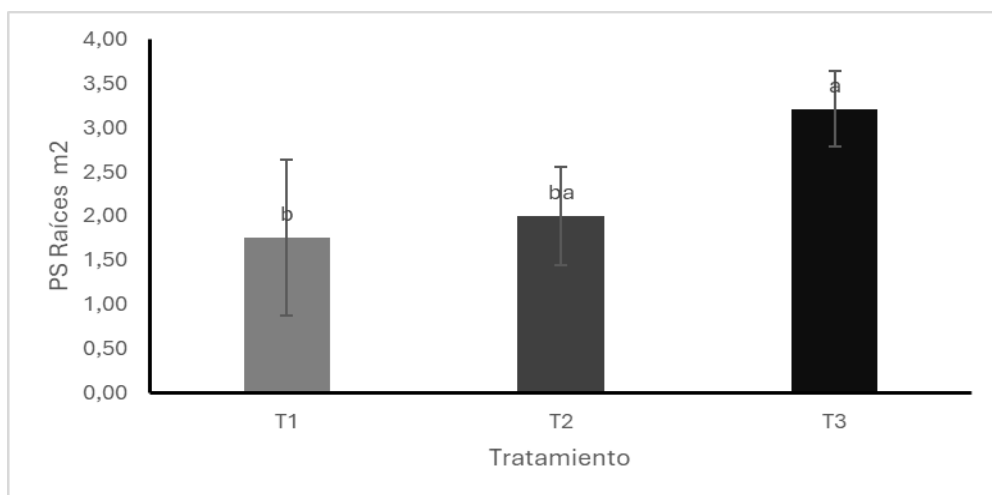


Ns=no diferencia significativa, letras distintas indica diferencia significativa $p \leq 0.05$

En la Figura 8, se muestran los valores de peso seco de las raíces en gramos obtenidas al final del ciclo, donde se encontró diferencia significativa en los tratamientos, en el cual se obtuvo un mayor rendimiento de peso en el T3 con un peso de 3.21 g / m² parecido al rendimiento que obtuvo (Flores et al., 2022) el cual tuvo un rendimiento por planta de 0.49 g / planta a la 5ta semana de crecimiento del pasto Cayman en su estudio relacionado a la morfología y producción de biomasa de dos cultivares del género *Urochloa*.

Figura 8.

Peso seco de raíces en gramos segundo corte



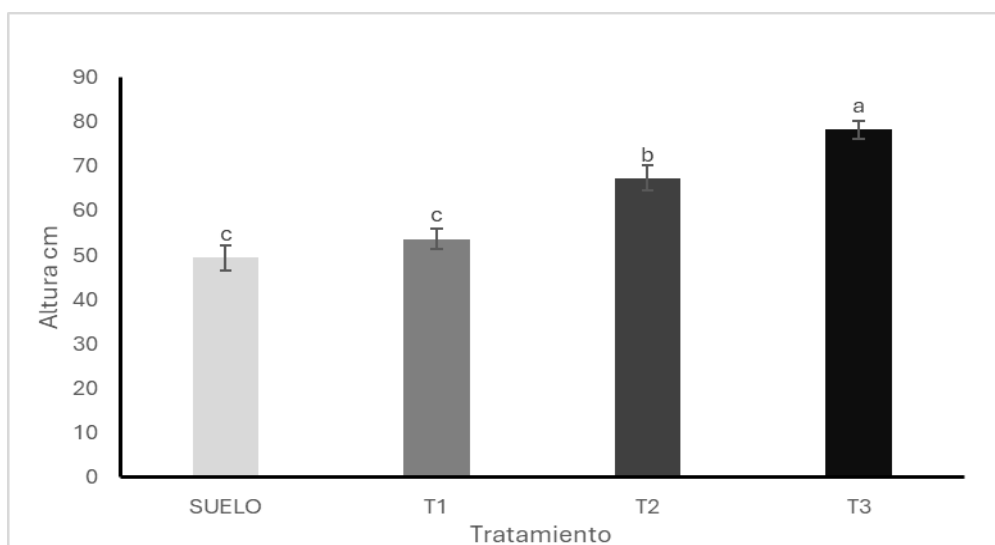
Ns=no diferencia significativa, letras distintas indica diferencia significativa $p \leq 0.05$

