



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ

Trabajo de Titulación – Modalidad Proyecto de Investigación

Título:

Influencia de bioestimulantes microbianos en la productividad del pasto Mombaza (*Megathyrus maximus*) en el cantón Chone

Autores:

Nelbi Rony Mendoza Zambrano

Josselyn Alexandra Zambrano Chávez

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, hace constar que el trabajo de investigación titulado:

CERTIFICO:

El presente trabajo de investigación determinado: **Influencia de bioestimulantes microbianos en la productividad del pasto Mombaza (*Megathyrsus maximus*) en el cantón Chone**, elaborado por los egresados Nelbi Rony Mendoza Zambrano y Josselyn Alexandra Zambrano Chávez, ha sido sometido a un riguroso proceso de revisión y acompañamiento académico, en el cual se ha verificado su coherencia metodológica, pertinencia científica y cumplimiento de los lineamientos institucionales.

En virtud de lo anterior, se considera que el presente estudio se encuentra en condiciones óptimas para su exposición pública y defensa formal. Cabe señalar que el contenido del trabajo son responsabilidad exclusiva de sus autores.

Chone, febrero del 2026



Ing. Rubén Darío Rivera Fernández, M. Sc

Tutor

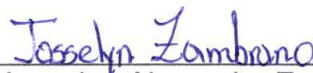
DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Quienes les saluda Nelbi Rony Mendoza Zambrano con CI: 131586057-5 y Josselyn Alexandra Zambrano Chávez con CI: 131579436-0 egresados de la carrera de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, Extensión Chone, manifestamos que las ideas, criterios, análisis y demás contenidos plasmados en los distintos instrumentos que conforman la propuesta del Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación (Fase II), titulada: **"Influencia de bioestimulantes microbianos en la productividad del pasto Mombaza (*Megathyrus maximus*) en el cantón Chone"**, son resultado de nuestra autoría, así como del proceso investigativo desarrollado conforme a los principios de ética académica y respeto a los derechos de propiedad intelectual.

Chone, febrero del 2026



Nelbi Rony Mendoza Zambrano
CI: 131586057-5
AUTOR



Josselyn Alexandra Zambrano Chávez
CI: 131579436-0
AUTORA



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ

EXTENSIÓN CHONE

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

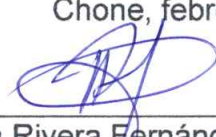
Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el informe de investigación, sobre el tema: **“Influencia de bioestimulantes microbianos en la productividad del pasto Mombaza (*Megathyrsus maximus*)”** elaborado por los egresados **Nelbi Rony Mendoza Zambrano y Josselyn Alexandra Zambrano Chávez** de la carrera de Agropecuaria, y como tutor del trabajo la Ing. Ing. Rubén Rivera Fernández, M. Sc

Chone, febrero del 2026



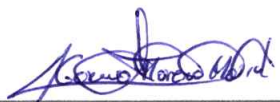
Lic. Rocio Bermúdez, M. Sc

DECANA



Ing. Rubén Rivera Fernández, M.Sc.

TUTOR



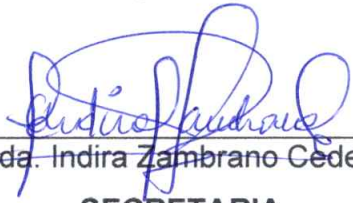
Ing. Manuel García

MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Ing. Macario Jesús Figueroa V.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Leda. Indira Zambrano Cedeño

SECRETARIA

DEDICATORIA

A Dios, por iluminar mi camino, brindarme fortaleza en los momentos de dificultad y concederme la sabiduría necesaria para culminar este proyecto. Sin Su guía y bendición, este logro no habría sido posible.

A mis padres, la señora Mildred María Zambrano Ramos y el señor Nelbi Roby Mendoza Zambrano, quienes, con su amor incondicional, paciencia y apoyo constante, me han acompañado en cada etapa de mi formación. Gracias por creer en mí, por los sacrificios realizados y por inculcarme el valor del esfuerzo, la responsabilidad y la perseverancia. Este triunfo es también de ustedes.

Nelbi Rony Mendoza Zambrano

DEDICATORIA

A Dios, por concederme la fortaleza necesaria para perseverar cada día, por guiar mis pasos por el camino del bien y por acompañarme en cada etapa de este proceso.

A mis padres, Blanca Azucena Chávez Muñoz y Hugo Fernando Zambrano Marcillo, por ser los pilares fundamentales de mi vida, por su apoyo incondicional y la motivación constante que me brindan día tras día. Gracias por su esfuerzo, dedicación y sacrificio, que han hecho posible que hoy me encuentre donde estoy. Este logro no es únicamente mío, sino también de ustedes.

Josselyn A. Zambrano Chávez

AGRADECIMIENTO

A Dios, por brindarnos la fortaleza, sabiduría y perseverancia necesarias para culminar esta etapa de nuestra formación profesional, guiando cada uno de nuestros pasos y permitiéndonos superar los desafíos presentados a lo largo de este proceso.

A nuestros padres, por su amor incondicional, apoyo constante y sacrificio permanente. Gracias por creer en nosotros, motivarnos en los momentos difíciles y enseñarnos con su ejemplo el valor del esfuerzo, la responsabilidad y la perseverancia. Este logro es también fruto de su dedicación.

A nuestros docentes, quienes con sus conocimientos, orientación y compromiso académico contribuyeron de manera significativa a nuestra formación profesional y al desarrollo de esta investigación.

De manera especial, agradecemos a nuestro tutor de tesis, por su guía, paciencia y valiosos aportes, que fueron fundamentales para la correcta ejecución y culminación de este trabajo.

Finalmente, agradecemos a todas las personas e instituciones que, de forma directa o indirecta, colaboraron y brindaron su apoyo para la realización de esta tesis.

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de un bioestimulante microbiano sobre el crecimiento y rendimiento del pasto *Megathyrsus maximus* bajo condiciones de riego y estrés hídrico, en el cantón Chone, provincia de Manabí. El estudio se desarrolló mediante un diseño experimental en parcelas establecidas, considerando tratamientos con y sin aplicación de bioestimulante, bajo dos condiciones hídricas. Las variables evaluadas fueron altura de planta, número de macollos por planta y rendimiento de biomasa, expresado en kg m^{-2} . Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis estadístico para determinar diferencias entre tratamientos. Los resultados mostraron que la aplicación del bioestimulante incrementó significativamente la altura de planta y el número de macollos en comparación con el tratamiento control, principalmente bajo condiciones de estrés hídrico. En ausencia de riego, el rendimiento de biomasa presentó incrementos que oscilaron entre 40 % y 59 % respecto al tratamiento sin bioestimulante, mientras que bajo condiciones de riego adecuado no se observaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. Estos resultados indicaron que el efecto del bioestimulante fue más evidente cuando el cultivo se encontró sometido a limitaciones hídricas. Se concluyó que el uso de bioestimulantes microbianos constituye una alternativa viable y sostenible para mejorar la productividad del pasto Mombaza en sistemas ganaderos tropicales, especialmente en zonas con déficit de agua, contribuyendo a una mayor eficiencia en el manejo de pasturas.

Palabras clave: Bioestimulantes microbianos; *Megathyrsus maximus*; estrés hídrico; rendimiento de biomasa; pasturas tropicales.

