



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
Trabajo de Titulación – Modalidad Proyecto de Investigación

Título de Investigación:

Establecimiento del pasto *Megathyrsus Maximus* bajo diferentes métodos de siembra.

Autor:

Muñoz Muñoz Richard José

Unidad Académica:

Extensión Chone

Carrera:

Ingeniería Agropecuaria

Tutor:

Ing. Rubén Rivera Fernández. Mg.

CHONE-MANABÍ- ECUADOR

2026

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Ing. Rubén Rivera Fernández; docente de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, Extensión Chone, en calidad de Tutor.

CERTIFICO:

Que el presente proyecto integrador con el título: "Establecimiento del pasto *Megathyrsus maximus* bajo diferentes métodos de siembra." ha sido exhaustivamente revisado en varias sesiones de trabajo, está listo para su presentación y apto para su defensa.

Las opciones y conceptos vertidos en este documento son fruto de la perseverancia y originalidad de su autor: Muñoz Muñoz Richard José.

Siendo de su exclusiva responsabilidad.



Ing. Rubén Rivera Fernández. Mg.

TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Quien suscribe la presente:

SR. MUÑOZ MUÑOZ RICHARD JOSÉ

Estudiante de la Carrera de **Agropecuaria**, declaro bajo juramento que el presente proyecto integrador cuyo título: "Establecimiento del pasto *Megathyrsus maximus* bajo diferentes métodos de siembra.", previa a la obtención del Título de **Ingeniero Agropecuario**, es de autoría propia y ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros y consultando las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.


Sr. Muñoz Muñoz Richard José
CI. 131362885-9
AUTOR



APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Titulación con modalidad Proyecto de investigación, titulado: **Establecimiento del pasto *Megathyrsus maximus* bajo diferentes métodos de siembra**, de su autor: Muñoz Muñoz Richard José de la Carrera “**Agropecuaria**”, y como Tutor del Trabajo el Ing. Rubén Rivera Fernández. Mg.

Chone, julio del 2026

LIC. ROCÍO BERMÚDEZ CEVALLOS, MG.

DECANA

ING. RUBÉN RIVERA FERNÁNDEZ, MG.

TUTOR

ING. JUAN RAMÓN MOREIRA SALTOS, MG.

MIEMBRO TRIBUNAL

ING. JESÚS FIGUEROA VELEZ, MG.

MIEMBRO TRIBUNAL

LIC. INDIRA ZAMBRANO CEDEÑO.

SECRETARIA

AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarme la fuerza, salud y sabiduría necesaria para culminar este proceso académico.

A mis padres Carmen Muñoz y Eugenio Muñoz, quienes han sido mi motor, mi ejemplo de perseverancia y un apoyo incondicional en cada paso de mi vida, este logro es de ustedes también.

A mi hermana por su paciencia y apoyo incondicional.

A mi tutor de tesis el Ing. Rubén Rivera Fernández, por guiarme y compartir sus conocimientos, gracias por todo.

A la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, por abrirme las puertas y permitirme formar parte de su comunidad académica.

Así mismo, agradezco a todos los docentes que contribuyeron en mi formación profesional a lo largo de estos años.

Muñoz Muñoz Richard José

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a Dios, a mis padres y a mi familia.

A mi madre, por sus palabras de aliento en los momentos más duros y por enseñarme que el conocimiento es el único tesoro que nadie nos puede quitar.

A mi padre, por su ejemplo de trabajo duro, por cada sacrificio y por darme las herramientas necesarias para salir adelante.

Sus esfuerzos diarios han dado frutos y este título universitario es un homenaje a la confianza que siempre depositaron en mí.

Finalmente, me dedico este logro a mí mismo, por la resiliencia, el compromiso y por haber mantenido la fé en mi capacidad de culminar con éxito este proyecto de vida.

Muñoz Muñoz Richard José

RESUMEN

El propósito de este estudio científico fue evaluar el establecimiento del pasto *Megathyrsus maximus* mediante tres métodos de siembra: trasplante de plántulas, siembra directa y al voleo, con el objetivo de determinar el método más efectivo para promover la germinación, el crecimiento y el establecimiento del pasto. El estudio se realizó en la Finca Tigrillo de la Universidad Eloy Alfaro de Manabí, Extensión Chone, utilizando un enfoque cuantitativo y un diseño experimental comparativo. Se evaluaron variables como germinación, número de macollos, altura de planta. Los resultados mostraron que el método de trasplante dio el mejor desempeño, logrando una tasa de germinación del 74,74% a los 10 días, el mayor número de brotes y la mayor altura de planta durante todo el período de evaluación. La siembra directa mostró un comportamiento promedio, mientras que la siembra al voleo tuvo los valores más bajos debido a una distribución de semillas y condiciones de campo menos uniformes. Se concluyó que el trasplante es el método más efectivo para establecer el pasto *Megathyrsus maximus*, promoviendo un desarrollo inicial más rápido y uniforme, lo que constituye una alternativa para mejorar la productividad de los pastos en condiciones tropicales.

PALABRAS CLAVES

Macollamiento, establecimiento de pasturas, trasplante en bandejas, métodos de siembra.

ABSTRACT

The aim of this scientific study was to evaluate the establishment of *Megathyrsus maximus* grass using three planting methods: seedling transplanting, direct seeding, and broadcasting, in order to determine the most effective method for promoting germination, growth, and establishment of the grass. The study was conducted at the Tigrillo Farm of the Eloy Alfaro University of Manabí, Chone Extension, using a quantitative approach and a comparative experimental design. Variables such as germination, number of tillers, and plant height were evaluated. The results showed that the transplanting method yielded the best performance, achieving a germination rate of 74.74% after 10 days, the highest number of shoots, and the greatest plant height throughout the evaluation period. Direct seeding showed average performance, while broadcasting had the lowest values due to less uniform seed distribution and field conditions. It was concluded that transplanting is the most effective method for establishing *Megathyrsus maximus* grass, promoting faster and more uniform initial development, thus offering an alternative for improving pasture productivity under tropical conditions.