4.4 Altura (Hojas) segundo corte

En la Figura 9, se observa los resultados de la altura (cm) del pasto obtenidas en el segundo corte, donde hubo diferencia significativa en la altura de los tratamientos, se puede observar que los tratamientos Suelo y T1 no se encontraron diferencia significativa en su altura. Sin embargo encontramos que los tratamientos T2 y T3 son significativamente mayor en altura al Suelo y T1, El T3 obtenido una altura de 78.14 cm de largo, superiores a los resultados encontrados por (Rendón y Villeda, 2017) en su estudio de evaluación de parámetros productivos agronómicos del pasto Mombasa, el cual obtuvo un promedio de 75 y 77 cm de altura. Esto puede ser debido a que la concentración de la solución nutritiva en el T3 fue mayor lo cual permitió tener un mejor rendimiento en su altura al segundo corte.

Figura 9.

Altura de la hoja en cm en segundo corte



Ns=no diferencia significativa, letras distintas indica diferencia significativa $p \leq 0.05$

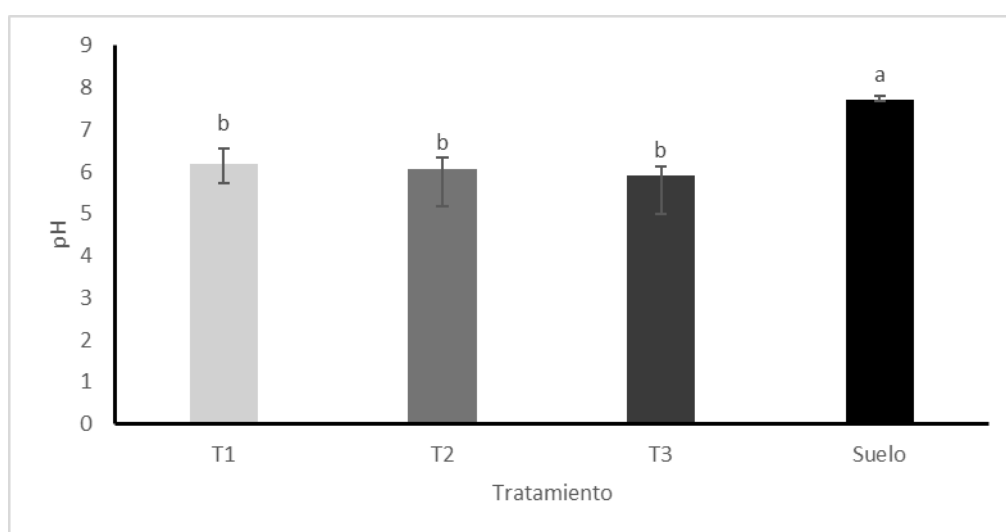
4.5 pH en cultivo Hidropónico y Suelo

En la Figura 10, se muestran los resultados obtenidos en los valores de pH tanto del cultivo hidropónico como en el suelo. Se observa que no existió diferencia significativa en ninguno de los 3 tratamientos (hidropónico), debido a que se mantuvo un pH estable en todo el proceso ya que mantener un pH en un rango de 5.5 y 6.5 asegura que todos los nutrientes esenciales estén en formas químicas disponibles para las raíces, además minimiza el

riesgo de toxicidad por ciertos elementos, como el aluminio o el hierro, que pueden ser más solubles a pH demasiado bajos. Sin embargo, si se observó diferencia entre el pH del suelo (sonda de succión) y el tratamiento siendo mayor en el cultivo en suelo. Esto puede ser debido a las características de la zona. Además observamos un pH de 8 en el tratamiento del Suelo, el que se encuentra dentro del rango de pH óptimo (5.5 a 8) reportado por Mena (2015) para el crecimiento del pasto Mombasa.

