



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ

Trabajo de Titulación – Modalidad Proyecto de Investigación

Título:

Condiciones de la cepa *Megathyrus maximus* en área de pastoreo de pendiente en el cantón Chone.

Autor:

Javier Eduardo Salvatierra Pinargote

Unidad Académica:

Extensión Chone

Carrera:

Agropecuaria

Tutor:

Ing. Rubén Darío Rivera Fernández, M.Sc.

Febrero de 2026

Chone – Manabí - Ecuador

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

El suscrito, Ing. Rubén Darío Rivera Fernández, M. Sc; en calidad de docente de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Extensión Chone, y tutor del proceso de titulación, deja constancia de que el trabajo de investigación titulado:

CERTIFICO:

Que el trabajo de investigación titulado “**Condiciones de la cepa *Megathyrus maximus* en área de pastoreo de pendiente en el cantón Chone**”, desarrollado por el estudiante Javier Eduardo Salvatierra Pinargote, ha sido revisado y acompañado de manera integral durante su proceso de elaboración. Se ha verificado el cumplimiento de los criterios metodológicos, la pertinencia científica y la observancia de los lineamientos institucionales establecidos.

En virtud de lo anterior, se certifica que el estudio reúne las condiciones académicas requeridas para su exposición pública y defensa formal. El contenido del documento es de exclusiva responsabilidad de su autor.

Chone, febrero del 2026



Ing. Rubén Darío Rivera Fernández, M. Sc

Tutor

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Quien suscribe, Javier Eduardo Salvatierra Pinargote, portador de la cédula de ciudadanía 131470052-5, egresado de la carrera de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, Extensión Chone, declara que las ideas, criterios, análisis y demás contenidos desarrollados en los diferentes apartados que conforman la propuesta de Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación (Fase II), titulada: "Condiciones de la cepa *Megathyrus maximus* en área de pastoreo de pendiente en el cantón Chone", corresponden íntegramente a su autoría. Dichos aportes derivan del proceso investigativo ejecutado bajo principios de rigor académico, ética profesional y respeto a los derechos de propiedad intelectual.

Chone, febrero del 2026



Javier Eduardo Salvatierra Pinargote

CI: 131470052-5

AUTOR



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ

EXTENSIÓN CHONE

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Los integrantes del Tribunal Examinador emiten su aprobación respecto al informe de investigación titulado “Condiciones de la cepa *Megathyrus maximus* en área de pastoreo de pendiente en el cantón Chone”, elaborado por el egresado Javier Eduardo Salvatierra Pinargote, de la carrera de Ingeniería Agropecuaria. El proceso contó con la dirección académica del Ing. Rubén Rivera Fernández, M. Sc., en calidad de tutor del trabajo.

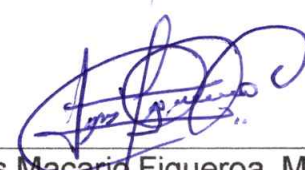
Chone, febrero del 2026


Lic. Rocío Bermúdez, M. Sc

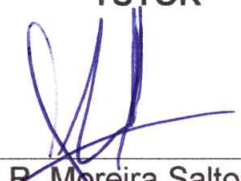
DECANA


Ing. Rubén Rivera Fernández, M.Sc.

TUTOR


Ing. Jesus Macario Figueroa, MSc

MIEMBRO DEL TRIBUNAL


Ing. Juan R. Moreira Saltos M. Sc

MIEMBRO DEL TRIBUNAL


Lcda. Indira Zambrano Cedeño

SECRETARIA

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación, en primer lugar, a Dios, por concederme la vida, la fortaleza y la sabiduría necesarias para superar cada desafío presentado durante mi formación académica. A mis padres, por su amor, apoyo incondicional y sacrificio constante, quienes han sido el principal sostén y la mayor motivación para alcanzar este logro académico.

De igual manera, dedico esta tesis a mis familiares, por su acompañamiento, comprensión y palabras de aliento a lo largo de este proceso, contribuyendo de manera significativa a la culminación de esta etapa profesional.

Javier Eduardo Salvatierra Pinargote

AGRADECIMIENTO

Expreso mi sincero agradecimiento a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), por brindarme la oportunidad de formarme académica y profesionalmente, así como por facilitar los espacios, recursos y conocimientos necesarios para el desarrollo de la presente investigación.

De manera especial, agradezco a los docentes de la carrera, quienes con su guía, experiencia y compromiso contribuyeron de forma significativa a mi formación académica y al fortalecimiento de mis conocimientos científicos y profesionales. Su orientación y acompañamiento fueron fundamentales para la correcta ejecución y culminación de este trabajo de investigación.

Asimismo, agradezco a mis amigos y compañeros, por el apoyo, la motivación y el compañerismo brindados a lo largo de esta etapa universitaria, convirtiéndose en un soporte importante durante los momentos de esfuerzo y dedicación.

Finalmente, extendiendo mi agradecimiento a todas las personas que, directa o indirectamente, colaboraron en la realización de esta tesis y aportaron a la consecución de este logro académico.

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar las condiciones morfológicas y radicales del pasto Mombaza (*Megathyrsus maximus*) establecido en un área de pastoreo con pendiente en el cantón Chone, provincia de Manabí. El estudio se desarrolló en la finca experimental Tigrillo, bajo condiciones reales de manejo ganadero, mediante un enfoque descriptivo y analítico. Se seleccionaron cepas representativas del pastizal, sobre las cuales se evaluaron variables aéreas y radicales, tales como diámetro de cepa, número de tallos y macollos, longitud, diámetro, peso y volumen de raíces. Los resultados evidenciaron una alta variabilidad entre cepas, destacándose coeficientes de variación elevados en el número de macollos, peso y volumen radical, lo que reflejó diferencias significativas en el vigor y potencial productivo del pastizal. Se observó una relación exponencial fuerte entre el diámetro de la cepa y el peso ($R^2 = 0,97$) y volumen de raíces, mientras que la longitud radical mostró una relación débil con el tamaño de la cepa. Estas diferencias fueron atribuidas a la pendiente del terreno y al manejo previo del pastoreo. Se concluyó que la cepa *Megathyrsus Maximus* presenta un comportamiento heterogéneo en áreas de ladera, lo que resalta la necesidad de un manejo agronómico más uniforme para mejorar su productividad y sostenibilidad.

Palabras clave: *Megathyrsus maximus*, pastoreo en pendiente, productividad forrajera, sistema radical, variabilidad morfológica.

ABSTRACT

This research aimed to determine the morphological and root characteristics of Mombasa grass (*Megathyrsus maximus*) established in a sloping grazing area in the Chone canton, Manabí province. The study was conducted at the El Tigrillo experimental farm, under real livestock management conditions, using a descriptive and analytical approach. Representative grass stalks were selected from the pasture, and aboveground and root variables were evaluated, including stalk diameter, number of stems and tillers, and root length, diameter, weight, and volume. The results showed high variability among stalks, with high coefficients of variation in the number of tillers, root weight, and volume, reflecting significant differences in the vigor and productive potential of the pasture. A strong exponential relationship was observed between stalk diameter and root weight ($R^2 = 0.97$) and volume, while root length showed a weak relationship with stalk size. These differences were attributed to the slope of the land and previous grazing management. It was concluded that the *M. Maximus* strain exhibits heterogeneous behavior in hillside areas, highlighting the need for more uniform agronomic management to improve its productivity and sustainability.

Keywords: *Megathyrsus maximus*, slope grazing, forage productivity, root system, morphological variability.