KEYWORDS

Tillering, pasture establishment, tray transplanting, sowing methods.

ÍNDICE

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	II
APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	III
AGRADECIMIENTO	IV
DEDICATORIA.....	V
RESUMEN	VI
PALABRAS CLAVES.....	VI
ABSTRACT	VII
KEYWORDS	VII
ÍNDICE	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	X
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	5
1. Importancia de la ganadería y el componente forrajero.....	5
1.1. Rol socioeconómico de la ganadería bovina.....	5
1.2. El pastizal como base de la alimentación en rumiantes.....	6
1.3. Sostenibilidad y servicios ambientales de los sistemas forrajeros.....	7
2.1. Panorama de la ganadería bovina en el Ecuador.	8
2.2. Caracterización de la producción ganadera regional (Litoral / Trópico). 9	
2.3. Limitantes tecnológicas y estacionales de la productividad local.	10
3.1. Clasificación taxonómica y origen.	11
3.2. Características morfológicas, fisiológicas y hábitos de crecimiento de <i>Megathyrus maximus</i>	12
3.3. Adaptabilidad edafoclimática y capacidad de rebrote de <i>Megathyrus maximus</i>	13
3.4. Ventajas comparativas frente a otros géneros forrajeros.....	14
4.1. Factores intrínsecos que afectan la calidad de la semilla.	15
4.2. Factores ambientales que afectan el lecho de siembra.	16
5. Problemática de los métodos de siembra tradicionales y optimización de pasturas.	17

5.1. Limitaciones técnicas y agronómicas de los métodos de siembra tradicionales.....	17
5.2. Eficiencia en densidad poblacional del pasto <i>Megathyrsus maximus</i>	18
6. Factores ambientales y edáficos de la zona de estudio.....	19
6.1. Características edafoclimáticas del cantón Chone.	19
6.2. Adaptabilidad del pasto <i>Megathyrsus maximus</i> a las condiciones edafoclimáticas del cantón Chone.	20
4. CAPÍTULO II: METODOLOGÍA.....	22
4.1. Tipo de Investigación	22
4.2. Ubicación	22
4.3. Material experimental.....	22
4.4. Tratamientos	22
4.5. Diseño experimental	22
4.6. Variables	23
4.7. Manejo agronómico	23
4.8. Análisis estadísticos.....	23
CAPÍTULO III: RESULTADOS Y/O PRODUCTO ALCANZADO	24
3.1 Porcentaje de germinación	24
3.2 Numero de macollos	24
3.3 Altura de plantas	26
CAPITULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	27
4.1. CONCLUSIONES	27
4.2. RECOMENDACIONES.....	28
BIBLIOGRAFÍA	29
ANEXOS	34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Porcentaje de germinación en diferentes métodos de siembra.....	24
Tabla 2. Número de macollos en diferentes métodos de siembra.....	25
Tabla 3. Altura promedio de plantas en diferentes métodos de siembra.	26

INTRODUCCIÓN

La actividad ganadera constituye uno de los pilares fundamentales para la seguridad alimentaria global, no solo por la provisión de proteínas de alto valor biológico, sino también por su rol en la economía rural. En este sistema, las pasturas representan el recurso más económico y eficiente para la alimentación de los rumiantes. Según Mora y Silva (2022), la integración de gramíneas forrajeras de alta calidad permite maximizar la respuesta productiva del ganado al reducir la dependencia de insumos externos y concentrados costosos. Por tanto, el manejo estratégico de los recursos forrajeros no solo optimiza la conversión alimenticia, sino que también contribuye a la sostenibilidad ambiental mediante el secuestro de carbono en las raíces de los pastos (López-Vigora et al., 2020).

En el Ecuador, la ganadería es un eje dinámico que se desarrolla con características diferenciadas según la región, donde la Costa y la Amazonía destacan por su potencial en la producción cárnica y la Sierra por su especialización láctea. De acuerdo con datos de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua [ESPAC] (2024), el país mantiene una tendencia hacia la tecnificación para mejorar los rendimientos por hectárea, los cuales históricamente han sido limitados por el manejo extensivo. A nivel regional, especialmente en las zonas tropicales, la baja disponibilidad de biomasa durante la época seca sigue siendo el principal cuello de botella para la productividad, lo que exige la implementación de especies forrajeras adaptadas que permitan estabilizar la oferta alimenticia a lo largo del año (INIAP, 2023).

El *Megathyrsus maximus*, conocido anteriormente como *Panicum maximum*, es una gramínea perenne de origen africano que ha revolucionado la producción de forraje en las regiones tropicales del mundo. Se caracteriza por su crecimiento en macollos densos, una alta capacidad de rebrote y una notable plasticidad fenotípica que le permite adaptarse a diversos ecosistemas. Según Cerdas y Vásquez (2021), esta especie destaca por su elevado potencial de rendimiento, pudiendo alcanzar producciones de materia seca que oscilan entre las 20 y 40 toneladas por hectárea al año bajo condiciones de manejo óptimas. Su valor

nutricional es superior al de muchas otras gramíneas tropicales, presentando niveles de proteína bruta de hasta el 14% en hojas jóvenes y una digestibilidad que favorece el consumo voluntario por parte de los rumiantes (Peters et al., 2020). Además, cultivares específicos como 'Mombasa' o 'Tanzania' han demostrado una gran capacidad para el secuestro de carbono y la protección del suelo contra la erosión, consolidando al *M. maximus* como una herramienta fundamental para la intensificación sostenible de la ganadería.