ABSTRACT

This research aimed to evaluate the effect of a microbial biostimulant on the growth and yield of *Megathyrsus maximus* grass under irrigation and water stress conditions in the Chone canton, Manabí province. The study was conducted using an experimental design in established plots, considering treatments with and without biostimulant application under two water conditions. The variables evaluated were plant height, number of tillers per plant, and biomass yield, expressed in kg m^{-2} . The data obtained were subjected to statistical analysis to determine differences between treatments. The results showed that the application of the biostimulant significantly increased plant height and the number of tillers compared to the control treatment, mainly under water stress conditions. In the absence of irrigation, biomass yield showed increases ranging from 40% to 59% compared to the treatment without biostimulant, while under adequate irrigation conditions, no statistically significant differences were observed between treatments. These results indicated that the effect of the biostimulant was more pronounced when the crop was subjected to water limitations. It was concluded that the use of microbial biostimulants constitutes a viable and sustainable alternative for improving the productivity of Mombasa grass in tropical livestock systems, especially in water-scarce areas, contributing to greater efficiency in pasture management.

Keywords: Microbial biostimulants; *Megathyrsus maximus*; water stress; biomass yield; tropical pastures.

ÍNDICE

PORTADA.....	I
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	II
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	III
APROBACIÓN DE TRIBUNAL.....	IV
DEDICATORIA.....	V
DEDICATORIA.....	VI
AGRADECIMIENTO	VII
RESUMEN	VIII
ABSTRACT	IX
ÍNDICE DE IMÁGENES	XII
ÍNDICE DE TABLAS	XIII
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	4
1.1 BIOESTIMULANTES MICROBIANOS.....	4
1.1.1 Antecedentes.....	4
1.1.2 Marco regulatorio (UE y Precisiones).	5
1.1.3 Categorías de bioestimulantes microbianos.	5
1.1.4 Mecanismos de acción de las bacterias PGPB.	6
1.1.5 Mecanismos y roles de hongos benéficos.	6
1.1.6 Evidencia de campo en gramíneas forrajeras.	8
1.1.7 <i>Trichoderma</i> spp. como bioestimulantes.	8
1.1.8 Formulaciones, calidad y compatibilidad.	8
1.1.9 Factores edáficos y ambientales que condicionan la respuesta... 9	
1.1.10 Evidencia en gramíneas forrajeras tropicales.....	9
1.2 PRODUCTIVIDAD DEL PASTO MOMBAZA (<i>Megathyrus maximus</i>).9	
1.2.1 ¿Qué son los pastos?.....	9
1.2.2 Origen de los pastos.....	10
1.2.3 Importancia de los pastos.....	10
1.2.4 Identidad botánica y ecofisiología.....	10
1.2.5 Pasto Mombaza (<i>M. maximus</i>).	11
1.2.6 Origen del <i>M. maximus</i>	11
1.2.7 Morfología del <i>M. maximus</i>	12

1.2.8	Forma de reproducción del <i>M. maximus</i>	12
1.2.9	Distanciamiento de siembra del <i>M. maximus</i>	12
1.2.10	Altitud.....	13
1.2.11	Periodo de corte.	13
1.2.12	Rendimiento del pasto.	13
CAPÍTULO II		14
ESTUDIO DE CAMPO		14
2.1	METODOLOGÍA.	14
2.1.1	Ubicación.....	14
2.1.1	Descripción del área en estudio.....	14
2.1.2	Manejo de la investigación y análisis estadístico	15
CAPÍTULO III		18
3.1	Resultados y/o productos alcanzados.	18
CAPÍTULO IV.....		21
CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES		21
BIBLIOGRAFÍA		23

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Bioestimulantes Microbianos	4
Imagen 2. Beneficios de los Hongos	7
Imagen 3. Pasto Guinea Mombasa (<i>Panicum máximum</i> Jacq).....	11
Imagen 4. Lugar de la Investigación.....	14

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. respuesta de la altura de planta del pasto <i>Megathyrsus maximus</i> a la aplicación de bioestimulante en condiciones de estrés hídrico y con riego adecuado.	18
Tabla 2. Emisión de macollos del pasto <i>Megathyrsus maximus</i> a la aplicación de bioestimulante en condiciones de estrés hídrico y con riego adecuado.....	19
Tabla 3. Rendimiento del pasto <i>Megathyrsus maximus</i> a la aplicación de bioestimulante en condiciones de estrés hídrico y con riego adecuado.....	19

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, el concepto de bioestimulantes microbianos adquiere una importancia creciente como una alternativa sostenible para optimizar la productividad de los sistemas agrícolas. Estos bioestimulantes, definidos como organismos o sus metabolitos que, al aplicarse en las plantas o en el suelo, promueven el crecimiento vegetal y la tolerancia al estrés, demuestran efectos positivos en diversos cultivos mediante mecanismos como la solubilización de nutrientes, la producción de fitohormonas y la inducción de defensas sistémicas (du Jardin, 2015).

Según Colla & Rouphael (2020), los bioestimulantes se clasifican en tres grandes grupos: derivados de algas, compuestos orgánicos y microorganismos benéficos. Este último grupo, también conocido como biofertilizantes o inoculantes, se considera un aliado estratégico para potenciar la eficiencia biológica y la sostenibilidad de los sistemas forrajeros. La fertilidad del suelo constituye un elemento esencial para garantizar el crecimiento y desarrollo de las plantas, al proveer los nutrientes indispensables que sustentan sus procesos metabólicos (Yaashikaa et al., 2020).

Sin embargo, la agricultura tropical enfrenta importantes desafíos derivados de la degradación de los suelos, el uso intensivo de fertilizantes químicos y la disminución de la productividad en pasturas tradicionales (Guimarães et al., 2023). En el cantón Chone, caracterizado por suelos de baja fertilidad natural y un clima cálido húmedo, la productividad del pasto Mombaza (*Megathyrsus maximus*) depende en gran medida de la fertilización nitrogenada, lo cual incrementa los costos de producción y los riesgos ambientales asociados.

El problema de investigación se centra en la alta dependencia de fertilizantes minerales y en los sistemas de producción extensiva que no incorporan tecnologías microbiológicas adaptadas a las condiciones locales. Este enfoque limita el rendimiento sostenible del pasto Mombaza y contribuye a la degradación del suelo, afectando su microbiota, reduciendo su resiliencia y acentuando los procesos de deterioro ecológico (Yunus et al., 2022). Aunque esta gramínea se

caracteriza por su adaptabilidad a suelos de baja fertilidad, su tolerancia al pastoreo y su rápida recuperación, requiere una adecuada disponibilidad de nitrógeno y fósforo para expresar su máximo potencial productivo (Mendoza, 2022), lo que condiciona su sostenibilidad en zonas vulnerables como Chone.

Asimismo, las variaciones climáticas impactan significativamente la productividad agrícola en la región. Factores como las altas temperaturas, la radiación ultravioleta, la intensidad de las lluvias y los desequilibrios fisiológicos provocan pérdidas en el crecimiento y desarrollo de los cultivos, afectando directamente su eficiencia productiva (Chacón et al., 2021).

En este contexto, los bioestimulantes microbianos, en particular las bacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPB), constituyen una alternativa viable para incrementar la productividad de las gramíneas tropicales reduciendo el uso de fertilizantes químicos (Freitas et al., 2023). Estudios realizados por Da Costa Leite et al. (2019) evidencian que la inoculación con *Azospirillum brasilense* aumenta hasta un 36 % la biomasa de *M. maximus* sin requerir fertilización adicional. De manera similar, la aplicación de cepas de *Azospirillum*, *Pseudomonas fluorescens* y *Bacillus subtilis* mejora el desarrollo radicular, el peso seco y la acumulación de nutrientes en diferentes cultivares de esta especie, destacándose la variedad Mombaza por su alta respuesta fisiológica.

Este estudio aporta datos empíricos y verificados que sirven como referencia para futuros trabajos en Ecuador o en zonas con condiciones similares, promoviendo la innovación técnica, la implementación de prácticas agrícolas más amigables con el medio ambiente y el fortalecimiento de políticas agrícolas que incentivan tecnologías agroecológicas sostenibles.