ÍNDICE

PORTADA.....	I
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	II
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	III
APROBACIÓN DE TRIBUNAL.....	IV
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
RESUMEN.....	VII
ABSTRACT.....	VIII
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	XI
ÍNDICE DE TABLAS.....	XII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
1.1 CARACTERIZACIÓN BOTÁNICA Y AGRONÓMICA DE <i>MEGATHYRSUS MAXIMUS</i>	3
1.1.1 Referencias.....	3
1.1.2 Origen, importancia forrajera y adaptabilidad.....	4
1.1.3 Composición nutricional y manejo de corte.....	4
1.1.4 Productividad de materia seca y producción forrajera.....	5
1.1.5 Variabilidad genética y respuesta a manejo.....	5
1.1.6 Relación entre estructura radicular y productividad.....	5
1.1.7 Efecto del manejo en la calidad y productividad del forraje.....	5
1.1.8 Uso en sistemas silvopastoriles y productividad.....	6
1.1.9 Bioestimulantes en los pastizales ¿Cómo se clasifican?.....	7
1.1.10 Mecanismos de acción en plantas.....	8
1.1.11 Aplicación en gramíneas forrajeras.....	8
1.1.12 Efectos sobre producción y calidad del forraje.....	8
1.1.13 Interacción con el suelo y el microbioma.....	9
1.1.14 Limitaciones y necesidad de investigación.....	9
CAPITULO II.....	10
ESTUDIO DE CAMPO.....	10
2.1 METODOLOGÍA.....	10
2.1.1 Ubicación.....	10

2.1.1	Descripción del área en estudio	11
2.1.2	Manejo de la investigación	12
2.1.3	Análisis de datos	13
CAPITULO III		14
3.1	Resultados y/o producto alcanzado	14
CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES		22
BIBLIOGRAFÍA		24
ANEXOS		29

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Pasto <i>M. maximus</i>	3
Imagen 2. Potencial de producción <i>M. maximus</i>	4
Imagen 3. Zona de estudio	11
Imagen 4. Diámetro de cepa vs diámetro de raíces	17
Imagen 5. Tendencia entre el Diámetro de cepa y la longitud de raíces.	18
Imagen 6. Tendencia del diámetro de cepa y el peso de raíces.	19
Imagen 7. Tendencia del diámetro de cepa.	19
Imagen 8. Tendencia del Volumen de las raíces.	20

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis descriptivo de las características de la cepa de *M. maximus*.14

INTRODUCCIÓN

El *Megathyrsus maximus*, específicamente el cultivar Mombaza, es una gramínea tropical de alto valor forrajero ampliamente utilizada en sistemas ganaderos por su elevada producción de biomasa, eficiencia de rebrote, rápido establecimiento y buena calidad nutricional (Ak et al., 2021). Su adaptabilidad ecológica permite su uso en diversas condiciones edafoclimáticas, lo que lo convierte en una de las principales opciones para sistemas intensivos de producción bovina en regiones tropicales.

Estudios recientes han demostrado que diferentes genotipos de *M. maximus* presentan variaciones morfofisiológicas importantes derivadas de su plasticidad genética, lo cual influye directamente en parámetros como altura, número de tallos, área foliar, tasa de crecimiento y capacidad de acumulación de biomasa (Girija et al., 2025). Asimismo, factores ambientales como la disponibilidad de nutrientes, la actividad biológica del suelo y las interacciones planta microorganismo determinan el vigor y productividad del cultivo.

Cuando *M. maximus* es cultivada bajo sistemas silvopastoriles o en asociación con árboles, su anatomía y composición nutricional también pueden variar, lo que puede afectar su rendimiento y valor forrajero (Pereira et al., 2021). Sin embargo, y a pesar del uso extendido del pasto existe escasa literatura que aborde su desempeño en áreas con topografía inclinada o pendiente (laderas, terrenos irregulares), donde factores como la pendiente, la profundidad y estructura del suelo, la estabilidad radicular, la distribución espacial de las plantas y la adaptación morfológica podrían influir de manera determinante en su productividad, persistencia y valor forrajero. Un estudio realizado en el cantón Chone (Manabí, Ecuador) sobre la "influencia de la condición topográfica de la ladera" en el comportamiento productivo de *M. maximus* revela variaciones en la biomasa según la posición topográfica (parte alta, media o baja) del terreno (Schnabel , Rivera, & Farías, 2023).

En este sentido, resulta de particular interés realizar un estudio que analice de forma integral las condiciones de *M. maximus* en un área de pastoreo con

pendiente, para evaluar su desarrollo radicular, estructura foliar y distribución espacial, lo cual permitirá determinar su viabilidad, productividad y sostenibilidad en terrenos inclinados del cantón Chone. Este enfoque puede aportar conocimientos relevantes para mejorar la gestión de praderas, garantizar un aprovechamiento eficiente del forraje y promover un uso sostenible del suelo en áreas con pendiente.

Dado lo expuesto anteriormente y considerando la importancia de comprender el comportamiento del pasto *M. maximus* en áreas de pastoreo con pendiente, el presente estudio tiene como objetivo general determinar las condiciones de la cepa *M. maximus* en un área de pastoreo de pendiente en el cantón Chone.

En correspondencia con este propósito, se plantean los siguientes objetivos específicos, que orientan el análisis detallado de los componentes estructurales y espaciales de la especie: primero, identificar las condiciones radiculares del pasto *M. maximus* en laderas; segundo, determinar las características típicas del área foliar de la cepa *M. maximus*; y finalmente, estimar la distribución espacial de la cepa *M. maximus* dentro del área de pastoreo con pendiente.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 CARACTERIZACIÓN BOTÁNICA Y AGRONÓMICA DE *MEGATHYRSUS MAXIMUS*

1.1.1 Referencias

Megathyrsus maximus (antes *Panicum máximo*) es una gramínea tropical perenne de la familia Poaceae, ampliamente utilizada como forraje en sistemas de producción ganadera por su elevada producción de biomasa y adaptación a climas cálidos. Presenta una amplia variabilidad morfológica y agronómica, con porte alto y crecimiento en macollos densos, lo que la convierte en una especie versátil para pastoreo, corte y uso como heno o ensilaje (Rhodes et al., 2022).

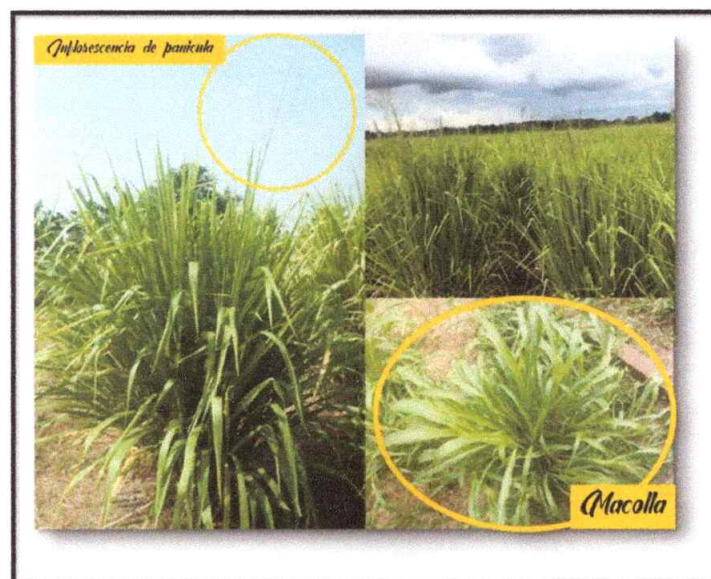


Imagen 1. Pasto *M. maximus*.

Fuente: (HIVE BLOG, 2020).