La superioridad del *Megathyrsus maximus* frente a otros forrajes en ambientes tropicales radica en su eficiente metabolismo C4, el cual le permite maximizar la fotosíntesis bajo condiciones de alta radiación solar y temperaturas elevadas. A diferencia de especies como el género *Brachiaria*, el *M. maximus* ofrece una mayor respuesta a la fertilización nitrogenada y una recuperación más rápida tras el pastoreo, lo que incrementa la carga animal por unidad de superficie. De acuerdo con Garcés-Sánchez (2023), su resistencia moderada a la sequía y su tolerancia a la sombra lo posicionan como la opción predilecta tanto para sistemas de monocultivo como para sistemas silvopastoriles. Esta ventaja competitiva se traduce en una mayor estabilidad de la oferta forrajera durante los periodos críticos, reduciendo la necesidad de suplementación externa y mejorando la rentabilidad del productor en zonas de baja latitud (Valenzuela et al., 2022).

El éxito productivo de una pastura a largo plazo está condicionado por la efectividad de su fase de establecimiento, considerada la etapa más vulnerable del ciclo de vida del forraje, ya que en este periodo, que comprende desde la siembra hasta el primer aprovechamiento, la planta debe superar factores de estrés biótico y abiótico que pueden comprometer su densidad poblacional; como lo descrito por Cerdas y Vázquez (2021), que señalan que un establecimiento deficiente no solo incrementa la presencia de arvenses debido a la baja cobertura inicial, sino que también eleva los costos de mantenimiento y retrasa el retorno económico de la inversión; por ende, el manejo de variables como la profundidad de siembra, el contacto semilla-suelo y la humedad ambiental son determinantes; como señalan Álvarez et al. (2022), más del 50%

de los fracasos en praderas de *Megathyrsus maximus* se atribuyen a errores técnicos en la siembra, lo que subraya la necesidad de seleccionar métodos que garanticen una emergencia uniforme y vigorosa de las plántulas.

En las regiones tropicales del país, la precipitación y la temperatura actúan como los principales reguladores del crecimiento forrajero; según el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología [INAMHI] (2024), la marcada estacionalidad en la cuenca del Guayas y zonas de Manabí exige que el establecimiento de gramíneas como el *M. maximus* coincida con el inicio del periodo lluvioso para garantizar la hidratación de la semilla, por ende el nivel edáfico del Ecuador presenta una gran diversidad de suelos, desde los de origen volcánico con alta retención de humedad hasta suelos arcillosos con problemas de drenaje. De acuerdo con Jiménez y Castro (2022), aunque este pasto muestra una amplia adaptación, su rendimiento óptimo en suelos ecuatorianos se ve condicionado por el pH y la disponibilidad de fósforo, factores que deben ser considerados al seleccionar el método de siembra para evitar el estrés nutricional de la plántula durante sus primeras semanas de desarrollo.

El uso de métodos de siembra tradicionales sin criterios técnicos precisos continúa limitando el potencial productivo del *Megathyrsus maximus* en el sector ganadero. La siembra al voleo manual, ampliamente utilizada por su aparente bajo costo inicial, suele presentar deficiencias críticas como una distribución heterogénea de la semilla y una alta exposición a la depredación por aves e insectos. De acuerdo con Guevara y Valderrama (2023), estas prácticas resultan en una emergencia desigual que favorece la proliferación de malezas, incrementando los gastos en control químico durante el primer año. Asimismo, la falta de control sobre la profundidad de siembra en métodos convencionales provoca que semillas muy pequeñas queden enterradas excesivamente o permanezcan en la superficie sin contacto hídrico. Como sostiene Mendoza-Mendoza (2022), esta ineficiencia técnica obliga al productor a utilizar mayores densidades de siembra por hectárea para compensar la baja tasa de supervivencia, afectando la rentabilidad económica del establecimiento de la pastura.

Bajo este contexto, la presente investigación tiene como objetivo general evaluar el efecto de diferentes métodos de siembra en el establecimiento y desarrollo del pasto *Megathyrsus maximus*. Para ello, se comparará la tasa de germinación bajo distintos métodos y se determinará el grado de cobertura y densidad poblacional.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1. Importancia de la ganadería y el componente forrajero

1.1. Rol socioeconómico de la ganadería bovina

La ganadería bovina constituye uno de los pilares fundamentales para el desarrollo socioeconómico en las regiones tropicales y en vías de desarrollo, actuando como un motor de estabilidad financiera y seguridad alimentaria. A nivel global y regional, esta actividad agropecuaria no solo es la principal fuente de proteínas de alto valor biológico a través de la producción de carne y leche, sino que también representa una estrategia de resiliencia económica para los pequeños y medianos productores rurales. El sector ganadero aporta significativamente al Producto Interno Bruto (PIB) agropecuario de las naciones en desarrollo, dinamizando la economía local mediante la demanda de insumos, servicios veterinarios y transporte. En el contexto de la agricultura familiar, los bovinos funcionan como un "banco vivo" o activo financiero líquido que los productores pueden comercializar ante emergencias económicas o periodos de pérdida de cosechas agrícolas, mitigando la pobreza rural y reduciendo la migración del campo a las grandes urbes. Grossi et al. (2021)

De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC] (2024), esta actividad es una de las mayores generadoras de empleo directo e indirecto en el sector rural, involucrando a miles de familias en eslabones que van desde la producción en finca hasta la transformación industrial y la comercialización en mercados locales; no obstante, la sostenibilidad de este rol socioeconómico se encuentra fuertemente amenazada por los bajos índices de productividad por hectárea, derivados de sistemas de pastoreo extensivos tradicionales y la falta de adopción de tecnologías de forraje mejorado. Como señalan Requelme y Martínez (2022), para que la ganadería bovina continúe garantizando el sustento de las comunidades rurales en zonas como el Litoral ecuatoriano, es imperativo transitar hacia la intensificación sostenible, donde la optimización del recurso suelo y el establecimiento eficiente de pasturas eficientes estabilicen los ingresos del productor a lo largo del año.