En consecuencia, se considera pertinente evaluar la influencia de bioestimulantes microbianos en la productividad de *M. maximus* bajo las condiciones agroclimáticas del cantón Chone, dada la escasez de estudios locales y la necesidad de sistemas forrajeros más sostenibles y eficientes. La investigación plantea la aplicación de bioestimulantes como una estrategia que promueve prácticas de manejo sostenible en la producción ganadera,

contribuyendo a la reducción del uso de insumos químicos, a la mejora de la fertilidad del suelo y al fortalecimiento de sistemas forrajeros más resilientes y ambientalmente responsables. Asimismo, fomenta un enfoque productivo orientado a la eficiencia biológica y a la sostenibilidad a largo plazo, en concordancia con los principios de la agricultura sostenible.

El presente estudio tiene como objetivos específicos:

- Elaborar un bioestimulante orgánico a base de estiércol bovino mediante fermentación controlada, garantizando su estabilidad, composición nutricional y viabilidad microbiológica.
- Determinar el efecto de los bioestimulantes sobre variables agronómicas clave como altura de planta, emisión de macollos y rendimiento de *M. maximus*.

Finalmente, se plantea la hipótesis de que la aplicación de bioestimulantes incrementa significativamente la productividad de *M. maximus* bajo las condiciones agroclimáticas del cantón Chone. El estudio se desarrolla mediante un diseño experimental completamente al azar, con tratamientos con y sin bioestimulantes, bajo condiciones de campo, realizando mediciones periódicas de variables agronómicas y análisis comparativos del suelo antes y después de la siembra.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 BIOESTIMULANTES MICROBIANOS.

1.1.1 Antecedentes.

Los bioestimulantes en la agricultura se definen como un conjunto de sustancias o microorganismos benéficos capaces de provocar respuestas fisiológicas en las plantas, especialmente cuando enfrentan condiciones adversas. Su acción contribuye a mejorar el rendimiento vegetal, fortaleciendo la tolerancia al estrés, regulando de manera favorable los procesos metabólicos primarios y secundarios, modificando la estructura del sistema radicular, optimizando la absorción de nutrientes y promoviendo el crecimiento y desarrollo de los cultivos (Valero *et al.*, 2023).

Bioestimulantes en el suelo.



Imagen 1. Bioestimulantes Microbianos

Nota. Imagen tomada de Fagro (2023).

El concepto de bioestimulante ha madurado desde una perspectiva funcional más que composicional. Una definición ampliamente aceptada en la literatura científica propone que un bioestimulante vegetal es cualquier sustancia o microorganismo aplicado a plantas con el objetivo de mejorar la eficiencia en el

uso de nutrientes, la tolerancia a estrés abiótico y de la calidad del cultivo, independientemente de su contenido en nutrientes. Esta definición, clave para diferenciar bioestimulantes de fertilizantes o fitosanitarios, se consolidó en la literatura de *Frontiers in Plant Science* y ha sido adoptada en múltiples revisiones y editoriales científicas (du Jardin, 2015).

El marco conceptual se ha refinado para distinguir bioestimulantes de biocontroladores y biofertilizantes: aunque hay solapamientos funcionales, el foco de los bioestimulantes es modular la fisiología de la planta (vía señales y metabolismos) y optimizar la eficiencia en el uso de recursos; no necesariamente controlar plagas ni suministrar nutrientes de forma directa. Este matiz ha sido debatido recientemente por Sible *et al.*, (2025), subrayando que el rótulo “biostimulant” se refiere al modo de acción más que al origen o composición del producto.

1.1.2 Marco regulatorio (UE y Precisiones).

El Reglamento (UE) 2019/1009 incorporó formalmente a los bioestimulantes como categoría funcional de producto fertilizante (CFP 6A en el caso de los microbianos), con requisitos de eficacia, inocuidad y etiquetado; además, delimita su frontera con los productos fitosanitarios y con los fertilizantes convencionales. Esta normativa armoniza criterios en la UE y es hoy una referencia técnica y legal para la industria, incluyendo exigencias de evaluación de la conformidad por organismo notificado cuando se trate de insumos microbianos (Unión Europea, 2019)

1.1.3 Categorías de bioestimulantes microbianos.

Entre los microorganismos más estudiados destacan: bacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPB) como *Azospirillum*, *Bacillus* y *Pseudomonas*; y hongos beneficiosos como micorrizas arbusculares y *Trichoderma*. En sistemas forrajeros, *Azospirillum brasilense* y especies de *Trichoderma* son de los taxones con mayor evidencia de efectos bioestimulantes sobre gramíneas C4 tropicales (Rouphael & Colla, 2020).

De igual manera, las PGPR tienen mecanismos sobresalientes abarcan: fijación biológica de N (particularmente en *Azospirillum* asociada a gramíneas), solubilización y movilización de P (ácidos orgánicos, fosfatasa), síntesis/regulación de fitohormonas (auxinas, citoquininas, giberelinas), actividad ACC-desaminasa que atenúa etileno bajo estrés, y producción de sideróforos y compuestos volátiles que modifican el crecimiento radicular y la nutrición. Revisiones recientes destacan también su rol en resiliencia a estrés hídrico y salino (Khoso *et al.*, 2024).

Los *Azospirillum*: es un modelo clásico de PGPR en gramíneas forrajeras; incrementa biomasa y eficiencia de N, frecuentemente complementando (no sustituyendo totalmente) la fertilización nitrogenada. En *M. maximus* hay evidencias de mejoras en longitud foliar, macollaje y materia seca al inocular *A. brasilense* y combinar con dosis ajustadas de N (Goncalves *et al.*, 2020).

Para los *Bacillus*: especies como *B. velezensis* y otros *Bacillus* esporulan, lo que favorece formulaciones estables y efectos consistentes en campo; promueven crecimiento y tolerancia a sequía mediante regulación antioxidante y señales hormonales (Jang *et al.*, 2023).

1.1.4 Mecanismos de acción de las bacterias PGPB.

Las PGPB influyen por múltiples vías: fijación biológica de N (FBN) asociativa, solubilización de fósforo, producción de fitohormonas (auxinas, citoquininas), síntesis de sideróforos que mejoran la adquisición de Fe, y enzimas como ACC-desaminasa que mitigan el etileno del estrés. *Azospirillum*, en particular, altera la arquitectura radicular, aumenta el volumen de suelo explorado y modula la partición de materia seca, con impactos en el crecimiento de gramíneas. Revisiones clásicas y recientes documentan estos mecanismos y su relevancia agronómica (Bashan & Dubrovsky, 1996).

1.1.5 Mecanismos y roles de hongos benéficos.

Los hongos solubilizadores de fósforo (HSF). Estos hongos, intervienen en los procesos de la transformación del fósforo; gracias a la actividad de estos, las

plantas pueden aprovechar grandes reservas de fósforo insoluble que se encuentran fijadas a los minerales del suelo (Arias & Heredia, 2025).

Los *Trichoderma* spp. cumplen doble rol: biocontrol (competencia, micoparasitismo, metabolitos) y bioestimulación (señalización, fitohormonas, mayor absorción de nutrientes), además de mejorar la tolerancia a estrés abiótico (por ejemplo, la sequía) mediante ajuste osmótico y cambios en la rizósfera. Revisiones recientes subrayan estos efectos y su aplicabilidad en cultivos extensivos (Guzmán, Etesami, & Santoyo, 2025).

Vida microbiana presente en el suelo.



Imagen 2. Beneficios de los Hongos

Nota. Imagen tomada de Arias & Heredia (2025).