La morfología del pasto, incluyendo caracteres como altura, número de tallos, hojas y sistema radical, influye directamente en su capacidad productiva y respuesta al manejo agronómico. Estudios han mostrado que prácticas de

manejo como el espaciamiento de siembra y la edad de corte modifican significativamente las características morfológicas y el rendimiento de biomasa de pastos tropicales como *M. maximus*, destacando la relación positiva entre tamaño de planta, número de raíces y producción de materia seca (Wolele et al., 2025).

1.1.2 Origen, importancia forrajera y adaptabilidad

M. maximus, también conocido como Guinea grass, es una gramínea forrajera tropical con alto valor productivo en sistemas de producción de forraje. Fue introducida en diversas regiones tropicales debido a su capacidad de producir forraje nutritivo y adaptarse a diferentes condiciones ambientales, lo que la ha convertido en un recurso clave para la alimentación animal en trópicos y subtrópicos (Benabderrahim & Elfalleh, 2021).



Imagen 2. Potencial de producción *M. maximus*.

Fuente: (Kdgonzalez, 2022).

1.1.3 Composición nutricional y manejo de corte

Estudios agronómicos han demostrado que la calidad nutricional y composición del Mombaza (porcentaje de proteína, fibra y materia seca) varía según la edad

de corte, manejo y fertilización. Estos aspectos son determinantes para su uso eficiente como forraje en sistemas ganaderos (Mendoza , 2022).

1.1.4 Productividad de materia seca y producción forrajera

La productividad de biomasa de *M maximus* es alta en condiciones favorables, y puede alcanzar rendimientos significativos de materia seca anualmente. Sin embargo, su producción de semilla es baja y su floración heterogénea, lo que representa un desafío para su propagación y manejo reproductivo (Eleuterio et al., 2020).

1.1.5 Variabilidad genética y respuesta a manejo

La variabilidad genética entre cultivares y genotipos de *M. maximus* implica diferencias en el crecimiento, vigor vegetativo y resistencia a estrés abiótico, lo que debe considerarse en estudios de caracterización morfológica. Esta diversidad genotípica es clave para programas de mejoramiento y selección de material con mayor rendimiento y adaptación a condiciones específicas de producción (Roy et al., 2020).

1.1.6 Relación entre estructura radicular y productividad

El sistema radical realiza funciones esenciales para la absorción de agua y nutrientes, además de influir en la estabilidad de la planta y su capacidad de rebrote. La distribución de raíces y su volumen contribuyen a la eficiencia del pasto bajo diferentes condiciones ambientales, siendo un factor determinante de su desempeño productivo en suelos con variabilidad edáfica o manejo heterogéneo (Halli et al., 2022).

1.1.7 Efecto del manejo en la calidad y productividad del forraje

Prácticas de manejo como la frecuencia e intensidad de defoliación (pastoreo o corte) afectan no solo la producción de forraje, sino también su composición química y estructura morfológica. Regímenes de manejo que optimizan el rebrote y renovación de tejidos mejoran la eficiencia de utilización del pasto y la

calidad nutricional ofrecida al ganado, lo cual es crucial para su productividad y sostenibilidad (Costa et al., 2021).

1.1.8 Uso en sistemas silvopastoriles y productividad

En sistemas combinados de árboles y pastos, la producción y composición del Mombaza varía con la incidencia de radiación y densidad de plantación, lo que indica la importancia de factores ambientales para la productividad y calidad del forraje en sistemas mixtos (Pereira et al., 2021).

La producción de alimentos a base de plantas saludables y ecológicas, es una prioridad para los investigadores y académicos en la actualidad. La Agricultura Orgánica se presenta como una alternativa eficiente y aunque existen inquietudes acerca del rendimiento, estudios más recientes muestran que una producción orgánica bien administrada puede lograr rendimientos similares a los producidos por la agricultura convencional (Calero et al., 2023).

Los bioestimulantes en el contexto de la agricultura son definidos como un grupo de sustancias o microorganismos benéficos que inducen respuestas fisiológicas en las plantas, especialmente bajo condiciones desfavorables, y conducen a mejorar su desempeño coadyuvando a la tolerancia frente al estrés, intervienen positivamente en la regulación del metabolismo primario y secundario, modifican la arquitectura del sistema radical, mejoran las habilidades nutricionales, favorecen el crecimiento y desarrollo de las plantas cultivadas (Valero et al., 2023).

Un bioestimulante se define como “un producto que estimula los procesos de nutrición vegetal independientemente de su contenido de nutrientes, con el único objetivo de mejorar una o más de las siguientes características de la planta o su rizósfera: eficiencia en el uso de nutrientes; tolerancia al estrés abiótico; características de calidad; disponibilidad de nutrientes inmovilizados en suelo o rizósfera” (Ewa & Marzenna , 2023) . Los bioestimulantes microbianos son productos a base de hongos micorrízicos y no micorrízicos, bacterias endosimbióticas y Rhizobacteria promotoras del crecimiento vegetal (Adame et al., 2022)

Producto sustancia, microorganismo o mezcla de ambos que, al aplicarse a plantas o suelo, estimula procesos de nutrición, absorción/uso de nutrientes, tolerancia a estrés abiótico, calidad del cultivo o disponibilidad de nutrientes, independientemente de su contenido en nutrientes (Du Jardin , 2017) . Subcategoría de bioestimulantes que utilizan microorganismos benéficos por ejemplo bacterias promotoras del crecimiento (PGPR), hongos micorrízicos para mejorar la salud de la planta y suelo, estimular el crecimiento, mejorar absorción de nutrientes, aumentar tolerancia a estrés (Dos Santos et al., 2021).

1.1.9 Bioestimulantes en los pastizales ¿Cómo se clasifican?

Los bioestimulantes constituyen una clase de insumos agrícolas relativamente reciente, por lo que su marco regulatorio internacional aún se encuentra en desarrollo y no presenta uniformidad plena entre los distintos países. A pesar de ello, la comunidad científica, los organismos reguladores y los actores del sector agrícola han logrado establecer un entendimiento común respecto a cómo deben organizarse y describirse las principales categorías de bioestimulantes utilizados en la producción vegetal (Du Jardin , 2017).

Los bioestimulantes son sustancias y/o microorganismos que, cuando se aplican a las plantas o al suelo en pequeñas cantidades, estimulan los procesos naturales de crecimiento y desarrollo sin ser fertilizantes tradicionales ni pesticidas. Su función principal es mejorar la eficiencia del uso de nutrientes, la tolerancia al estrés abiótico, la disponibilidad de nutrientes y la calidad de los cultivos. Los principales tipos incluyen extractos de algas marinas, ácidos húmicos y fúlvicos, hidrolizados proteicos, microorganismos beneficiosos y compuestos orgánicos específicos (Mackiewicz & Olszewska, 2023).

Ácidos húmicos y fúlvicos son sustancias húmicas constituyen una fracción fundamental de la materia orgánica del suelo y se originan a partir de los procesos de descomposición y transformación de residuos vegetales, animales y microbianos, así como de la actividad metabólica de los microorganismos edáficos que utilizan estos compuestos como fuente de energía. Estas sustancias no corresponden a una entidad química única, sino que conforman

un conjunto complejo y heterogéneo de compuestos orgánicos. Tradicionalmente, su clasificación se ha basado en criterios de peso molecular y solubilidad, distinguiéndose tres fracciones principales: huminas, ácidos húmicos y ácidos fúlvicos (Du Jardin , 2017).

1.1.10 Mecanismos de acción en plantas

Los bioestimulantes actúan a través de varios mecanismos fisiológicos, tales como la regulación hormonal, el aumento de la actividad enzimática antioxidante, la mejora en la absorción de agua y nutrientes, y la estimulación del crecimiento de raíces y brotes. Estos mecanismos promueven una mejor respuesta de la planta frente a condiciones de estrés ambiental como sequía, salinidad y deficiencias nutricionales (Mackiewicz-Walec & Olszewska, 2023).