Figura 10.

pH en cultivo hidropónico y suelo

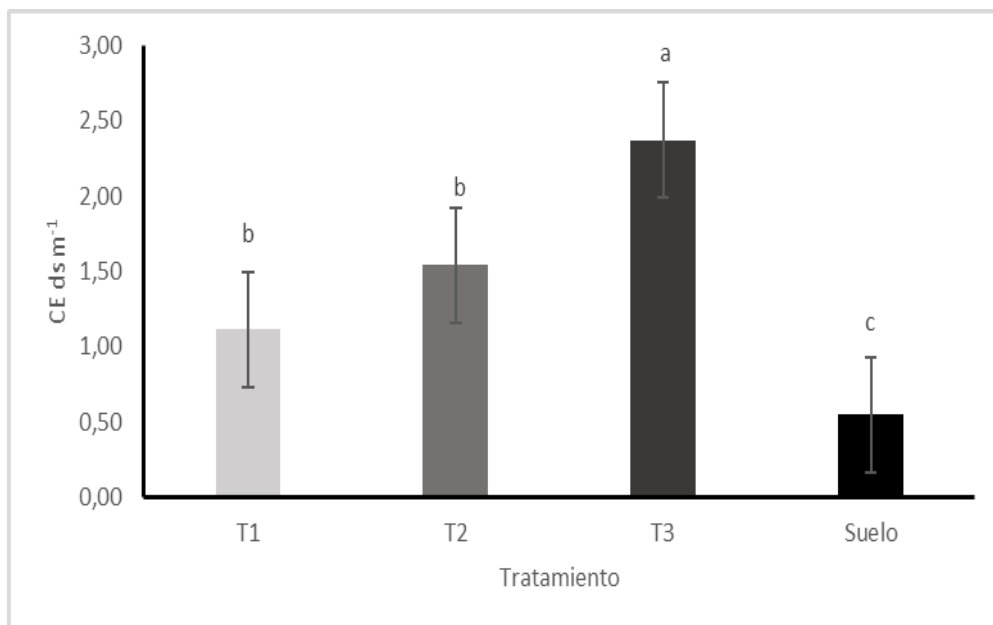


Ns=no diferencia significativa, letras distintas indica diferencia significativa $p \leq 0.05$

4.6 CE en cultivo Hidropónicas y Suelo

En la Figura 11, se observan los valores obtenidos en CE en el cultivo hidropónico donde se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. Se puede observar que los tratamientos T1 y T2 no hubo diferencias significativas. Sin embargo encontramos que en el tratamiento T3 hubo una diferencia significativa con respecto a los demás tratamientos, esto es debido a que los valores de conductividad eléctrica (CE) aumentan en función de la cantidad y concentración sales en la solución nutritiva. En el tratamiento suelo se obtuvo fue menor al de los hidropónicos debido a que el riego se realizaba con agua de buena calidad y que no se realizó ninguna aplicación de fertilizante.

Figura 11.
CE en cultivo hidropónico y suelo



Ns=no diferencia significativa, letras distintas indica diferencia significativa $p \leq 0.05$

4.7 Matriz de costos

En la Tabla 9, se observa que hubo una diferencia en los valores en el que el menor costo de producción lo tiene el SUELO, seguido de T1, T2 y luego el T3. Esta diferencia de costos que se encuentran entre tratamientos es debido a la cantidad de solución nutritiva usado en cada uno de ellos tomando en cuenta que en el SUELO no se aplicó ningún tipo de fertilizante, obteniendo un menor costo de producción encontrado por (Peñafiel, 2023) en su estudio de evaluación de tres soluciones nutritivas en forraje verde hidropónico en maíz, en la cual tiene un costo por gramo de peso seco de producción de forraje de USD 0,11, esto puede ser debido a que el nivel de agua de las cajas hidropónicas no tuvieron perdida por evaporación por ende un hubo necesidad de agregar más solución nutritiva y la semilla del pasto es regenerativa.

Tabla 9.

Costos de producción por tratamiento teniendo en cuenta fertilizantes y semillas.