Los HMA forman simbiosis con raíces y extienden la red de hifas para mejorar la adquisición de P (y otros nutrientes) y el estado hídrico, además de modular rutas hormonales e inmunidad. Meta-análisis y revisiones recientes confirman aumentos generales en N y P de tejidos y crecimiento, con variabilidad según especie del hongo, planta hospedera y condiciones edáficas. En gramíneas tropicales, los AMF son cruciales bajo suelos ácidos y con P limitado (Wu *et al.*, 2024).

En *M. maximus* existen resultados contrastantes dependiendo del contexto se han documentado beneficios en absorción de P y desempeño en monocultivos;

sin embargo, también hay situaciones donde la colonización o respuesta pueden ser limitadas por condiciones como aluminio alto o bajo P, o por el genotipo y comunidad nativa (Faghihinia & Jansa, 2022).

1.1.6 Evidencia de campo en gramíneas forrajeras.

La inoculación con PGPB ha mostrado mejoras en biomasa aérea y radicular, nutrición y eficiencia de uso de nitrógeno (N) en gramíneas tropicales, incluso con reducciones parciales de la fertilización nitrogenada. En Brasil, donde los pastos C4 dominan, las cepas Ab-V5 y Ab-V6 de *A. brasilense* tienen una década de validación en gramíneas, reportándose incrementos en crecimiento, absorción de agua/nutrientes y tolerancia a estrés (Santos *et al.*, 2021)

1.1.7 *Trichoderma* spp. como bioestimulantes.

Trichoderma tradicionalmente se asocia a biocontrol, pero múltiples estudios reportan efectos bioestimulantes: mejora de crecimiento radicular, nutrición, y tolerancia a estrés (sequía, salinidad), además de aumentar biomasa en céspedes y pasturas. Avances recientes profundizan sus mecanismos moleculares (señalización hormonal, metabolitos secundarios, priming) (Asghar *et al.*, 2024).

1.1.8 Formulaciones, calidad y compatibilidad.

El desempeño de un bioestimulante microbiano depende de la viabilidad del inóculo, el modo de aplicación (tratamiento de semillas, enraizamiento, fertirriego, aspersión al suelo), la compatibilidad con fertilización y agroquímicos, y la adecuación al ambiente edafoclimático. La regulación europea refuerza la necesidad de evidencias de eficacia y perfiles de seguridad, pautando criterios para el etiquetado de concentración y requisitos microbiológicos (UE, 2019).

Los bioestimulantes microbianos se formulan como inoculantes líquidos o sólidos, con cepas individuales o consorcios (PGPR + AMF; *Bacillus* + *Trichoderma*). Las vías comunes incluyen tratamiento de semilla, inmersión de plántulas, aplicación al surco y drench aspersión al suelo en establecimiento y rebrote. La compatibilidad con fertilización química es clave: las respuestas

suelen ser sinérgicas cuando se optimiza (no necesariamente se maximiza) la dosis de N y se corrige P según análisis de suelo. Revisión general del campo y guías técnicas coinciden en estas prácticas (Calvo *et al.*, 2014).

1.1.9 Factores edáficos y ambientales que condicionan la respuesta.

La temperatura del suelo, humedad, pH, aluminio intercambiable y la microbiota nativo determinan la colonización y el desempeño de los inoculantes. En suelos tropicales ácidos, la limitación de P y el Al pueden afectar fuertemente el establecimiento de HMA; por ello, correcciones de calidad de sitio (encalado selectivo, manejo de P, materia orgánica) y timing de la inoculación son críticos para capturar beneficios agronómicos (Koslowsky & Boener, 1989)

1.1.10 Evidencia en gramíneas forrajeras tropicales

Las gramíneas tropicales (*Urochloa*, *Megathyrsus*, *Cynodon*, *Paspalum*) muestran respuestas positivas a PGPR y AMF: mayor biomasa aérea, densidad de macollos, mayor concentración de N y P en forraje y mejoras en uso eficiente del agua y resiliencia a estrés. Una revisión específica para pasturas recapitula beneficios con *Azospirillum*, *Bacillus*, *Pseudomonas* y HMA en los principales géneros forrajeros tropicales, incluyendo *M. maximus* (Guimarães *et al.*, 2022)

1.2 PRODUCTIVIDAD DEL PASTO MOMBASA (*Megathyrsus maximus*).

1.2.1 ¿Qué son los pastos?.

En esencia, los pastos están conformados por plantas gramíneas y leguminosas que crecen en los potreros de cualquier unidad pecuaria y constituyen la base de la alimentación animal, especialmente del ganado. Asimismo, las pasturas representan la biomasa forrajera donde los animales se alimentan, pudiendo originarse de manera natural o ser implantadas; es decir, áreas con diversas especies de pastos de porte bajo. Por otro lado, el forraje corresponde a las gramíneas o leguminosas que son cosechadas para suministrarlas como alimento al ganado (INTA, 2016).

1.2.2 Origen de los pastos.

Los pastos surgieron durante el período Terciario, hace más de 70 millones de años, y con el tiempo fueron evolucionando y adaptándose hasta convertirse en especies aptas para el pastoreo animal. Dentro del reino vegetal existen dos órdenes botánicos de gran relevancia por su valor forrajero y por la amplia diversidad de especies que aportan a la flora mundial; dichos órdenes corresponden a las leguminosas y a las gramíneas (Torres, 2014).

1.2.3 Importancia de los pastos.

La relevancia de la familia de los pastos o gramíneas en la historia de la humanidad es notable, especialmente por tratarse de un grupo de angiospermas altamente diverso. En la actualidad se reconoce su impacto positivo en la sociedad, principalmente por su papel fundamental como fuente de alimento para los animales utilizados en la producción pecuaria (Sánchez, 2020).

Del mismo modo, los pastos se consideran la familia más relevante dentro de las monocotiledóneas, un grupo de angiospermas que se caracteriza por presentar un único cotiledón en su embrión. Su tamaño es muy variable, pudiendo ir desde apenas 2–3 cm de altura hasta cerca de 3 metros, como ocurre en algunas especies de bambú. Además, pueden clasificarse en anuales o perennes, y la mayoría son plantas herbáceas, salvo un pequeño grupo que representa aproximadamente el 5%. Entre sus órganos vegetativos se encuentran la raíz, el tallo y las hojas (Barén & Centeno, 2017).

1.2.4 Identidad botánica y ecofisiología.

El *M. maximus* (sin. *Panicum máximum*), especie C4 perenne de alto potencial productivo en climas tropicales y subtropicales. Presenta rápido macollaje, buena respuesta a N, y rendimientos elevados de materia seca (MS) bajo manejo de cortes y pastoreo adecuados. Su sistema radical profundo contribuye a tolerancia relativa a sequía moderada y a la exploración de nutrientes, aunque su exigencia de N es considerable para sostener altas tasas de crecimiento (Alharbi *et al.*, 2025).

1.2.5 Pasto Mombaza (*M. maximus*).

Este pasto corresponde a un cultivar de *M. maximus*., caracterizado por su elevada producción de biomasa y su reciente incorporación como alternativa para incrementar la productividad de las praderas tropicales. No obstante, el empleo de prácticas de manejo convencionales y la ausencia de recomendaciones específicas para esta especie han limitado los resultados esperados; como consecuencia, numerosas praderas establecidas con este material ya presentan indicios de degradación (Ramírez *et al.*, 2010).

Gramínea para el ganado.



Imagen 3. *M. maximus*

Nota. Imagen tomada de Martínez (2021).