1.1.11 Aplicación en gramíneas forrajeras

Aunque la mayoría de la investigación se ha centrado en cultivos hortícolas y cereales, estudios recientes han evaluado la aplicación de bioestimulantes en gramíneas forrajeras. Estos han demostrado que la aplicación de extractos de algas o biol orgánico puede influir positivamente en la producción de biomasa, materia seca y rendimiento del forraje, aunque los efectos pueden variar según la especie de pasto y las condiciones de manejo (Vera *et al.*, 2024).

1.1.12 Efectos sobre producción y calidad del forraje

Diversos estudios han reportado que la aplicación de bioestimulantes orgánicos (como biol) y extractos específicos puede mejorar aspectos productivos como la altura de planta, cobertura, rendimiento de forraje verde y seco, así como variables nutricionales (p.ej., contenido de carbohidratos solubles y ciertos nutrientes). Esto sugiere un potencial uso de bioestimulantes como complemento a prácticas tradicionales de fertilización para optimizar el crecimiento del pasto (Rojas *et al.*, 2025).

1.1.13 Interacción con el suelo y el microbioma

Los bioestimulantes también pueden influir indirectamente sobre el crecimiento vegetal al modificar la actividad microbiana del suelo y su estructura. La presencia de extractos marinos y otros compuestos biológicamente activos puede estimular comunidades microbianas beneficiosas, mejorar la disponibilidad de nutrientes y aumentar la actividad enzimática del suelo, factores que contribuyen a un mejor establecimiento y vigor del pasto (Zielewicz et al., 2021).

1.1.14 Limitaciones y necesidad de investigación

A pesar del potencial demostrado, la efectividad de los bioestimulantes puede depender del tipo de producto, la dosis aplicada, el cultivo y las condiciones ambientales. Existen aún brechas en el conocimiento sobre sus mecanismos específicos de acción en pastos tropicales como *Megathyrsus maximus*, lo que indica la necesidad de estudios de campo adicionales para establecer protocolos de aplicación eficientes y reproducibles (Mackiewicz-Walec & Olszewska, 2023).

CAPITULO II

ESTUDIO DE CAMPO

2.1 METODOLOGÍA

2.1.1 Ubicación

La investigación se desarrolló en la provincia de Manabí, cantón Chone, específicamente en la finca experimental Tigrillo, ubicada en una zona con condiciones agroecológicas representativas del trópico húmedo. El área de estudio presenta un clima cálido, con temperaturas medias anuales entre 24 y 27 °C y una precipitación promedio anual de 1.200 a 1.800 mm.

La finca se localiza a una altitud aproximada de 50 a 100 m s. n. m., con suelos de textura franco-arcillosa, moderadamente fértiles y de buen drenaje, características favorables para el establecimiento y desarrollo de la cepa M. Maximus. Estas condiciones edafoclimáticas permitieron evaluar de manera adecuada el comportamiento agronómico del cultivo y su respuesta a los tratamientos aplicados durante la investigación.

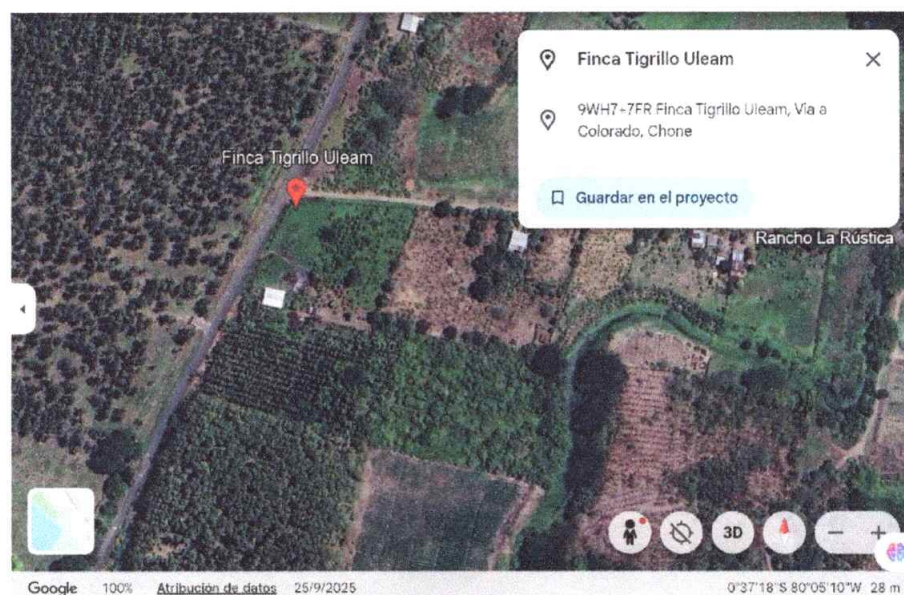


Imagen 3. Zona de estudio

Fuente: (Google Earth, 2025).

2.1.1 Descripción del área en estudio

El área de estudio correspondió a una pradera de la cepa *M. Maximus* previamente establecida en una zona de pastoreo con pendiente dentro de la finca experimental Tigrillo, ubicada en el cantón Chone, provincia de Manabí. La pradera no fue implantada exclusivamente con fines experimentales, sino que formó parte de un sistema productivo en uso, lo que permitió evaluar el comportamiento morfológico y radical del pasto bajo condiciones reales de manejo ganadero.

El terreno presentó una topografía inclinada, la cual influyó directamente en la distribución del agua, la acumulación de nutrientes, el grado de compactación del suelo y la intensidad del pisoteo animal, generando microambientes diferenciados dentro del mismo lote. Estas condiciones favorecieron la presencia de variabilidad en el desarrollo de las cepas, tanto en la estructura aérea como en el sistema radical, aspecto que se evidenció posteriormente en los resultados obtenidos.

El manejo previo del pastizal estuvo asociado a un sistema de pastoreo continuo, sin aplicación regular de prácticas de fertilización ni renovación de

cepas, lo que permitió evaluar plantas con diferentes niveles de vigor, edad fisiológica y capacidad de rebrote. En este contexto, la investigación se orientó a la selección de cepas representativas del área, sobre las cuales se realizaron mediciones morfológicas y radicales mediante técnicas de extracción directa, con el fin de caracterizar el estado estructural del pasto en condiciones de ladera.

La evaluación de variables como el diámetro de cepa, número de tallos y macollos, así como de los parámetros radicales (longitud, diámetro, peso y volumen), permitió interpretar el efecto combinado de la pendiente, el manejo del pastoreo y las condiciones edáficas sobre la heterogeneidad del pastizal. De esta manera, el área de estudio constituyó un escenario adecuado para analizar la variabilidad productiva y estructural del pasto Mombaza en sistemas de pastoreo con pendiente, en concordancia con los resultados obtenidos en la investigación.

2.1.2 Manejo de la investigación

El manejo de la investigación se desarrolló bajo un enfoque descriptivo y analítico, aplicado en una pradera previamente establecida de *M. maximus*, ubicada en un área de pastoreo con pendiente en la finca experimental Tigrillo, cantón Chone.

El ensayo se realizó durante la época de verano, sin aplicación de riego y sin intervención directa del ganado, con el fin de evaluar el comportamiento morfológico y estructural del pasto bajo condiciones naturales de estrés hídrico y pendiente, propias del sistema productivo de la zona.

Durante el período de estudio no se realizaron prácticas de pastoreo ni cortes, permitiendo el desarrollo libre de las cepas seleccionadas. Este manejo permitió analizar de manera precisa la respuesta de la parte aérea y del sistema radical del pasto en función de la pendiente y del manejo previo del área.