	T1	T2	T3	Suelo
Costos	USD 1.13	USD 1.50	USD 2.25	USD 0.10
Totales				
Costo por m²	USD 2.26	USD 3.00	USD 4.50	USD 0.012

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos en el trabajo de investigación se puede concluir lo siguiente:

- El cultivo de pasto Mombasa en hidroponía logró mayor crecimiento en parámetros morfológicos en comparación con el cultivo en suelo, lo que podría ser una opción más efectiva para la producción de forraje.
- El tratamiento T3 en hidroponía fue el que mayor rendimiento de peso fresco y seco a los 15 días de cosecha en producción de pasto Mombasa en condiciones controladas. Lo que indica que este sistema es una alternativa prometedora para optimizar el consumo de agua y tiempo de producción de forraje.
- El control constante del pH en el sistema hidropónico proporcionó condiciones más favorables para el desarrollo del pasto Mombasa, mientras que el pH alcalino en el suelo limitó la disponibilidad de nutrientes.
- Los niveles de CE utilizados en el experimento proporcionaron un entorno favorable para el desarrollo del pasto Mombasa en los cultivos hidropónicos.

5.2 Recomendaciones

De acuerdo con los resultados obtenidos en el trabajo de investigación se puede concluir lo siguiente:

- Se recomienda realizar investigaciones en la que se trabaje con CE mayores para poder determinar la tolerancia del cultivo a la salinidad. Así mismo, para determinar las concentraciones adecuadas para obtener su mayor rendimiento.
- Se recomienda monitorear de manera continuamente el pH y la conductividad eléctrica en la solución nutritiva para mantener las concentraciones de nutrientes dentro de los rangos ideales. Esto optimiza el rendimiento y asegura una producción forrajera eficiente y de alta calidad en el sistema hidropónico.

REFERENCIAS

- Baixauli, C., y Aguilar, J. (2002). *Cultivo sin suelo de hortalizas*. Recuperado 15 de agosto de 2023, de <https://ivia.gva.es/documents/161862582/161863558/Cultivo+sin+suelo+de+hortalizas>
- Beltrano, J., & Gimenez, D. O. (2015). *Cultivo en hidroponía*. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP).
- Bernal, J. & Espinoza, J. (2003). *Manual De Nutrición Y Fertilización De Pastos*. Obtenido de <https://infopastosyforrajes.com/libros-y-manuales-pdf/manual-de-nutricion-y-fertilizacion-de-pastos/>
- Bertsch, F. (1998). *La fertilidad de los suelos y su manejo*. San José, Costa Rica, Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. 157 p.
- Blanco Sepúlveda, R., Nieuwenhuyse, A., & Aguilar Carrillo, A. (2014). Una Metodología para Determinar la Afectación del Suelo por Erosión Hídrica en Potreros y Parcelas Agrícolas. *Serie Técnica. Informe Técnico*.
- Carballo, D., Matus, M., Betancourt, M., & Ruiz, C. (2005). *Manejo de Pasto I. Universidad Nacional Agraria*. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/2425/7/Manejo%20de%20pasto%20I.pdf>
- Cerdas, R. Vallejos, E. (2011). *Disponibilidad de biomasa del pasto Guinea (Megathyrsus maximus) Tanzania con varias fuentes y dosis de nitrógeno en Guanacaste, Costa Rica*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/666/66622603003.pdf>

- Delorenzo, D. (2014). *Taller Manejo de sistemas de producción lechera basados en pradera. Paper presentado en el Taller para el manejo del pastoreo. Lloa, Quito, Ecuador.*
- Díaz, J., & Manzanares, E. (2006). *Producción de biomasa de "Panicum maximum" cv Mombaza a tres frecuencias de corte y dos condiciones ambientales (con y sin árboles), en la Hacienda "Las Mercedes", UNA, Managua, Nicaragua.* [Tesis, Universidad Nacional Agraria Facultad de Ciencia Animal].
<https://repositorio.una.edu.ni/1350/1/tnf01d542p.pdf>
- Díaz Ruilova, D. S. (2024). Evaluación de una solución nutritiva con diferentes concentraciones en el cultivo de tomate cherry (*Solanum lycopersicum* var. cerasiforme) en sustrato, en la prov. del Guayas. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. 77 p.
- Food and Agriculture Organization (FAO) (2018). *Producción animal.* Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/animal-production/es/>,
- Food and Agriculture Organization (FAO) (2018). *AGP - Praderas, pastizales y cultivos forrajeros.* Obtenido de <https://www.fao.org/agriculture/crops/mapa-tematica-del-sitio/theme/spi/praderas-pastizales-y-cultivos-forrajeros/praderas-pastizales-y-cultivos-forrajeros/es/>
- Food and Agriculture Organization (FAO) (2002). *Manual Técnico: Forraje Verde Hidropónico. Oficina Regional de la FAO para América Latina y El Caribe.* Santiago de Chile, Chile.
- Fernando, M. (2009). *Importancia del agua en la nutrición de cultivos.* Centro de Investigación de la caña de azúcar. *Carta trimestral 3 y 4.*