1.2. El pastizal como base de la alimentación en rumiantes

De acuerdo con Cerdas-Ramírez (2023), los pastizales y las praderas forrajeras constituyen la base evolutiva y operativa de la alimentación de los rumiantes, debido a la adaptación especializada de su aparato digestivo para degradar carbohidratos estructurales que otras especies no pueden aprovechar. El rumen funciona como un ecosistema de fermentación anaeróbica donde billones de bacterias, protozoarios y hongos transforman la celulosa y la hemicelulosa de las plantas en ácidos grasos volátiles (AGV), los cuales representan hasta el 80% de la energía requerida por el animal para sus funciones de mantenimiento, crecimiento, reproducción y producción láctea o cárnica. El aprovechamiento eficiente de este sistema biológico depende directamente de la calidad y la estructura de la biomasa ofrecida; un forraje óptimo estimula la rumia, mantiene la estabilidad del pH ruminal y maximiza la síntesis de proteína microbial, que es la fuente de aminoácidos más económica y de mejor calidad para el bovino en los sistemas de producción tropicales.

Desde una perspectiva económica y de sostenibilidad, el pastoreo directo de gramíneas mejoradas representa la estrategia más rentable para la producción bovina, superando ampliamente a los sistemas basados en confinamiento y uso intensivo de alimentos concentrados. En el trópico latinoamericano, el uso de pastizales bien manejados permite reducir los costos de producción hasta en un 60% en comparación con las dietas comerciales, convirtiendo a la energía solar fijada por el forraje en el insumo más barato de la empresa ganadera. Como sostienen Villalobos y WingChing-Jones (2022), la viabilidad financiera del negocio ganadero actual está sujeta a la capacidad del productor para transformar la biomasa vegetal de la finca en kilos de carne o litros de leche utilizables. Por este motivo, maximizar la eficiencia en el lecho de siembra y asegurar un correcto establecimiento de las pasturas es el primer paso crítico para garantizar una oferta forrajera constante, equilibrada y de alta digestibilidad que sustente los requerimientos nutricionales del hato a bajo costo.

1.3. Sostenibilidad y servicios ambientales de los sistemas forrajeros

Los sistemas forrajeros basados en pasturas perennes desempeñan un papel crucial en la sostenibilidad ecológica de los paisajes agrícolas tropicales, trascendiendo su función tradicional de soporte alimenticio para convertirse en importantes proveedores de servicios ecosistémicos. Uno de los aportes ambientales más significativos de las gramíneas tropicales es su alta capacidad para la mitigación del cambio climático mediante el secuestro de carbono en el suelo. Debido a sus sistemas radiculares profundos y a su constante renovación de biomasa, pastos mejorados como el *Megathyrsus maximus* logran fijar grandes volúmenes de dióxido de carbono atmosférico (CO_2) y almacenarlo en forma de materia orgánica estable en las capas profundas del perfil edáfico. De acuerdo con Lorenz et al. (2022), un pastizal bien manejado bajo sistemas de pastoreo rotacional no solo neutraliza las emisiones de metano entérico de los rumiantes, sino que además promueve la biodiversidad microbiana del suelo y mejora la resiliencia de los ecosistemas ganaderos frente a los fenómenos climáticos extremos.

Asimismo, la cobertura vegetal continua que proporcionan las praderas forrajeras actúa como un escudo protector esencial contra la degradación y erosión del suelo, un problema crítico en las tierras pendientes e inundables del trópico. Las redes de raíces fasciculadas de las gramíneas amarran mecánicamente las partículas del suelo, incrementando la porosidad y mejorando la tasa de infiltración del agua de lluvia, lo que disminuye drásticamente la escorrentía superficial y el lavado de nutrientes. Como señalan Valenzuela y Ibrahim (2023), el establecimiento técnico y exitoso de una pastura desde la siembra evita que el suelo quede expuesto al impacto directo de las gotas de lluvia y al sol radiante, previniendo el sellado superficial y la pérdida de la capa arable fértil. De esta manera, transitar de métodos de siembra deficientes que dejan parches de suelo desnudo hacia técnicas de implantación uniformes es un requisito indispensable para consolidar una ganadería regenerativa y ambientalmente sostenible a largo plazo.

2. Productividad ganadera nacional y regional

2.1. Panorama de la ganadería bovina en el Ecuador

En el Ecuador, la ganadería bovina es una de las actividades productivas más extendidas a lo largo de sus tres regiones continentales, ocupando una parte significativa de la superficie de uso agropecuario del país. De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC] (2025), el inventario ganadero nacional se mantiene dinámico, con una distribución donde la región del Litoral y la Sierra concentran los mayores porcentajes de cabezas de ganado, destinadas principalmente a sistemas de doble propósito y lechería especializada, respectivamente. Esta dispersión geográfica convierte al sector pecuario en un eje estratégico para el desarrollo rural, garantizando el autoabastecimiento continuo de productos lácteos y cárnicos para el consumo interno. No obstante, el panorama nacional refleja una marcada heterogeneidad tecnológica, coexistiendo explotaciones empresariales altamente eficientes con un elevado porcentaje de fincas tradicionales que operan bajo esquemas de manejo rudimentarios.