Mediante el método descriptivo se caracterizaron las condiciones estructurales de las cepas, mientras que el método analítico permitió interpretar la relación existente entre las variables evaluadas. Se seleccionaron cepas representativas del área de estudio, consideradas como unidades de muestreo espacial, sobre las cuales se realizaron mediciones directas en campo.

Las variables evaluadas incluyeron el diámetro de la cepa, número de tallos y macollos, así como parámetros del sistema radical, tales como longitud, diámetro, peso y volumen de raíces. La información recolectada fue registrada de forma sistemática, lo que permitió analizar la variabilidad morfológica y el estado productivo del pastizal, considerando las condiciones de pendiente y el manejo previo del área.

2.1.3 Análisis de datos

Los datos obtenidos fueron organizados en tablas y sometidos a estadística descriptiva, calculándose la media, desviación estándar, varianza, valores mínimos y máximos, así como el coeficiente de variación (CV), con el fin de evaluar el grado de heterogeneidad entre las cepas. Adicionalmente, se realizaron análisis de relación entre variables, principalmente entre el diámetro de la cepa y las características radicales, mediante modelos de regresión lineal y exponencial, lo que permitió interpretar la asociación entre la estructura aérea y el desarrollo del sistema radical del pasto Mombaza bajo condiciones de ladera.

CAPITULO III

3.1 Resultados y/o producto alcanzado

El análisis de características morfológicas en cepas de *M. maximus* es fundamental para comprender el estado del pastizal, su vigor, la capacidad de rebrote y el potencial de producción de biomasa. Los componentes aéreos tallos y macollos constituyen la unidad productiva de hojas, mientras que el sistema radical determina la exploración del suelo, la absorción de nutrientes y la resiliencia frente a estrés ambiental.

La estadística descriptiva, especialmente el uso del coeficiente de variación (CV), permite cuantificar el grado de heterogeneidad entre individuos. CV bajos indican uniformidad y precisión; CV altos implican dispersión y menor control experimental, información clave para planificar intervenciones agronómicas futuras.

Tabla 1. Análisis descriptivo de las características de la cepa de *M. maximus*

Parámetros	Media	D.E	Varianza	C.V	Mínimo	Máximo
Diámetro de cepa (cm)	16,35	6,8	46,2	41,5	8	28
Diámetro de raíces/cepa (cm)	37,7	9,7	95,5	25,9	23	52
Longitud de raíces (cm)	23,2	7,04	49,5	30,2	15,6	36
N.º de tallos cepa	35,5	19,1	366,5	53,9	12	65
N.º de macollos cepa	9,5	9,7	94,9	102,5	0	28
Peso raíces (g)	14,8	15,9	253,8	107,5	2,3	46,7
Volumen de raíces cepa (cm ³)	31,8	32,7	1071,6	102,7	5	100

Los datos obtenidos muestran que las cepas de *M. maximus* presentan niveles de variación muy distintos entre las variables evaluadas. En general, se observa que algunas características son relativamente homogéneas entre plantas, mientras que otras reflejan una diferencia marcada entre individuos, lo cual tiene implicaciones directas sobre el vigor, la productividad y el comportamiento del pastizal.

El diámetro de la cepa reveló una variación alta, debido a que existen plantas que presentan cepas relativamente pequeñas y otras mucho más anchas. Esto indica diferencias evidentes en vigor y capacidad de desarrollo, posiblemente influenciadas por la edad de las cepas, la intensidad del manejo o las condiciones micro ambientales. La dispersión observada evidencia que no todas las plantas contribuyen de igual forma a la producción de biomasa.

Las variables asociadas al desarrollo radical longitudinal y transversal mostraron una variabilidad moderada, particularmente el diámetro y la longitud de raíces. Esto sugiere que el sistema radical de las plantas mantiene cierta uniformidad entre cepas, lo cual es positivo desde el punto de vista agronómico, ya que permite suponer que la mayoría de plantas explora el suelo de manera similar, favoreciendo la absorción de agua y nutrientes. La homogeneidad parcial encontrada indica que las condiciones edáficas o el acceso a recursos son relativamente constantes en el lote evaluado.

En contraste, los pesos y volúmenes de raíces presentaron una dispersión extrema. Se encontraron cepas con raíces muy livianas y otras con raíces

mucho más pesadas y voluminosas. Este comportamiento señala que algunas plantas están desarrollando sistemas radicales robustos, mientras que otras apenas sostienen estructuras mínimas. Esta diferencia probablemente responde a factores como la competencia entre plantas, variaciones en humedad del suelo, efectos de pisoteo, o diferencias acumuladas en el manejo previo de la pradera. Estas variables fueron las de mayor heterogeneidad dentro del conjunto.

Las características relacionadas con la estructura aérea también mostraron fuerte variabilidad. El número de tallos por cepa fue altamente variable entre plantas, lo que indica que no existe una estructura uniforme del follaje. Algunas cepas presentan pocos tallos y, por tanto, menor capacidad fotosintética, mientras que otras poseen numerosos tallos, contribuyendo en mayor medida a la producción de hojas.

El comportamiento más disperso se observó en el número de macollos. Algunas cepas no presentaron macollos, mientras que otras mostraron cantidades considerablemente mayores. Esta variación extrema señala que la capacidad de multiplicación vegetativa no es pareja entre plantas. Los macollos constituyen la unidad básica de producción de hojas en gramíneas; por tanto, una planta sin macollos o con pocos macollos tendrá una participación muy baja en la producción total de forraje, mientras que aquellas con macollaje abundante serán las que contribuyan mayormente a la oferta de biomasa.

En síntesis, los resultados indican que en el lote evaluado existen plantas con alto potencial productivo y otras con bajo nivel de contribución a la estructura y rendimiento del pastizal. La variabilidad detectada revela diferencias marcadas en vigor, capacidad de rebrote y desarrollo radical, lo que sugiere que el manejo del pastizal no ha sido homogéneo a lo largo del tiempo, o que existen factores derivados de las condiciones del terreno, disponibilidad de nutrientes, o intensidad de pastoreo que han influido de manera diferenciada sobre las plantas.

Desde un punto de vista agronómico, esta heterogeneidad puede representar una oportunidad para mejorar la producción mediante prácticas como fertilización localizada, regulación de la carga animal, control del pisoteo y selección de cepas más vigorosas que permitan uniformar y elevar el rendimiento del sistema productivo.

Relación del diámetro de cepa vs diámetro de raíces

El gráfico 2, muestra una relación positiva entre ambas variables. A medida que aumenta el diámetro de la cepa, también lo hace el diámetro de las raíces. La ecuación de tendencia es de tipo lineal y el coeficiente de determinación ($R^2 = 0,31$) indica una asociación moderada, explicando aproximadamente el 31 % de la variación. La dispersión en los puntos revela que existen cepas grandes con valores radicales medios y viceversa, lo que sugiere influencia de otros factores ambientales y de manejo.