1.2.6 Origen del *M. maximus*.

El pasto Mombaza es una gramínea perteneciente al cultivar de *Panicum máximum* Jacq., cuya base genética proviene del continente africano. Esta especie fue introducida en América en el año 1967 como parte de esfuerzos por diversificar y mejorar las opciones forrajeras disponibles. Con el tiempo, su adaptación y potencial productivo motivaron su evaluación en distintos sistemas ganaderos tropicales. Finalmente, en 1993, el material fue oficialmente liberado por el Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (CNPQ) en Brasil. Desde

entonces, se ha consolidado como una alternativa relevante para el establecimiento de praderas de alto rendimiento (Ramírez *et al.*, 2009).

1.2.7 Morfología del *M. maximus*.

De manera similar, *M. maximus*, también denominado “India”, se caracteriza por ser una gramínea perenne. Esta especie desarrolla un sistema radical profundo, que se ensancha a nivel de la corona y forma un rizoma corto. Además, posee hojas largas y de amplio grosor, distribuidas uniformemente a lo largo de los tallos, lo que le confiere una elevada proporción hoja-tallo y una destacada capacidad de rebrote. Finalmente, la altura de la planta varía según la variedad, pudiendo oscilar entre 0,8 m y más de 2 m (González, 2017).

1.2.8 Forma de reproducción del *M. maximus*.

Existen diferentes métodos de establecimiento, en los cuales se recomienda una densidad de siembra de 5 a 6 kg/ha. La semilla sexual, que presenta un valor cultural del 70% (resultado de la pureza y la germinación), debe colocarse a una profundidad de 1 a 2 cm. Aunque la propagación mediante material vegetativo (cepas) implica mayores costos debido a la cantidad de mano de obra requerida, el uso de semilla sexual facilita considerablemente el establecimiento del pasto. Esta puede ser distribuida empleando una boleadora manual, una sembradora mecánica o simplemente al voleo (Conrado, 2015).

1.2.9 Distanciamiento de siembra del *M. maximus*.

De manera similar, el espaciamiento utilizado en la siembra influye directamente en el manejo del cultivo, especialmente cuando se emplea la siembra en líneas, ya que esta práctica facilita las labores agronómicas y la recolección de semilla. Bajo estas condiciones es posible obtener mayores rendimientos y una mejor calidad de semilla. Por ello, es fundamental seleccionar métodos de siembra apropiados y mantener distancias óptimas, recomendándose aproximadamente 1 m entre líneas y 1 m entre plantas (Eleuterio *et al.*, 2020).

1.2.10 Altitud.

Del mismo modo, el pasto Mombaza presenta una mayor tolerancia al sombreamiento en comparación con otras gramíneas, lo que permite su uso eficiente en sistemas silvopastoriles. Además, esta especie puede establecerse en suelos con un pH entre 5,0 y 7,5 y muestra capacidad para soportar periodos temporales de encharcamiento (Martínez , 2021).

1.2.11 Periodo de corte.

Esta gramínea, durante periodos de alta producción, puede destinarse a la elaboración de heno o ensilaje, siendo una de las especies más empleadas por los ganaderos para la conservación de forrajes en forma de ensilado. Asimismo, es apta para sistemas de corte y acarreo. Para estos usos, se recomienda realizar los cortes cada 40–45 días durante la época lluviosa y cada 60–70 días en la estación seca. Su capacidad de recuperar biomasa rápidamente favorece la continuidad del suministro de alimento. Además, su composición nutricional estable la convierte en una alternativa estratégica para mejorar la oferta forrajera en sistemas ganaderos intensivos (Martínez , 2021).

1.2.12 Rendimiento del pasto.

El *M. maximus* es una especie perenne propia de climas tropicales, caracterizada por su rápido crecimiento y por presentar cualidades agronómicas favorables. Se adapta con facilidad a suelos de baja fertilidad y muestra una notable resistencia a los periodos de sequía, alcanzando rendimientos cercanos a 22,8 t de materia seca por hectárea al año. Estas características lo posicionan como una opción forrajera de alto potencial en sistemas ganaderos intensivos. Además, su buena respuesta al manejo y a estrategias de fertilización permite mejorar su productividad y prolongar la vida útil de las praderas donde se establece (Eleuterio *et al.*, 2020).

CAPÍTULO II

ESTUDIO DE CAMPO

2.1 METODOLOGÍA.

2.1.1 Ubicación.

La investigación se llevó efecto en el cantón Chone de la provincia de Manabí, parroquia Ricaurte del sitio garrapata. El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, aplicado y experimental, ya que se midió el efecto de los bioestimulantes sobre variables productivas en un diseño controlado. En este espacio se evaluó la productividad del *M. maximus*, con el propósito de caracterizar sus parámetros morfológicos y determinar su rendimiento.

Sitio Ricaurte



Imagen 4. Lugar de la Investigación.

Nota. Imagen tomada de <https://earth.google.com/> (2025).

2.1.1 Descripción del área en estudio.

La presente investigación se desarrolló en el cantón Chone, provincia de Manabí, Ecuador, zona caracterizada por una importante actividad ganadera y forrajera. El área de estudio se localiza en un ecosistema tropical húmedo, representativo de las condiciones agroclimáticas predominantes en la región central de la provincia, donde el cultivo de pasturas constituye la base de la alimentación bovina. Geográficamente, el área se sitúa a una altitud aproximada comprendida entre los 40 y 80 m s. n. m., con una topografía mayoritariamente plana a

ligeramente ondulada, lo que favorece el establecimiento de pasturas permanentes. El clima es de tipo tropical, con una temperatura media anual cercana a los 25–27 °C y una precipitación anual que oscila entre 1.000 y 1.800 mm, concentrada principalmente entre los meses de enero y abril, presentándose períodos de déficit hídrico durante la estación seca.

Los suelos del área de estudio son de origen aluvial, con textura franca a franco-arcillosa, moderadamente profundos y con niveles variables de fertilidad natural, condiciones típicas de las zonas ganaderas del cantón Chone. Estas características edáficas, sumadas a la estacionalidad de las lluvias, hacen que la productividad de las pasturas se vea limitada durante los períodos de escasez de agua.

El ensayo experimental se realizó en parcelas establecidas con *M. maximus* una especie forrajera ampliamente utilizada en la ganadería tropical por su alto potencial productivo. En este contexto, el área de estudio permitió evaluar el efecto de la aplicación de bioestimulantes microbianos bajo condiciones de riego y estrés hídrico, simulando escenarios reales de manejo de pasturas en la zona.

Las condiciones ambientales y productivas del área seleccionada resultan adecuadas para el desarrollo de la investigación, ya que representan fielmente las limitaciones hídricas y de manejo que enfrentan los sistemas ganaderos de la región, permitiendo generar información técnica relevante para mejorar la productividad y sostenibilidad de las pasturas tropicales.

2.1.2 Manejo de la investigación y análisis estadístico

La investigación se desarrolló bajo un enfoque descriptivo–analítico, mediante un diseño experimental no experimental de tipo transversal, aplicado en una pradera previamente establecida de *Megathyrus maximus*, ubicada en un área de pastoreo con pendiente en la finca experimental Tigrillo, cantón Chone.

El estudio se llevó a cabo durante la época de verano, sin riego suplementario y sin intervención animal durante el período de evaluación, con el fin de evitar efectos asociados al pisoteo o consumo del forraje y permitir una caracterización

precisa del comportamiento morfológico y estructural del pasto bajo condiciones naturales del sitio.

El ensayo se realizó bajo condiciones reales del área de pastoreo, considerando la pendiente como un factor ambiental determinante. No se aplicaron tratamientos experimentales, ya que el objetivo fue evaluar el estado y variabilidad de las cepas establecidas en función del manejo previo y las condiciones edáficas y topográficas del terreno.