Esta estructura productiva se caracteriza por el predominio de la ganadería extensiva, un modelo que genera bajas tasas de carga animal por hectárea y una fuerte dependencia de las condiciones climáticas naturales. Según indican Cevallos y Vera (2023), a pesar del peso socioeconómico del sector, el rendimiento promedio nacional en producción de carne y leche se encuentra por debajo de su potencial genético debido, en gran medida, al deficiente manejo nutricional y a la estacionalidad en la oferta de forraje. La falta de planificación en la renovación de praderas y el uso extendido de pastos nativos o degradados limitan la eficiencia de los hatos ecuatorianos. Por esta razón, las políticas y las investigaciones agrarias actuales enfatizan la urgencia de introducir germoplasma forrajero mejorado y validar métodos de siembra eficientes que permitan elevar la productividad por unidad de superficie, transformando el panorama extensivo tradicional hacia un modelo intensivo sostenible.

2.2. Caracterización de la producción ganadera regional (Litoral / Trópico)

La producción ganadera en la región del Litoral ecuatoriano se desarrolla bajo condiciones climáticas netamente tropicales, caracterizadas por altas temperaturas y una marcada estacionalidad en las precipitaciones que definen de forma directa la dinámica de las fincas. A diferencia de la Sierra, donde predomina la lechería especializada, en la Costa el sistema de producción dominante es la ganadería de doble propósito (producción simultánea de carne y leche). Este modelo se basa fenotípicamente en el uso de cruces de razas cebuinas (*Bos indicus*), que aportan rusticidad y adaptación al estrés calórico, con razas europeas (*Bos taurus*) orientadas a la producción láctea. Según Pomboza et al. (2023), este sistema de doble propósito representa una estrategia adaptativa clave para el productor del trópico bajo, ya que diversifica sus ingresos económicos diarios mediante la venta de leche fluida a queseras locales y capitaliza la empresa a mediano plazo con la comercialización de terneros de desove y vacas de descarte para el mercado cárnico.

Desde la perspectiva agronómica, la alimentación de los hatos en el Litoral depende casi exclusivamente del régimen de pastoreo forrajero, lo que convierte a la pradera en el activo más crítico de la explotación regional. No obstante, las fincas de la Costa muestran un manejo forrajero que históricamente ha priorizado la cantidad sobre la calidad, manteniendo grandes extensiones de pastos naturales o introducidos con bajos niveles proteicos y alta presencia de malezas. Como señalan Loor y Mendoza (2024), la ganadería del trópico costero enfrenta la necesidad urgente de tecnificar el establecimiento de sus pasturas, sustituyendo los cultivares degradados por opciones de alta producción de biomasa como los del género *Megathyrsus*. Lograr un arraigo uniforme y exitoso de estas especies mejoradas en los suelos aluviales y de colina del Litoral es indispensable para incrementar la capacidad de carga animal de las fincas, permitiendo optimizar los parámetros reproductivos y los rendimientos productivos de la región.

2.3. Limitantes tecnológicas y estacionales de la productividad local

La productividad ganadera en el entorno local se encuentra severamente condicionada por factores estacionales, siendo la marcada fluctuación climática anual el principal cuello de botella para la estabilidad de los hatos. En las zonas tropicales, la división drástica entre la época lluviosa y la época seca genera una crisis forrajera cíclica; durante el invierno se produce un excedente de biomasa que muchas veces se pierde por falta de manejo, mientras que en el verano la escasez de agua detiene por completo el crecimiento de los pastizales. De acuerdo con Sánchez y Zambrano (2024), este desbalance estacional provoca una caída drástica en la disponibilidad y calidad nutricional del forraje, obligando a los animales a movilizar sus reservas corporales. Como consecuencia directa de este déficit energético y proteico en la época seca, los índices productivos locales registran pérdidas económicas críticas debido a la disminución del peso vivo, el alargamiento de los días abiertos y la reducción de hasta un 50% en la producción de leche.

A esta problemática climática se suma un marcado rezago tecnológico en los métodos de manejo agronómico y establecimiento de pasturas por parte de los productores locales. La mayoría de las fincas ganaderas de la región operan bajo esquemas de baja adopción tecnológica, donde imperan las siembras empíricas, la ausencia de análisis de suelos y un nulo control en la densidad de siembra y control de arvenses. Según explican Castro y Solórzano (2025), el fracaso en la persistencia de las praderas mejoradas en el medio local no se debe al potencial genético de las especies introducidas, sino a las deficiencias técnicas durante la fase de implantación. La persistencia de prácticas tradicionales rudimentarias impide que las plántulas desarrollen un sistema radicular profundo capaz de soportar el estrés hídrico estacional; por lo tanto, validar científicamente métodos de siembra que garanticen un vigor inicial óptimo es una prioridad tecnológica urgente para romper la dependencia de la estacionalidad climática local.