- Flores, E. Ruiz, J. Zárate, R., & Sono, B. (2022). *Manual de siembra de pastos cultivados para mejorar el manejo nutricional del ganado*. Recuperado el 11 de enero de 2025, de https://www.fontagro.org/new/uploads/productos/ATN-RF-16680-RG_Producto_12_-_Manual_de_siembra_de_pastos_cultivados_para_mejorar_el_manej_o_nutricional_del_ganado.pdf
- Flores, E. López, S. Galicia, M. Ávila, N. Camacho, M. & Arroyo, J. (2022). *Descripción morfológica de dos cultivares del género Urochloa y producción de biomasa por componentes*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/573/57375131018/html/>
- GAD la Unión. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Parroquia Rural La Unión*. Obtenido de <https://launionsantaana.gob.ec/manabi/wp-content/uploads/2013/08/PLAN-DE-DESARROLLO-2016.pdf>
- García, V. Joaquín, T. Ramos, J. & Aranda, M. (2018). *Evaluación del precorte en el rendimiento y calidad de semilla de pasto guinea cv. Mombaza*. En: Memorias del Séptimo Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas Chapingo 2018. Celebrado el 20 y 21 de septiembre de 2018. pp. 32-44
- Gilsanz, J. (2007). *Hidroponía*. Recuperado 1 de septiembre de 2023, de <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/520/1/11788121007155745.pdf>
- Gómez-Padilla, E., Ruiz-Díez, B., Fajardo, S., et al. (2017). Caracterización de rizobios aislados de nódulos de frijol caupí, en suelos salinos de Cuba. *Cultivos Tropicales*, 38(4): 39-49.

- Hanan, A., y Mondragón, J. (2009). *Panicum maximum* - ficha informativa. conabio. Recuperado 15 de agosto de 2023, de <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/panicum-maximum/fichas/ficha.htm>
- Hamblin, A.P. (1985). The influence of soil structure on water movement, crop root growth and water uptake. *Advances in Agronomy* 38:95-158.
- Juarez, P. Morales, H. Sandoval, M. Gómez, A. Cruz, E. Juárez, R. Aguirre, J. Alejo, G. & Ortiz M. (2013) *Producción De Forraje Verde Hidropónico*, Nueva época, 4(13)16-26.
- Lamz Piedra, A., & González Cepero, M. C. (2013). La salinidad como problema en la agricultura: la mejora vegetal una solución inmediata. *Cultivos tropicales*, 34(4), 31-42.
- López, O. G., del Carmen Nuñez-Camargo, M., & Salinas-Castro, A. (2022). Taxonomic identification of *Mocis latipes* Guenée (*lepidoptera: erebidae*) in forage pastures of Veracruz, Mexico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 25(3).
- Lomeli, Z. H. M. (2000). *Forraje verde hidropónico*. El forraje del futuro...Hoy. *Agrocultura* 63:15-18.
- Macías, D. Vargas, P. Solórzano, M. Mendoza, F. Intriago, F. (2019). *Evaluación Agroproductiva del pasto Panicum Maximum cv. mombaza en el cantón el Carmen, Manabí-Ecuador* Unirioja.es. <https://dialnet.unirioja.es/download/articulo/8278211.pdf>

Martínez, C. (2021). *Estudio preliminar sobre la determinación del tamaño de marco de muestreo de la biomasa aérea en pasto Megathyrus maximus, conocido como Panicum maximum cv mombaza* [Tesis de Pregrado, TEC]. Repositorio institucional de la TEC https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/15114/TFSC1662_BIB312407_TFG_AGRO_%20Mart%c3%adnez-Molina%2c%20Carlos%20Andr%c3%a9s_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Mena, M. (2015). *Pastos y Forrajes*. Obtenido de <https://cgspace.cgiar.org/server/api/core/bitstreams/005f6741-3f27-4a42-87aa-246f085f7c89/content>