Mediante el método descriptivo, se caracterizaron las condiciones estructurales de las cepas, mientras que el método analítico permitió interpretar la relación entre las variables morfológicas de la parte aérea y los parámetros del sistema radical. Se seleccionaron cepas representativas del área de estudio y se realizaron mediciones directas en campo.

Las variables evaluadas en la presente investigación permitieron determinar el efecto del bioestimulante microbiano sobre el crecimiento y rendimiento del pasto *M. maximus* bajo diferentes condiciones hídricas. Para ello, se consideraron las siguientes variables dependientes:

- Altura de la planta (cm): Se midió en centímetros desde la superficie del suelo hasta la parte media de la hoja bandera. La evaluación se realizó mediante un muestreo aleatorio de 10 plantas por parcela, registrándose los valores individuales para posteriormente calcular el promedio correspondiente.
- Número de macollos por planta: Se determinó mediante la selección aleatoria de 10 plantas por parcela, contabilizando el número de brotes emergidos desde la base de la planta madre. Los datos obtenidos se utilizaron para calcular el promedio por tratamiento.
- Rendimiento de biomasa " kg m^{-2} o t ha^{-1} ": Se evaluó mediante el corte del pasto dentro de un área definida por parcela, pesando la biomasa verde obtenida con una balanza digital. Posteriormente, los valores fueron extrapolados a kilogramos por metro cuadrado o toneladas por hectárea,

según correspondió, con el fin de comparar la producción entre tratamientos.

Los datos obtenidos fueron organizados y analizados mediante estadística descriptiva, calculando medidas de tendencia central (media) y de dispersión (desviación estándar y coeficiente de variación), con el fin de evaluar la variabilidad de las cepas dentro del área de estudio. Adicionalmente, se aplicaron análisis de correlación para determinar la relación entre las variables morfológicas y radicales del pasto.

El procesamiento y análisis estadístico de la información se realizó mediante software estadístico, lo que permitió interpretar el estado productivo y estructural del pastizal en relación con la pendiente y el manejo previo del área.

CAPÍTULO III

3.1 Resultados y/o productos alcanzados.

Los resultados obtenidos permitieron cumplir los objetivos planteados, evidenciando que la aplicación del bioestimulante microbiano tuvo un efecto positivo sobre las variables agronómicas evaluadas. Asimismo, las hipótesis formuladas fueron aceptadas parcialmente, ya que el mayor efecto del bioestimulante se manifestó bajo condiciones de estrés hídrico, mientras que en condiciones de riego adecuado las diferencias entre tratamientos no fueron estadísticamente significativas.

Los resultados evidencian que la aplicación del bioestimulante tuvo un impacto significativo en el crecimiento y desarrollo del pasto *M. maximus* bajo condiciones de estrés hídrico, mientras que bajo riego adecuado los efectos fueron menores y sin significancia estadística. En la variable altura de planta, el bioestimulante incrementó el crecimiento en los tres periodos evaluados sin riego ($p < 0.05$), con aumentos entre 5,8 % y 18,4 % respecto al control. Estos resultados indican que el bioestimulante favorece la elongación foliar cuando el recurso hídrico es limitante, probablemente debido a la activación de mecanismos fisiológicos asociados a la tolerancia al estrés, como la modulación hormonal o el aumento de la actividad antioxidante.

Tabla 1. Respuesta de la altura de planta del pasto *Megathyrsus maximus* a la aplicación de bioestimulante en condiciones de estrés hídrico y con riego adecuado.

Altura de planta (cm)	Bioestimulante	Control	Probabilidad
Sin riego 10 días después del corte de igualación	52,1	44	<0,05
Sin riego 20 días después del corte de igualación	68,5	60,3	<0,05
Sin riego 30 días después del corte de igualación	99,8	94,3	<0,04
Con riego 30 días después del corte de igualación	108,4	100,3	>0.05

En la emisión de macollos, el bioestimulante también mostró un efecto considerable bajo estrés hídrico, con aumentos significativos en los tres momentos evaluados ($p < 0,05$), alcanzando incrementos del 36 % al 38 %. La literatura señala que los bioestimulantes pueden estimular la macollación mediante la activación de yemas basales y la modulación hormonal. Estudios como Nardi *et al.*, (2016) y du Jardin (2015) respaldan esta respuesta.

Tabla 2. Emisión de macollos del pasto *Megathyrsus maximus* a la aplicación de bioestimulante en condiciones de estrés hídrico y con riego adecuado.

Emisión de macollos			
(#)	Bioestimulante	Control	Probabilidad
Sin riego 10 días después del corte de igualación	15	11	<0,05
Sin riego 20 días después del corte de igualación	18	13	<0,01
Sin riego 30 días después del corte de igualación	18	13	<0,05
Con riego 30 días después del corte de igualación	19	17	0,5

Respecto al rendimiento de biomasa, se observaron incrementos estadísticamente significativos a los 20 y 30 días sin riego ($p < 0,02$), con aumentos del 40 % al 59 % respecto al control. Esta respuesta coincide con reportes de Souza *et al.*, (2022), quienes demostraron que bioestimulantes mejoran la producción de forrajes bajo déficit hídrico al incrementar la eficiencia en el uso del agua.

Tabla 3. Rendimiento del pasto *Megathyrsus maximus* a la aplicación de bioestimulante en condiciones de estrés hídrico y con riego adecuado.

Rendimiento de biomasa			
(kg)	Bioestimulante	Control	Probabilidad
Sin riego 10 días después del corte de igualación	272,8	229,5	>0,05

Sin riego 20 días después del corte de igualación	734,8	463,6	<0,01
Sin riego 30 días después del corte de igualación	1072	767,4	<0,02
Con riego 30 días después del corte de igualación	1615,1	1400,2	>0,05

CAPÍTULO IV

CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

Conclusiones.

Con base en los resultados obtenidos en la presente investigación, se concluyó lo siguiente:

- La aplicación del bioestimulante microbiano influyó positivamente en el crecimiento del pasto *Megathyrsus maximus*, evidenciándose incrementos significativos en la altura de planta y en el número de macollos en comparación con el tratamiento control, lo que confirmó el efecto bioestimulante sobre el desarrollo vegetativo del cultivo.
- Bajo condiciones de estrés hídrico, el bioestimulante microbiano mostró una mayor efectividad, ya que contribuyó a mitigar los efectos negativos del déficit de agua, favoreciendo el crecimiento y la capacidad de rebrote del pasto, en relación con las parcelas sin aplicación.
- En cuanto al rendimiento de biomasa, se determinó que la aplicación del bioestimulante incrementó significativamente la producción del pasto *Megathyrsus maximus* en ausencia de riego, con aumentos que oscilaron entre el 40 % y 59 %, mientras que bajo condiciones de riego adecuado no se presentaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos.
- Los resultados obtenidos permitieron aceptar la hipótesis general de manera parcial, ya que el efecto positivo del bioestimulante fue más evidente bajo condiciones limitantes de agua, lo que evidencia que su eficacia depende de las condiciones hídricas del sistema de producción.
- En función de los resultados agronómicos alcanzados, se concluyó que el uso de bioestimulantes microbianos constituye una alternativa técnica y ambientalmente sostenible para mejorar la productividad del pasto Mombaza en sistemas ganaderos tropicales, especialmente en zonas con déficit hídrico estacional.

Recomendaciones.