3. Generalidades y potencial del pasto *Megathyrsus Maximus*

3.1. Clasificación taxonómica y origen

La correcta ubicación taxonómica del pasto Guinea es un aspecto fundamental dentro de la investigación agrostológica contemporánea, debido a las recientes reestructuraciones sistemáticas basadas en análisis filogenéticos moleculares. Originalmente descrita por el botánico escocés Peter Osbeck en 1757 bajo el nombre de *Panicum maximum*, esta especie permaneció clasificada dentro de dicho género por más de dos siglos. Sin embargo, estudios morfológicos y genéticos profundos demostraron que esta gramínea poseía características evolutivas y estructurales que la distanciaban del resto de los miembros del género *Panicum strictu sensu*. Por este motivo, la comunidad científica internacional validó su transferencia al género *Megathyrsus*, quedando establecida formalmente bajo la combinación científica de *Megathyrsus maximus* (Jacq.) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs. Pertenece a la familia de las Poáceas (Poaceae), subfamilia Panicoideae y tribu Paniceae, una de las líneas evolutivas de gramíneas más exitosas y eficientes del planeta. En cuanto a su origen geográfico, el *Megathyrsus maximus* es una especie nativa del continente africano, con su principal centro de diversidad genética localizado en las regiones subtropicales y tropicales del este y sur de África, abarcando países como Kenia, Tanzania, Uganda y Sudáfrica. En estas sabanas abiertas, la especie evolucionó desarrollando mecanismos de resistencia adaptativa bajo la presión constante del pastoreo de la megafauna silvestre y los regímenes de incendios estacionales periódicos. Esta historia evolutiva le otorgó una extraordinaria rusticidad, un vigoroso hábito de crecimiento y una alta plasticidad genética, características que facilitaron su domesticación y posterior dispersión hacia otras latitudes del mundo con condiciones ecológicas similares.

La introducción del *Megathyrsus Maximus* en el continente americano se remonta a la época colonial, estimándose que sus primeras semillas arribaron de forma accidental en los barcos dedicados al comercio transatlántico de esclavos africanos, donde el pasto era utilizado como lecho y alimento para los animales de travesía. Al encontrar condiciones edafoclimáticas óptimas y nichos

ecológicos favorables en el trópico americano, la especie se naturalizó con notable rapidez, convirtiéndose en una de las pasturas más valoradas por los primeros ganaderos de la región debido a su palatabilidad y rendimiento. De acuerdo con Martínez y Silva (2023), a partir de estas poblaciones naturalizadas (conocidas popularmente como pastos criollos o Guinea común), diversos centros de investigación internacional —como el CIAT y el EMBRAPA— iniciaron programas de selección y mejoramiento genético que dieron origen a los cultivares comerciales de alta productividad que se siembran masivamente en la actualidad.

3.2. Características morfológicas, fisiológicas y hábitos de crecimiento de *Megathyrsus maximus*

Como señalan Vendramini et al. (2024), el pasto *Megathyrsus maximus* se caracteriza morfológicamente por ser una gramínea perenne de crecimiento erecto que se desarrolla en forma de macollos o cepas densas, capaces de alcanzar alturas que oscilan entre los 1.5 y 3.0 metros dependiendo del cultivar y las condiciones de fertilidad del suelo. Posee un sistema radicular fasciculado, profundo y ramificado, el cual le otorga un excelente anclaje mecánico y una alta eficiencia para la extracción de agua y nutrientes en estratos profundos del perfil edáfico. Sus tallos son robustos, cilíndricos y erectos, con nudos que frecuentemente presentan pubescencia (vellosidades) densa. Las hojas son lanceoladas, de consistencia lisa o ligeramente vellosas, con longitudes que pueden superar los 60 cm y un ancho de hasta 3.5 cm; exhiben una lígula membranosa ciliada y bordes ligeramente cortantes debido a la deposición de sílice. Su inflorescencia es una panoja abierta, ramificada y piramidal de gran longitud (20 a 40 cm), que produce espiguillas oblongas que albergan semillas sumamente pequeñas y ligeras. Fisiológicamente, esta especie posee una ruta fotosintética del tipo C4 (vía del dicarboxilato), lo que representa una adaptación evolutiva de alta eficiencia metabólica para ambientes tropicales. Este mecanismo le permite alcanzar un punto de saturación lumínica muy elevado y una óptima tasa de fijación de dióxido de carbono (CO₂) bajo condiciones de alta radiación solar y temperaturas elevadas (superiores a los 25 °C),

minimizando las pérdidas de energía por fotorrespiración en comparación con las plantas de ciclo C3. Esta eficiencia fisiológica se traduce en una rápida tasa de elongación foliar y una vigorosa dinámica de rebrote post-pastoreo o post-corte, impulsada por la movilización de carbohidratos de reserva almacenados en la base de los tallos y raíces. Su hábito de crecimiento cespitoso (en cepas) determina que la planta tienda a expandirse verticalmente, dejando espacios interespaciales en el suelo si no se logra una densidad de siembra uniforme, característica morfológica clave que justifica la necesidad de utilizar métodos de siembra precisos para evitar la proliferación de malezas en dichos espacios vacíos.

3.3. Adaptabilidad edafoclimática y capacidad de rebrote de *Megathyrsus maximus*

La plasticidad ecológica de *Megathyrsus maximus* le otorga una excelente adaptabilidad edafoclimática en las regiones tropicales y subtropicales del mundo, consolidándose como una de las especies más tolerantes a las variaciones del entorno. Aunque este forraje expresa su máximo potencial productivo en suelos francos, profundos y bien drenados con fertilidad media a alta, demuestra una notable capacidad para establecerse en suelos arcillosos y soportar condiciones de estrés hídrico moderado. Esta resistencia a la sequía está directamente vinculada a su robusto y profundo sistema radicular, el cual le permite explorar estratos inferiores del suelo en busca de humedad cuando las capas superficiales se deshidratan. De acuerdo con Euclides et al. (2024), a nivel climático la especie prospera óptimamente en rangos térmicos de 22 °C a 32 °C y requiere precipitaciones superiores a los 800 mm anuales; no obstante, su tolerancia a la sombra moderada la convierte también en un componente idóneo para sistemas silvopastoriles, demostrando una versatilidad ambiental superior a la de muchas gramíneas nativas.