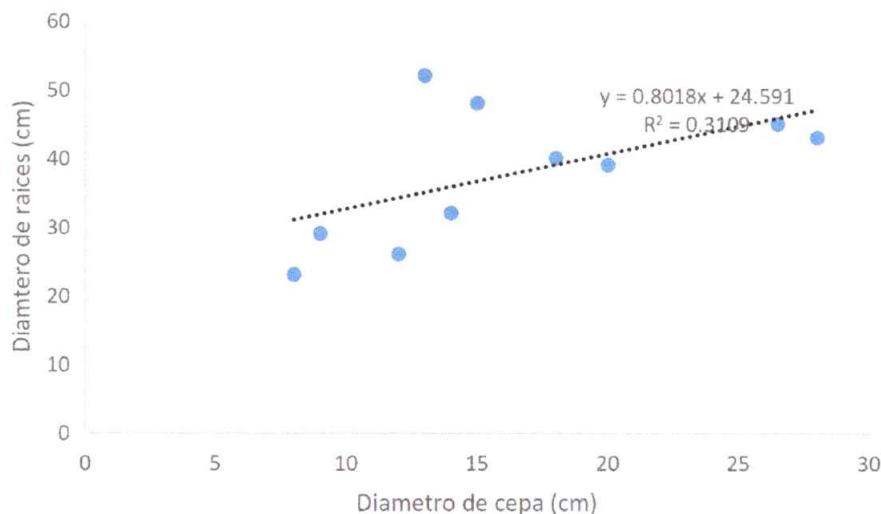


Imagen 4. Diámetro de cepa vs diámetro de raíces

Diámetro de cepa vs longitud de raíces

La relación presentada es positiva, aunque débil. El valor de $R^2 = 0,04$ indica que solamente un 4 % de la variación de la longitud de raíces se explica a partir del diámetro de cepa. Los puntos se distribuyen sin patrón definido, evidenciando que el vigor aéreo no predice necesariamente la profundidad

radical. La longitud de raíces estaría influenciada por condiciones edáficas, compactación, humedad y exploración lateral.

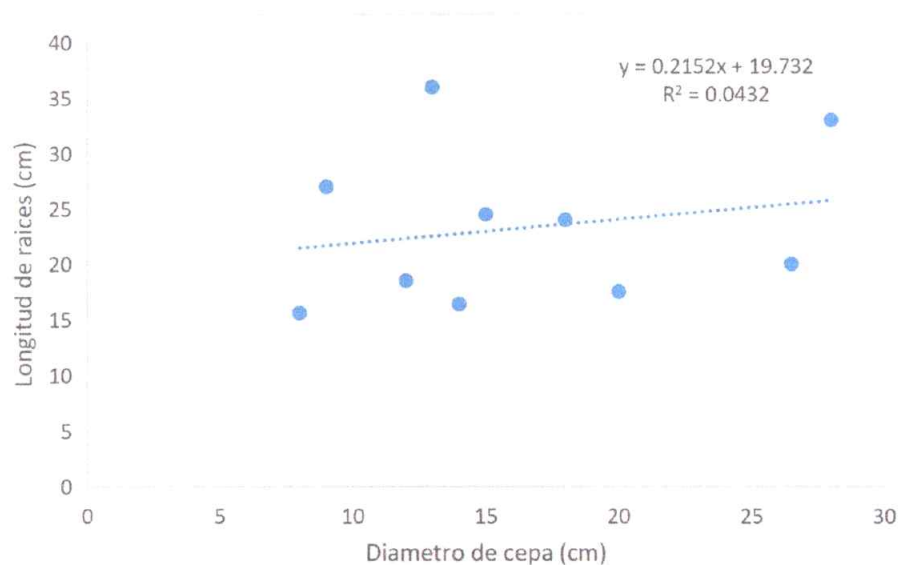


Imagen 5. Tendencia entre el Diámetro de cepa y la longitud de raíces.

Diámetro de cepa vs peso de raíces

En este caso, la ecuación de tendencia es exponencial y el coeficiente de determinación $R^2 = 0,97$ indica una relación muy fuerte. El peso de las raíces aumenta de forma acelerada conforme crece el diámetro de la cepa. Las cepas pequeñas presentan masas radicales muy reducidas, mientras que las cepas grandes superan ampliamente los 40 g de peso radical. El comportamiento exponencial sugiere acumulación de reservas, mayor espesor de raíces y mayor densidad de tejido.

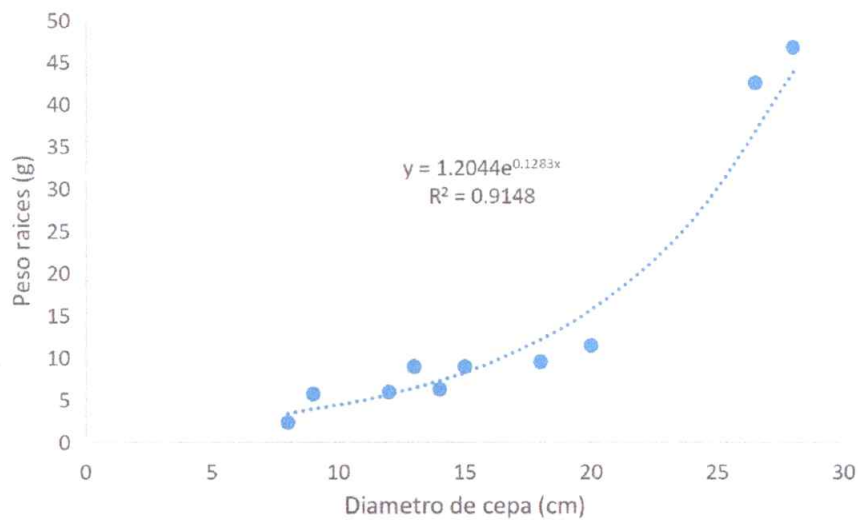


Imagen 6. Tendencia del diámetro de cepa y el peso de raíces.

Diámetro de cepa vs volumen de raíces

El volumen radical también mostró un patrón exponencial creciente, muy similar al peso de raíces. A medida que la cepa aumenta en diámetro, el volumen radical crece de manera acelerada, alcanzando valores superiores a 100 cm³ en las plantas más robustas. Los puntos se alinean visualmente de manera consistente con la curva, mostrando baja dispersión y relación confiable.

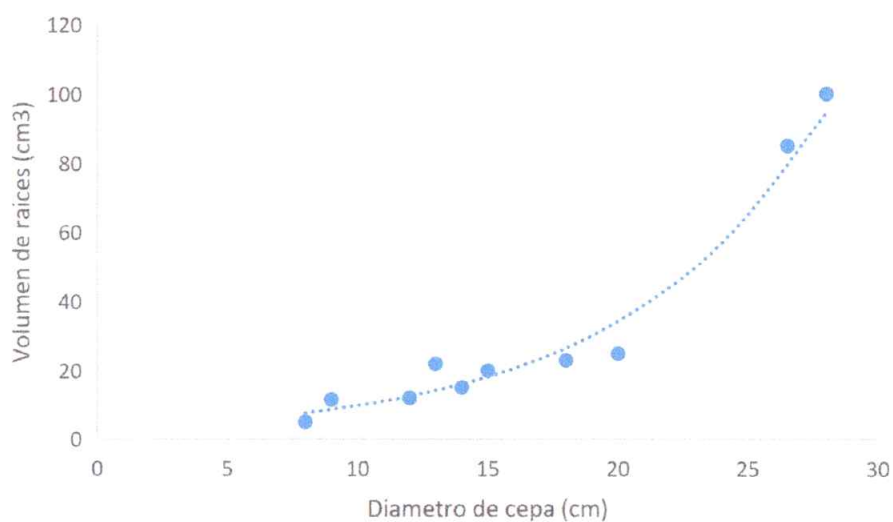


Imagen 7. Tendencia del diámetro de cepa.