A partir de las conclusiones del estudio, se recomienda lo siguiente:

- Implementar el uso de bioestimulantes microbianos en el manejo de pasturas de *Megathyrus maximus*, particularmente en épocas secas o en zonas con limitaciones de riego, con el fin de mejorar el crecimiento y la producción de biomasa.
- Evaluar la aplicación del bioestimulante microbiano como una estrategia complementaria al manejo convencional de fertilización, orientada a reducir el uso de fertilizantes químicos y a promover prácticas ganaderas más sostenibles.
- Realizar investigaciones futuras que incluyan diferentes dosis, frecuencias de aplicación y combinaciones con fertilización mineral, para determinar esquemas de manejo más eficientes y adaptados a las condiciones locales.
- Incorporar en estudios posteriores el análisis de la calidad nutricional del forraje, así como evaluaciones económicas, con el propósito de determinar la rentabilidad y el impacto productivo del uso de bioestimulantes microbianos en sistemas ganaderos.
- Replicar el estudio en otras zonas agroecológicas y bajo distintos sistemas de manejo (pastoreo directo, corte y acarreo), con el fin de validar los resultados obtenidos y ampliar su aplicabilidad a nivel regional.

BIBLIOGRAFÍA

- Alharbi, A., Alsunaydi, S., Motawei, M., Alzoheiry, A., & Ghonimy, M. (2025). Efficient Strategy for Water and Nutrient Management to Economically Enhance Mombasa Grass Productivity. *Agronomy*. Obtenido de https://www.mdpi.com/2073-4395/15/6/1274?utm_source=
- Arias, R., & Heredia, G. (2025). *Beneficios de los hongos del suelo en la producción agrícola: hongos solubilizadores de fósforo y micorrízicos arbusculares*. Obtenido de <https://www.inecol.mx/index.php/divulgacion/ciencia-hoy/beneficios-de-los-hongos-del-suelo-en-la-produccion-agricola>
- Asghar, W., Craven, K., Kataoka, R., Mahmood, A., Asghar, N., Raza, T., & Iftikhar, F. (2024). The application of *Trichoderma* spp., an old but new useful fungus, in sustainable soil health intensification: A comprehensive strategy for addressing challenges. *ELSEVIER*. Obtenido de [https://pdf.sciencedirectassets.com/778757/1-s2.0-S2667064X23X00062/1-s2.0-S2667064X2400109X/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEOL%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FwEaCXVzLWVhc3QtMSJGMEQCIHvXTt8u7ndNI5%2FOwJJefUDV2G696FYuZ5q3CfdyJPxFaiArJ9AxPyOXpY](https://pdf.sciencedirectassets.com/778757/1-s2.0-S2667064X23X00062/1-s2.0-S2667064X2400109X/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEOL%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FwEaCXVzLWVhc3QtMSJGMEQCIHvXTt8u7ndNI5%2FOwJJefUDV2G696FYuZ5q3CfdyJPxFaiArJ9AxPyOXpY)
- Barén, J., & Centeno, L. (2017). Valores Nutritivos del pasto Cuba OM-22 (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum*), sometido a cuatro intervalos de corte en el valle del río carrizal. *ESPAM MFL*. Obtenido de <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/649/1/TA70.pdf>
- Bashan, Y., & Dubrovsky, J. (1996). Participación de *Azospirillum* spp. en la distribución de materia seca en gramíneas a nivel de planta completa. *Biol Fertil Soils*, 20, 435-440. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/BF00335919>
- Calvo, P., Nelson, L., & Kloepper, J. W. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil*, 383(1-2), 3-41.
- Conrado, C. (2015). "Comportamiento agronómico y valor nutricional del pasto mombasa (*Panicum maximum* cv.) con abonos orgánicos en diferentes

- estados de madurez en el campo Experimental La Playita UTC – La Maná”. *Universidad Técnica de Cotopaxi, Carrera Ingeniería Agronómica*. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3525/1/T-UTC-00803.pdf>
- du Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*, 196, 3–14.
- Eleuterio , S., Joaquín , B., Joaquín , S., & Gómez , A. (2020). Producción de semilla de pasto guinea (*Megathyrsus maximus* cv. Mombaza); densidad de siembra y su efecto en el rendimiento y calidad. *Agroproductividad*, 13(4), 41-46. Obtenido de [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/jocadena,+con-6%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/jocadena,+con-6%20(1).pdf)
- Fagro . (2023). Bioestimulantes Microbianos de la rizósfera y su aplicación en la agricultura. *Grupo Fagro*. Obtenido de <https://blogdefagro.com/agricultura/bioestimulantes-microbianos-de-la-rizosfera-y-su-aplicacion-en-la-agricultura/>
- Goncalves , P., Oliveira L, Oliveira , R., Carvalho, M., Yamashita, O., Domingues, S., . . . Prado, R. (2020). Nitrogen fertilization and *Azospirillum brasilense* inoculation on *Panicum maximum* CV. Mombasa. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. Obtenido de https://pdfs.semanticscholar.org/32fa/e60aa3db4668dc54273c800cbc93ab51de61.pdf?utm_source=
- Gonzalez, K. (19 de Julio de 2017). *Pasto Guinea Mombasa (Panicum máximo, Jacq)*. Obtenido de Zoovet es mi pasión: <https://zoovetesmipasion.com/pastos-y-forrajes/tipos-de-pastos/pasto-guinea-mombasa-panicum-maximum-jacq>
- Guzmán , P., Etesami, H., & Santoyo, G. (2025). Trichoderma: a multifunctional agent in plant health and microbiome interactions. *BMC Microbiology*. Obtenido de https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12255041/pdf/12866_2025_Article_4158.pdf
- INTA. (2016). Manual del Protagonista Pasto y Forraje. *Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria*. Obtenido de

- <http://generalidadesdelaganaderiabovina.blogspot.com/2017/07/conceptos-de-pasto-pastura-y-forraje.html>
- Jang, S., Choi, S., Zhang, H., Zhang, S., Min Ryu, C., & Kloepper, J. (2023). History of a model plant growthpromoting rhizobacterium, *Bacillus velezensis* GB03: from isolation to commercialization. *Frontiers in Plant Science*. Obtenido de <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2023.1279896/full>
- Martínez , F. (2 de Junio de 2021). Ficha Técnica Pasto Guinea Mombasa (*Panicum maximum* cv. Mombasa). *Info Pastos y forrajes. com*. Obtenido de <https://infopastosyforrajes.com/pasto-de-pastoreo/pasto-guinea-mombasa/>
- Mendoza, H. (2022). Características morfológicas en el pasto *Megathyrsus maximus* cv. Mombaza, en el cantón Chone provincia Manabí. *Polo del Conocimiento*. Obtenido de https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/4036/html?utm_source
- Nardi, S., Pizzeghello, D., Schiavon, M., & Ertani, A. (2016). Plant biostimulants: Physiological responses induced by protein hydrolyzed-based products and humic substances in plant metabolism. *Scientia Agricola*, 73(1), 18–23.
- Ramírez , O., Hernández , A., Carreiro da Silva , S., Pérez, J., Enriquez , J., Quero A, . . . Cervantes , A. (2009). Acumulación de forraje, crecimiento y características estructurales del pasto Mombaza (*Panicum maximum* Jacq.) cosechado a diferentes intervalos de corte. *Técnica Pecuaria en México*, 47(2), 209-213. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/613/61312116008.pdf>
- Ramírez, O., Hernández , A., Carneiro de Silva, S., Pérez, J., Jacaúna de Souza, S., Castro , R., & Enriquez, J. (2010). Características morfogénicas y su influencia en el rendimiento del pasto Mombaza, cosechado a diferentes intervalos de corte. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 12(2), 303-311. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/939/93913070011.pdf>
- Rouphael, Y., & Colla, G. (2020). Biostimulants in agriculture. *Frontiers in Plant Science*, 11, 40.