Por otra parte, la vigorosa capacidad de rebrote y persistencia post-defoliación (ya sea por corte mecánico o por pastoreo directo) es uno de los atributos agronómicos más valiosos de esta gramínea para asegurar la longevidad de la pradera. Tras un evento de pastoreo, la velocidad de recuperación de la planta

está determinada por la cantidad de carbohidratos no estructurales almacenados en la base de sus tallos (macollos) y rizomas, así como por el índice de área foliar remanente que permite mantener activa la fotosíntesis. Como sostienen Silva y Lara (2023), una vez que el ganado desocupa el potrero, las yemas basales se activan rápidamente dando origen a una agresiva emisión de hojas nuevas, logrando una estructura foliar óptima en ciclos de descanso relativamente cortos (28 a 35 días en época lluviosa). Esta dinámica de recuperación asegura que el pastizal mantenga una cobertura densa y un rendimiento de biomasa constante a lo largo de los años, siempre y cuando la fase de siembra original haya garantizado una población uniforme de plantas por metro cuadrado que minimice el desgaste energético por competencia interatómica.

3.4. Ventajas comparativas frente a otros géneros forrajeros

El uso de *Megathyrsus maximus* en los sistemas ganaderos tropicales presenta marcadas ventajas comparativas en términos de calidad nutricional y palatabilidad frente a otros géneros forrajeros ampliamente difundidos, como *Urochloa* (anteriormente *Brachiaria*) o *Cynodon*. Mientras que especies como *Urochloa decumbens* o *Urochloa brizantha* son valoradas por su alta rusticidad en suelos extremadamente ácidos y pobres, el pasto Guinea supera consistentemente a estas gramíneas en el aporte de proteína bruta (PB) y digestibilidad de la materia seca cuando se maneja en edades óptimas de rebrote. De acuerdo con Garay-Martínez et al. (2024), los cultivares modernos de *M. maximus* (como Mombasa y Tanzania) pueden registrar concentraciones de proteína que oscilan entre el 12% y 16% en la lámina foliar, superando el promedio habitual del género *Urochloa*, que suele rondar el 7% al 10%. Esta mayor concentración de nutrientes, sumada a una menor proporción de fibra lignificada en las fases iniciales de crecimiento, se traduce en un consumo voluntario significativamente mayor por parte del bovino, optimizando los índices de conversión alimenticia.

Adicionalmente, otra ventaja competitiva crítica de esta gramínea es su extraordinaria eficiencia en la respuesta a la fertilización y su potencial de

rendimiento de biomasa por unidad de superficie. Bajo condiciones de manejo intensivo o semi-intensivo, *M. maximus* posee una capacidad de extracción y asimilación de nitrógeno superior a la de la mayoría de los pastos tropicales, convirtiendo los nutrientes del suelo en tejido foliar utilizable con notable velocidad. Como señalan Mendoza y Casanova (2025), esta característica permite alcanzar producciones de materia seca superiores a las 30 toneladas por hectárea al año en condiciones óptimas, duplicando el rendimiento de los pastizales nativos o degradados del trópico bajo. Esta alta tasa de crecimiento y rebrote agresivo le otorga una ventaja competitiva estructural sobre las malezas y otras pasturas de hábitos rastreros de menor rendimiento, consolidando al pasto Guinea como la opción forrajera más eficiente para los productores que buscan incrementar la carga animal de sus fincas sin expandir su frontera agrícola.

4. Factores que afectan la germinación y el vigor inicial de la plántula

4.1. Factores intrínsecos que afectan la calidad de la semilla

Los factores intrínsecos o propios de la biología de la semilla de *Megathyrsus maximus* ejercen un control determinante sobre su capacidad de germinación y el posterior éxito del establecimiento de la pastura en el campo. Entre estos mecanismos internos, la dormancia o letargo fisiológico representa el principal desafío agrostológico; las semillas frescas recién cosechadas poseen inhibidores químicos y cubiertas seminales impermeables que bloquean la entrada de oxígeno y agua, impidiendo que el embrión se active de manera inmediata. De acuerdo con Quadros et al. (2024), este fenómeno evolutivo diseñado originalmente para asegurar la supervivencia de la especie en las sabanas africanas ante inviernos erráticos obliga a que la semilla comercial deba someterse a periodos prolongados de almacenamiento (maduración post-cosecha) o a tratamientos químicos o mecánicos de escarificación para romper el letargo, garantizando que al momento de la siembra el embrión esté fisiológicamente apto para iniciar la imbibición.

Además del estado de dormancia, la calidad fisiológica intrínseca está fuertemente condicionada por el diminuto tamaño y el bajo peso específico de las cariopsis (granos) de esta especie, lo que limita de forma drástica la cantidad de reservas energéticas almacenadas en el endospermo. Al poseer un volumen de carbohidratos y lípidos tan reducido, el embrión dispone de una ventana de tiempo sumamente estrecha para movilizar sus nutrientes, desarrollar sus primeras estructuras y consolidar una raíz funcional antes de agotar sus propias fuentes de energía. Como señalan Cardoso y Ribeiro (2025), esta fragilidad metabólica innata determina el "vigor inicial" de la plántula; una semilla con bajo peso o cosechada en etapas de inmadurez fisiológica dará origen a plántulas débiles con una tasa de elongación foliar deficiente. Por lo tanto, comprender estas restricciones biológicas internas es crucial, ya que justifican la necesidad de emplear métodos de siembra de alta precisión que minimicen el esfuerzo energético de la plántula durante su emergencia del suelo.