Navarro Blaya, S., & Navarro Garcia, G. (2003). *Química agrícola : el suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal*. Mundi Prensa. Obtenido de <http://ceiba.agro.uba.ar/cgi-bin/koha/opacdetail.pl?biblionumber=13503>

Nisperuza, E. Córdoba, G. Bruzon, H. (1985). *Riego de Pastos*. https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/449/vol7_riego_pastos_op.pdf;jsessionid=A9615EFD15D96CD44BA595C15B54D95E?sequence=12

Pachés, M. (2019). *El agua en el suelo: fuerzas de retención*. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/121154/Pach%C3%A9s%2020El%20agua%20en%20el%20suelo.%20Fuerzas%20de%20retenci%C3%B3n.pdf?sequence=1>

Pezo, D. García, F. (2018). *Uso Eficiente de Fertilizantes en Pasturas*. doi:https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/9227/Uso_eficiente_de_fertilizantes_en_pasturas.pdf

- Pezo, D. (2018). *Establecimiento y Manejo de Sistemas Intensivos de Pastoreo Racional*. doi: https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/9226/Establecimiento_y_manejo_de_sistemas.pdf
- Peñafiel, S. (2023). *Evaluación del efecto de tres soluciones nutritivas en Forraje verde hidropónico de maíz (Zea mays)*. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/20412/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-204.pdf#page=41&zoom=100,148,425>
- Pizzio, R. Bendersky, D. Barbera, & P. Maidana, E. (2021). *Caracterización y manejo de los pastizales correntinos*. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/401605183.pdf>
- Prado, A. (2020). *Manejo ecológico del suelo y sustentable del agua*. repositorio. Recuperado 15 de agosto de 2023, de <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/21096/BVE22098496e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Prado, R. (2008). *Manual de nutrição de plantas forrageiras*. Editora Funep. 412 pp.
- Prieto, A. Gonzales, D. Ayala, A., & Arrua, S. (2018). *Producción de Forrajes II*. Obtenido de <https://www.scribd.com/presentation/430201827/Pasto-Mombasa>
- Rendon, R. (2011). *Longitud de raíz y valor nutricional de cinco variedades de pastos en diferentes estados de madurez* [Tesis de Pregrado, UTEQ]. Repositorio institucional de la UTEQ https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/11544/Evaluaci%3f%b3n_del_rendimiento_y_calidad_de_pastos_mejorados.pdf?sequence=3&isAllowed=y

- Rendón, C. & Villeda, B. (2021). *Evaluación de parámetros productivos y agronómicos del pasto Mombasa con cuatro periodos de aplicación de fertilizantes en la época de verano* [Tesis de Pregrado, Zamorano]. Repositorio institucional de la Zamorano <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/296f8853-a14e-4882-9588-615de2ac433a/content>
- Rincón, S. L. (1997). *Características y manejo de sustratos inorgánicos en fertiirrigación*. I Congreso Ibérico y III Nacional de fertiirrigación. Murcia, España.
- Ríos, L. (2021). *Evaluación del rendimiento y calidad de pastos mejorados en asocio con árboles dispersos de Guazuma ulmifolia en sistemas doble propósito, Los Santos, Panamá* [Tesis de Pregrado, CATIE]. Repositorio institucional de la CATIE https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/11544/Evaluaci%C3%B3n_del_rendimiento_y_calidad_de_pastos_mejorados.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Ruscitti, M. (2015). *El agua en la planta*. Recuperado 15 de agosto de 2023, de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46752/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Salomón, J. Samudio, A. (2015). *Efecto del estrés salino en la germinación y vigor de semillas de panicum maximum jacq. variedades Tanzania y Mombasa*. Obtenido de <http://scielo.iics.una.py/pdf/ccv/v5n2/v5n2a05.pdf>
- Salomón, J, & Samudio, A. (2015). *EFECTO DEL ESTRÉS SALINO EN LA GERMINACIÓN Y VIGOR DE SEMILLAS DE Panicum maximum Jacq. VARIEDADES TANZANIA Y MOMBASA*. Compendio de Ciencias Veterinarias, 5(2), 23-31. <https://doi.org/10.18004/compend.cienc.vet.2015.05.02.23-31>