- Sánchez , G. (2020). Riqueza de especies, clasificación y listado de las gramíneas (Poaceae) de México. *Acta botánica Mexicana*. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-71512019000100104
- Sible, C., Seebauer, J., & Below, F. (2025). Biostimulant or biological? The complexity of defining, categorizing, and regulating microbial inoculants. *Agricultural & Environmental Letters*. Obtenido de <https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdfdirect/10.1002/ael2.70027>
- Souza, R. R., Santos, M. G., Silva, T. M., & Ferreira, V. M. (2022). Biostimulants improve water deficit tolerance and biomass production in tropical forage grasses. *Agricultural Water Management*, 259, 107219.
- Torres , F. (2014). Pastos y forrajes. *Educación, Tecnología y Empresariales*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/pipe69/pastos-y-forrajes-30982692>
- Wu, Y., Wu, C., & Wang, G. (2024). Inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi improves plant biomass and nitrogen and phosphorus nutrients: a meta-analysis. *BMC Plant Biology*. Obtenido de https://bmcpplantbiol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12870-024-05638-9?utm_source=
- Google Earth. https://earth.google.com/web/search/Ricaurte,+chone/@-0.58252004,-80.04030598,51.64390517a,4599.94911751d,35y,0h,0t,0r/data=CiwiJgoKcbyc2mJdvGbAEbpCE-c-EQfAGRIYsm33ulPAIQf_WxZtwFPAQgIIATlpCicKJQohMWxLR2JBXzZCaXRoM0RKeWRneVR2R0NWWI9SUWtvVE53IAE6AwoBMEICCBABCAjg8r2pBhAB
- Chacón-Villalobos, Y., Chacón-Sancho, A., Vargas-Chinchilla, M., Cerdà-Subirachs, J. Ma., & Hernández-Pérez, R. (2021). Nuevo bioestimulante de floración y maduración en café (*Coffea arabica* L.). *Agronomía Mesoamericana*. <https://doi.org/10.15517/am.v32i3.43935>
- Colla, G., & Rouphael, Y. (2020). Microalgae: New Source of Plant Biostimulants. In *Agronomy* (Vol. 10, Issue 9). <https://doi.org/10.3390/agronomy10091240>
- Da Costa Leite, R., Dos Santos, A. C., Dos Santos, J. G. D., Da Costa Leite, R., De Oliveira, L. B. T., & Hungria, M. (2019). Mitigation of mombasa grass

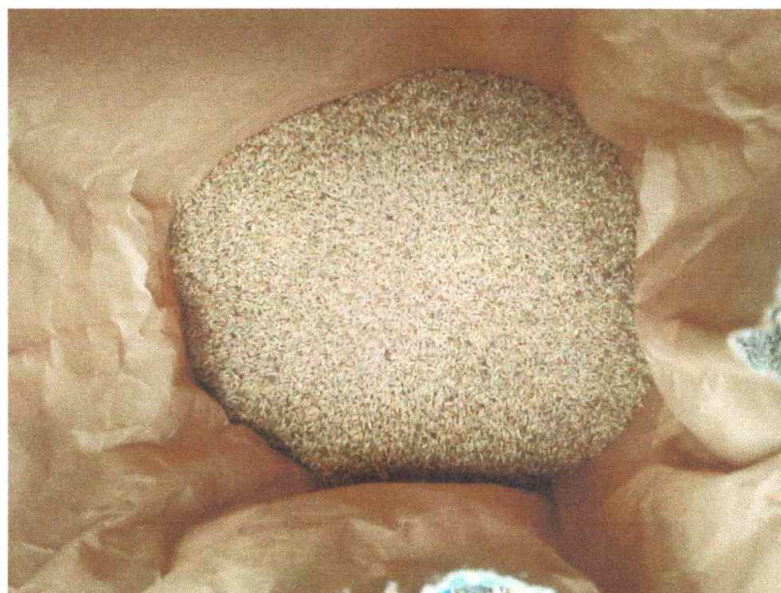
- (megathyrus maximus) dependence on nitrogen fertilization as a function of inoculation with azospirillum Brasilense. *Revista Brasileira de Ciencia Do Solo*, 43. <https://doi.org/10.1590/18069657rbcS20180234>
- du Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. In *Scientia Horticulturae* (Vol. 196). <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>
- Freitas, G. da S., Moreira, A., Prudencio, M. F., Heinrichs, R., Nogueira, M. A., Hungria, M., & Soares Filho, C. V. (2023). Foliar Spray Inoculation with Plant Growth Promoting Bacteria Associated with Nitrogen Doses in Megathyrus maximus cv. BRS Zuri. *Agronomy*, 13(4). <https://doi.org/10.3390/agronomy13041040>
- Guimarães, G. S., Rondina, A. B. L., de Oliveira Junior, A. G., Jank, L., Nogueira, M. A., & Hungria, M. (2023). Inoculation with Plant Growth-Promoting Bacteria Improves the Sustainability of Tropical Pastures with Megathyrus maximus. *Agronomy*, 13(3). <https://doi.org/10.3390/agronomy13030734>
- 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). *Bioteconlogfa En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 21(2). <https://doi.org/10.18684/rbsaa.v21.n2.2023.2153>
- Vinoth, S., Gurusaran, T., & Jayabalan, S. (2019). Seaweed-based biostimulants alleviate drought stress and improve physiological performance in forage grasses. *Journal of Applied Phycology*, 31(2), 1101–1113.
- Yaashikaa, P. R., Kumar, P. S., Varjani, S., Tamilselvi, S., & Saravanan, A. (2020). Formulation and combinatorial effect of *Pseudomonas fluorescens* and *Bacillus coagulans* as biocontrol agents. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 30. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2020.101868>
- Yunus, A. P., Masago, Y., Boulange, J., & Hijioka, Y. (2022). Natural and anthropogenic forces on suspended sediment dynamics in Asian estuaries. *Science of the Total Environment*, 836. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155569>

ANEXOS

Anexo 1.- Área de estudio de las parcelas productivas del pasto Mombaza
(*Megathyrsus maximus*)



Anexo 2.- Semilla certificada de pasto Mombaza (*Megathyrus maximus*)



Anexo 3.- Elaboración de Bioestimulante fermentado a base de estiércol, melaza y plantas ricas en nutrientes.



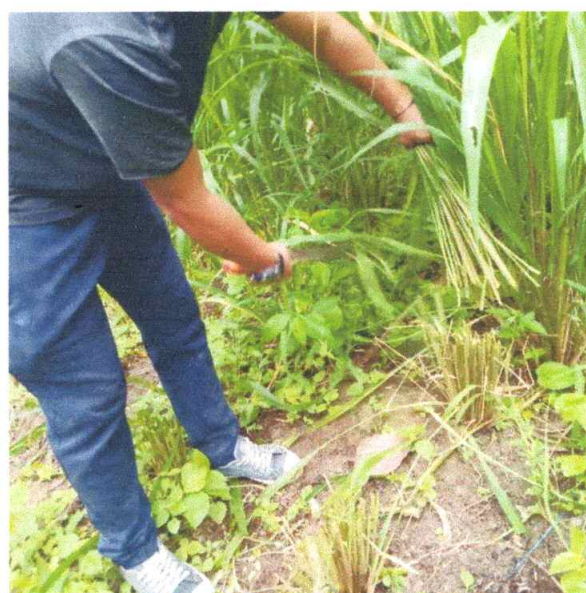
Anexo 4.- Germinación de las plántulas del pasto Mombaza (*Megathyrsus maximus*).



Anexo 5.- Identificación de las variables de estudio (altura de la planta, biomasa, números de macollos).



Anexo 6.- producción de biomasa del pasto del Mombaza (*Megathyrsus maximus*)



Anexo 7.- rendimiento del pasto del Mombaza (*Megathyrsus maximus*)