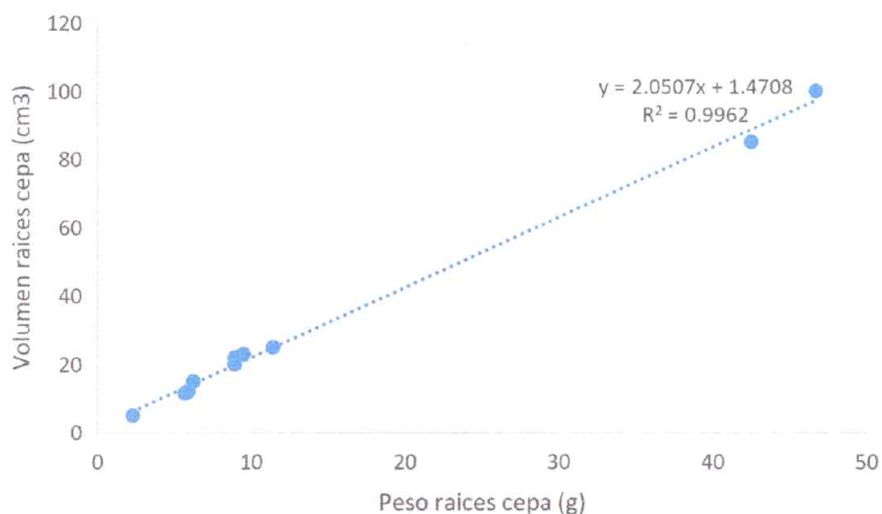


Imagen 8. Tendencia del Volumen de las raíces.

Los resultados permiten identificar dos comportamientos claramente diferenciados. En primer lugar, el diámetro de raíces y la longitud de raíces presentan relaciones débiles o moderadas respecto al diámetro de la cepa. Lo anterior sugiere que, aunque existe una tendencia general positiva, factores como textura del suelo, compactación, humedad y competencia afectan el desarrollo radical longitudinal y transversal. La heterogeneidad observada coincide con el comportamiento esperable de pasturas sometidas a distintos niveles de pisoteo o carga animal.

Por otro lado, los parámetros asociados a masa y volumen radical presentan relaciones exponenciales claras. El incremento acelerado del peso y del volumen de raíces en plantas con mayor diámetro de cepa indica que existe un vínculo biológico fuerte entre la estructura aérea y la subterránea. Las cepas más robustas no solo presentan un mayor número de tallos y macollos, sino que también poseen raíces más densas, pesadas y voluminosas. Esto tiene implicaciones directas en la productividad del pastizal, ya que sistemas radicales extensos facilitan la toma de agua, minerales y reservas energéticas, lo cual aumenta la capacidad de rebrote y la persistencia.

La combinación de resultados lineales débiles y exponenciales fuertes revela que la morfología radical no depende únicamente de la estructura aérea, sino también de la disponibilidad de recursos y condiciones del suelo. Estudios previos en forrajes tropicales reportan comportamientos similares, donde plantas con mayor vigor aéreo no siempre presentan raíces más largas, pero sí tienden a generar raíces más pesadas y voluminosas, asociadas a mayor reserva y estabilidad fisiológica. La evidencia conjunta indica que el volumen y el peso radical son mejores indicadores de vigor y productividad que la longitud radical exclusivamente.

CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

En función de los resultados alcanzados se puede concluir con lo siguiente:

- El estudio permitió determinar que las cepas de *M. maximus* establecidas en áreas de pastoreo con pendiente presentaron una alta variabilidad morfológica y radical, evidenciada por los elevados coeficientes de variación en variables como número de macollos, número de tallos, peso y volumen de raíces. Esta heterogeneidad reflejó diferencias marcadas en el vigor y potencial productivo de las plantas dentro del mismo lote.
- Las condiciones radiculares de la cepa *M. maximus* mostraron un comportamiento diferenciado, donde la longitud y el diámetro de las raíces presentaron relaciones débiles o moderadas con el diámetro de la cepa, mientras que el peso y volumen radical evidenciaron relaciones exponenciales fuertes. Esto indicó que las cepas de mayor tamaño desarrollaron sistemas radicales más densos y con mayor capacidad de almacenamiento de reservas.
- La estructura aérea del pastizal, expresada mediante el número de tallos y macollos por cepa, presentó una distribución altamente desigual, observándose plantas con escasa capacidad de macollaje y otras con elevada proliferación vegetativa. Esta condición influyó directamente en la contribución diferencial de las cepas a la producción total de biomasa forrajera.
- La distribución espacial y el comportamiento estructural de la cepa *M. maximus* estuvieron condicionados por la pendiente del terreno y el manejo previo del pastoreo, factores que influyeron en la disponibilidad de recursos, compactación del suelo y competencia entre plantas. En conjunto, estos elementos explicaron la heterogeneidad observada y evidenciaron la necesidad de un manejo agronómico más uniforme en sistemas de ladera.

Recomendaciones

Con base a las conclusiones emitidas se pueden recomendar lo siguiente:

- Se recomienda implementar prácticas de manejo diferenciado del pastizal, tales como la regulación de la carga animal y el control del pisoteo, con el fin de reducir la heterogeneidad estructural y favorecer un desarrollo más uniforme de las cepas de *Megathyrsus maximus* en áreas con pendiente.
- Se sugiere aplicar estrategias de fertilización y mejoramiento del suelo, preferentemente localizadas o por zonas, que permitan estimular el desarrollo del sistema radical y mejorar la disponibilidad de nutrientes, especialmente en aquellas áreas donde se identificaron cepas con bajo vigor y menor volumen radical.
- Se recomienda realizar procesos de renovación o selección de cepas más vigorosas, priorizando aquellas con mayor diámetro de cepa, mayor macollaje y sistemas radicales más robustos, con el objetivo de incrementar la productividad y persistencia del pastizal a largo plazo.
- Se propone desarrollar futuras investigaciones que evalúen el efecto de prácticas de manejo, fertilización o uso de bioestimulantes microbianos sobre la uniformidad estructural y productiva del pasto Mombaza en terrenos con pendiente, integrando variables productivas como rendimiento de biomasa y calidad forrajera.

BIBLIOGRAFÍA

- Adame García, J., Murillo Cuevas, F. D., Cabrera Mireles, H., Villegas Narváez, J., Rivera Meza, A. E., & Vásquez Hernández, A. (2022). Efecto de bioestimulantes microbianos en el tamaño y peso de frutos de chile morrón y jitomate en condiciones protegidas de macro túnel. *Biotecnia*, 25(1). <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v25i1.1772>
- Ak, R., Malaviya, Kaushal, Mahanta, tewari, Chauhan, & Chandra. (2021). Estudio de la diversidad entre genotipos de pasto guinea (*Megathyrus maximus* Jacq.) (Poales: Poaceae) y desarrollo de un conjunto básico de germoplasma. Cambridge Core. Obtenido de https://www.cambridge.org/core/journals/plant-genetic-resources/article/abs/diversity-study-among-guinea-grass-megathyrus-maximus-jacq-poales-poaceae-genotypes-and-development-of-a-core-germplasm-set/ADAAEDD4632C2CF602F142024D1296A7?utm_source=
- Benabderrahim, M. A., & Elfalleh, W. (2021). Forage potential of non-native guinea grass in north african agroecosystems: Genetic, agronomic, and adaptive traits. In *Agronomy* (Vol. 11, Issue 6). <https://doi.org/10.3390/agronomy11061071>
- Calero Hurtado, A., Pérez Díaz, Y., Peña Calzada, K., Olivera Viciado, D., Jiménez Hernández, J., & Carabeo Pérez, A. (2023). Coinoculación de biofertilizantes microbianos en pepino y habichuela y su efecto en el crecimiento y rendimiento. *Temas Agrarios*, 28(2). <https://doi.org/10.21897/bz3pzk58>
- Costa, N. de L., Jank, L., Magalhães, J. A., Rodrigues, A. N. A., Bendahan, A. B., Gianluppi, V., Rodrigues, B. H. N., & Santos, F. J. de S. (2021). Forage productivity and chemical composition of *Megathyrus maximus* cv. Tamani under defoliations regimes. *PUBVET*, 15(10).