- Santiestevan, J. (2023). *Producción de biomasa y calidad nutricional del pasto mombaza (*panicum maximum*, jacq. cv. mombaza) con diferentes frecuencias de corte en Manglaralto, Santa Elena* [Tesis de Pregrado, UPSE]. Repositorio institucional de la UPSE <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/9616/1/UPSE-TIA-2023-0002.pdf>
- Steiner, A.A. (1968). *Soilless culture*. Proceedings of the 6th Colloquium of the Internacional Potash Institute. pp: 324-341.
- Soto, F. (2015). *Hidroponía: Sistemas de cultivo en agua*. Recuperado 1 de septiembre de 2023, de <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/86385/Sistemas%20de%20cultivo%20en%20agua%20en%20hidropon%C3%ADa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Suárez, E. Reza, S. García, F. Pastrana, I. Díaz, E. (2011). *Guinea grass (*Panicum maximum* cv. *Mombasa*)*. Unirioja.es. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5624825.pdf>
- Suárez, E. Reza, S. García, F. Pastrana, I. & Díaz, E. (2011). *Comportamiento ingestivo diurno de bovinos de ceba en praderas del pasto Guinea (*Panicum maximum* cv. *Mombasa*)*. Obtenido de https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/35115/Ver_Documento_35115.pdf?sequence=1
- Torrez, V. (1997). *Manual Internacional de fertilidad de suelos*. Instituto de la Potasa y el Fósforo AC INPOFOS, 163
- Urrestarazu, M. (2015). *Manual de cultivo sin suelo*. Madrid, España. Ediciones MundiPrensa. 648 p.

Vargas, J. Leonard, I. Uvidia, H. Ramírez, J. Torres, V. Andino, M. & Benitez, D. (2014). *El crecimiento del pasto Panicum maximum vc Mombaza en la Amazonía Ecuatoriana*. Revista Electronica de Veterinaria. 15. 1-7.

Vargas-Rodríguez, C. F. (2008). Comparación productiva de forraje verde hidropónico de maíz, arroz y sorgo negro forrajero. *Agronomía mesoamericana*, 19(2), 233-240.

ANEXOS

Anexo 1. Preparación de camas para hidroponía



Anexo 2. Forrado con plástico negro de las camas de cultivo para las plantas de pasto Mombasa



Anexo 3. Preparación de sistema de oxigenación para las plantas de pasto Mombasa



Anexo 4. Sistema de riego por microaspersión para las repeticiones del Suelo para pasto Mombasa



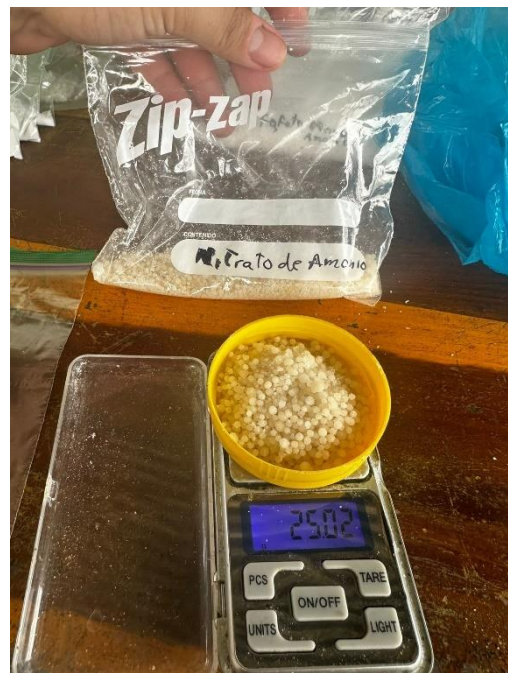
Anexo 5. Preparación de bandejas de germinación y germinación de semillas de pasto Mombasa



Anexo 6. Germinación de semillas en el suelo



Anexo 7. Preparación de elementos para la solución nutritiva



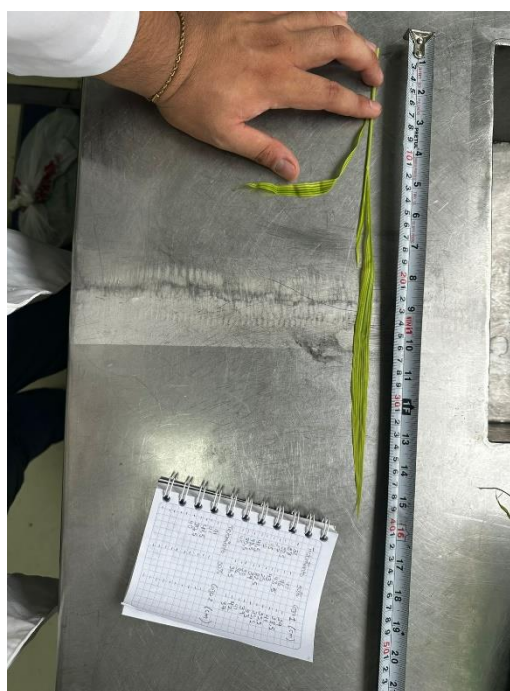
Anexo 8. Regulación de pH



Anexo 9. Bandejas en las camas hidropónicas



Anexo 10. Corte y toma de medidas del pasto Mombasa



Anexo 11. Corte de raíz de bandejas hidropónicas en el pasto Mombasa



Anexo 12. Pesaje en grameras del pasto obtenido en las camas hidropónicas



Anexo 13. Peso de raíces secas



Anexo 14. Toma de pH del suelo mediante sonda



Anexo 15. Peso de pasto seco en horno





Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Saltos Peñafiel, Enrique Xavier** con C.C: # **1313417816** autor/a del trabajo de titulación: **Evaluación del efecto de dos métodos de crecimiento forrajero pasto mombasa (*panicum maximum*) en la Costa del Ecuador** previo a la obtención del título de **Ingeniero Agropecuario** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 19 de febrero de 2025

f. _____

Nombre: **Saltos Peñafiel, Enrique Xavier**

C.C: **1313417816**

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Evaluación del efecto de dos métodos de crecimiento forrajero pasto mombasa (<i>panicum maximum</i>) en la Costa del Ecuador.		
AUTOR(ES)	Saltos Peñafiel, Enrique Xavier		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Llanderal Quiroz, Alfonso		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Agropecuaria		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero Agropecuario		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	19 de febrero de 2025	No. DE PÁGINAS:	58 p.
ÁREAS TEMÁTICAS:	Producción vegetal, Alimentación animal, Tecnologías Agropecuarias, Hidroponía.		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Forraje hidropónico, Mombasa, Pasto, Soluciones nutritivas.		
RESUMEN/ABSTRACT			
<p>El objetivo de esta investigación fue Evaluar el rendimiento y las variables morfológicas del pasto Mombasa (<i>Panicum máximum</i>) bajo dos diferentes sistemas de producción (Hidroponía y Suelo) en la zona Costa del Ecuador. Para este experimento se realizaron 3 tratamientos más la variable Suelo con 2 repeticiones por tratamiento con cortes del pasto en 15 días después de germinación. Los tratamientos aplicados son Solución Nutritiva (SN) propuesta por Vargas y Rodríguez (2008) aplicada al 50 %, 100 % y al 150 % durante todo el ciclo del cultivo. Dentro del experimento se evaluaron las variables altura de planta, peso de la materia fresca y seca de las hojas y peso de la materia fresca y seca de las raíces, pH y Conductividad eléctrica de las soluciones nutritivas. Los datos se analizaron mediante el análisis de varianza (ANOVA) y pruebas de diferencia mínima significativa (LSD) ($P < 0.05$) utilizando el programa <i>Statgraphic Plus</i> para Windows (versión 5.1.). Los resultados obtenidos se encontraron que T3 tuvo un mejor desarrollo morfológico del pasto Mombasa cortado a los 15 días y que los valores de pH y CE se mantuvieron en los rangos óptimos.</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-4-992820859	E-mail: enriquesaltos2000@gmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Nombre: Ing. Noelia Caicedo Coello. M.Sc.		
	Teléfono: +593-987361675		
	E-mail: noelia.caicedo@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			