- Dos Santos, M., Santiago, B., Bezerra, I., & Cajueiro, E. (2021). Biotecnología microbiana: inoculación, mecanismos de acción y beneficios para las plantas. Investigación, Sociedad y Desarrollo. Obtenido de <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/20585>
- Du Jardin, P. (2017). Bioestimulantes Agrícolas. Definición, Principales Categorías y Regulación a Nivel Mundial. Artículo Técnicos de Intagri. Obtenido de https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/bioestimulantes-agricolas-definicion-y-principales-categorias?utm_source
- Eleuterio, S., Joaquín, B., Joaquín, S., & Gómez, A. (2020). Guinea grass (*Megathyrsus maximus* cv. Mombaza) seed production; plant spacing and its effect on yield and quality. *Agroproductividad*, 13(4), 41-46. Obtenido de <https://doi.org/10.32854/agrop.vi.1584>
- Ewa, W., & Marzenna, O. (2023). Bioestimulantes en la producción de pastos forrajeros y céspedes. MDPI. Obtenido de <https://www.mdpi.com/2077-0472/13/9/1796>
- Girija, C., K.k, D., Dwivedi, L., Radhakrishna, A., Tejveer, S., RamA, . . . Anurag. (2025). Morphological Characterization of Guinea Grass (*Megathyrsus maximus*) Across a Ploidy Series in Semi-arid Conditions of Central India. *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology*, 26(5-6), 1-11. Obtenido de <https://www.ikprress.org/index.php/PCBMB/article/view/9253/9538>
- Google Earth. (2025). El globo terráqueo más completo. Obtenido de <https://earth.google.com/web/>
- Halli, H. M., Govindasamy, P., Chaudhary, M., Srinivasan, R., Prasad, M., Wasnik, V. K., Yadav, V. K., Singh, A. K., Kumar, S., Vijay, D., & Pathak, H. (2022). Range grasses to improve soil properties, carbon sustainability, and fodder security in degraded lands of semi-arid regions. *Science of the Total Environment*, 851. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158211>

- HIVE BLOG. (2020). Conociendo las pasturas tropicales / Capítulo II. *Megathyrsus maximus*. Obtenido de <https://hive.blog/hive-196387/@amestyj/conociendo-las-pasturas-tropicales-capitulo-ii-megathyrsus-maximus>
- Kdgonzalez. (18 de septiembre de 2022). Pasto AGROSAVIA Sabanera (*Megathyrsus maximus*). Obtenido de <https://infopastosyforrajes.com/pasto-de-pastoreo/pasto-agrosavia-sabanera-megathyrsus-maximus/>
- Mackiewicz-Walec, E., & Olszewska, M. (2023). Biostimulants in the Production of Forage Grasses and Turfgrasses. In *Agriculture (Switzerland)* (Vol. 13, Issue 9). <https://doi.org/10.3390/agriculture13091796>
- Mendoza, H. (2022). Características morfológicas en el pasto *Megathyrsus maximus* cv. Mombaza, en el cantón Chone provincia de Manabí. Polo del Conocimiento. Obtenido de https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/4036/html?utm_source=chatgpt.com
- Pereira, M., Giolo de Almeida, R., Motta, M., Corvalá, V., Lemes, É., Castro, J., Graca, M. (2021). Anatómica and nutricional características of *Megathyrsus maximus* genotipos under a silvopastoral system. *Tropical Grass lands-Forrajes Tropicales*, 9, 159-170. Obtenido de <https://www.tropicalgrasslands.info/index.php/tgft/article/view/695/439>
- Pereira, M., Giolo de Almeida, R., Motta, M., Corvala, V., Lemes, É., Castro, M., Graca, M. (2021). Anatómica and nutricional características of *Megathyrsus maximus* genotipos under a silvopastoral system. *Tropical Grass lands-Forrajes Tropicales*, 9(2), 159-170. Obtenido de <https://www.tropicalgrasslands.info/index.php/tgft/article/view/695/439>
- Rhodes, A. C., Plowes, R. M., Martins, D. J., Ng'Iru, I., & Gilbert, L. E. (2022). The invasiveness of Guinea grass (*Megathyrsus maximus*) is characterized by habitat and differing herbivore assemblages in its native

and invaded range. NeoBiota, 78.
<https://doi.org/10.3897/NEOBIOTA.78.87069>

Rojas, H., Mejía, J., Lamus, V., Cabezas, L., & Leal, K. (2025). Evaluación de la producción de cilantro (*Coriandro sativa* L.) y tilapia roja (*Oreocbromis* sp.) como una alternativa a los procesos de producción agropecuaria en un sistema acuapónico. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*. Obtenido de <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/7676/7599>

Roy, A., Malaviya, D., Kaushal, P., Mahanta, S., Tewari, R., Chauhan, R., & Chandra, A. (2020). Estudio de la diversidad de genotipos de pasto Guinea (*Megathyrsus maximus* Jacq.). *Recursos Fitogenéticos*, 18(6), 470–482. Obtenido de https://www.cambridge.org/core/journals/plant-genetic-resources/article/abs/diversity-study-among-guinea-grass-megathyrsus-maximus-jacq-poales-poaceae-genotypes-and-development-of-a-core-germplasm-set/ADAAEDD4632C2CF602F142024D1296A7?utm_source

Schnabel, O., Rivera, R., & Farías, M. (2023). Influencia de la condición topográfica de la ladera en el comportamiento productivo de *Megathyrsus maximus* (Jacqs.) B.K. Simón & S.W.L. Jacobs. *Pastos y Forrajes*. Obtenido de https://www.redalyc.org/journal/2691/269176991004/html/?utm_source

Valero Valero, N. O., Chima Martínez, K. A., & Gómez Gómez, J. A. (2023). Efecto bioestimulante de una chalcona sintética sobre frijol guajiro (*Vigna unguiculata* L. Walp). *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 21(2). <https://doi.org/10.18684/rbsaa.v21.n2.2023.2153>

Vera, J., Coveña, F., Villamar, J., Rivera, C., & Velasquez, E. (2024). Rendimiento de la biomasa verde y materia seca del pasto Saboya (*Megathyrsus maximus*): utilizando diferentes niveles de biol orgánico. *Ciencia Latina*. Obtenido de <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/10782/15882>

Wolele, M. A., Zeleke, F. M., Chekol, Y. M., Limenih, B. A., & Zegeye, Z. B. (2025). Guinea grass (*Megathyrsus maximus*) agronomic performances in mixed cultivation using irrigation condition, North-Western Ethiopia. *PLoS ONE*, 20(2 February). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0316565>

Zielewicz, W., Swędrzyński, A., Dobrzyński, J., Swędrzyńska, D., Kulkova, I., Wierzchowski, P. S., & Wróbel, B. (2021). Effect of forage plant mixture and biostimulants application on the yield, changes of botanical composition, and microbiological soil activity. *Agronomy*, 11(9). <https://doi.org/10.3390/agronomy11091786>

ANEXOS

Anexo 1.- Localización geográfica de las parcelas productivas de *Megathyrsus maximus* (Mombaza).



Anexo 2.- Diferentes muestras de pasto *Megathyrsus maximus* (Mombaza).



Anexo 3.- Longitud de raíces del pasto *Megathyrsus maximus* (Mombaza).



Anexo 4.- Peso de raíces del pasto *Megathyrsus maximus* (Mombaza).



Anexo 5.- Volumen de raíces cepa (cm³) de pasto *Megathyrsus maximus* (Mombaza).