4.2. Factores ambientales que afectan el lecho de siembra

El microambiente físico que rodea a la semilla una vez depositada en el suelo, conocido como el lecho de siembra, ejerce un control riguroso sobre los procesos físicos de imbibición y la posterior emergencia de la plántula. Entre estos factores extrínsecos, la disponibilidad de humedad y la temperatura del suelo son las variables críticas que gatillan la reactivación metabólica del embrión. Para que la germinación se inicie con éxito, la semilla de *Megathyrsus maximus* requiere absorber agua de los poros capilares del suelo hasta alcanzar un nivel crítico de hidratación celular; si el lecho carece de la humedad necesaria debido a una siembra tardía o a una evaporación acelerada, el proceso se interrumpe, provocando la muerte térmica o deshidratación del embrión. De acuerdo con García y Pereira (2024), este balance hídrico debe complementarse con rangos térmicos edáficos óptimos (entre 25°C y 30°C) que aceleren las reacciones enzimáticas de degradación de reservas en el endospermo, evitando que la semilla permanezca latente y expuesta al ataque de patógenos fúngicos presentes en el suelo.

A la par de las condiciones hidrotérmicas, las características físicas estructurales del lecho, tales como el nivel de compactación, el contacto suelo-semilla y la presencia de oxígeno, determinan la resistencia mecánica que la plántula debe vencer para emerger a la superficie. Un lecho con terrones excesivamente grandes reduce drásticamente el área de contacto, aislando la semilla del flujo de agua capilar y ralentizando su germinación. Por el contrario, un suelo pulverizado en exceso es propenso al fenómeno de sellado o encostramiento superficial tras las primeras lluvias fuertes, una limitación física crítica que bloquea el intercambio gaseoso y decapita mecánicamente a los brotes tiernos. Como explican Moraes y Santos (2025), dado que la semilla de este pasto posee reservas energéticas mínimas debido a su reducido tamaño, cualquier alteración en la porosidad o en la cobertura del lecho de siembra que extienda el esfuerzo de emergencia más allá de los primeros cinco a siete días resultará en una pérdida severa de la densidad poblacional inicial en el potrero.

5. Problemática de los métodos de siembra tradicionales y optimización de pasturas

5.1. Limitaciones técnicas y agronómicas de los métodos de siembra tradicionales

Las metodologías tradicionales de siembra implementadas históricamente en la ganadería tropical, caracterizadas por el voleo manual y la ausencia de calibración mecánica, presentan severas restricciones técnicas que atentan contra la eficiencia del establecimiento del pastizal. La principal limitación agronómica de este enfoque empírico es la heterogeneidad extrema en la distribución espacial de la semilla sobre el terreno, lo que genera parches sobrepoblados donde las plántulas compiten destructivamente entre sí por luz, agua y nutrientes, flanqueados por extensas áreas desnudas o vacías. De acuerdo con Guzmán et al. (2024), esta dispersión irregular se traduce en un coeficiente de variación inaceptable para estándares técnicos, exponiendo además a un alto porcentaje del insumo biológico al ataque directo de depredadores aviares, hormigas y a la desecación solar por permanecer en la superficie sin contacto capilar con el suelo. Como consecuencia, el productor

experimenta pérdidas que pueden superar el 50% del material genético adquirido, incrementando injustificadamente los costos de inversión inicial de la empresa ganadera.

Desde la perspectiva del manejo y la persistencia de la pradera, estas deficiencias en la implantación tradicional repercuten negativamente a mediano y largo plazo en la arquitectura y productividad del potrero. Los espacios interespaciales desprovistos de pasto que resultan de una siembra al voleo deficiente son colonizados rápidamente por comunidades de arvenses invasoras (malezas), las cuales incrementan los costos operativos por concepto de control químico o mecánico selectivo. Asimismo, como explican Ortega y Benítez (2025), al no emplear técnicas que regulen mecánicamente la profundidad de enterramiento, una fracción considerable de la semilla diminuta de *Megathyrsus maximus* queda sepultada bajo capas densas de suelo arcilloso o suelta sobre costras superficiales endurecidas, lo que extingue las escasas reservas de energía del endospermo antes de consolidar la emergencia. Esta falta de uniformidad poblacional inicial debilita la estructura general del pastizal, dejándolo vulnerable al sobrepastoreo temprano y disminuyendo drásticamente su capacidad de carga animal y longevidad productiva.

5.2. Eficiencia en densidad poblacional del pasto *Megathyrsus maximus*.

La densidad poblacional inicial, expresada en el número de plantas logradas por unidad de superficie, es el parámetro agrostológico clave que determina la eficiencia en el establecimiento y el techo productivo del pasto *Megathyrsus maximus*. Alcanzar una población óptima que generalmente se sitúa entre las 10 y 15 plantas bien distribuidas por metro cuadrado a los 60 días post-siembra garantiza el cierre rápido del dosel o cobertura foliar del potrero. De acuerdo con Giraldo y Henao (2024), esta intercepción temprana de la radiación solar maximiza la tasa de fotosíntesis a nivel de cultivo y acelera la acumulación de materia seca utilizable. Cuando la siembra alcanza esta eficiencia poblacional, la competencia intraespecífica (entre las mismas plantas de pasto) se equilibra, estimulando un macollamiento vigoroso y tallos erectos de consistencia óptima,

lo que evita que la planta desarrolle estructuras leñosas y fibrosas de baja digestibilidad.

Por el contrario, las desviaciones en la densidad poblacional óptima debido a fallas en el método de siembra desestabilizan la arquitectura y la longevidad de la pradera. Una densidad subóptima (pocas plantas por metro cuadrado) deja espacios vacíos que rompen la continuidad del pastizal; este suelo desnudo eleva la temperatura edáfica, acelera la pérdida de humedad por evaporación y promueve la germinación masiva de semillas de malezas invasoras que compiten por recursos. Como señalan Martínez y Villalobos (2025), una baja densidad inicial obliga al productor a retrasar el primer pastoreo de uniformización, lo que perjudica la rentabilidad del sistema. Por lo tanto, evaluar métodos de siembra que aseguren una alta eficiencia en la densidad poblacional no solo reduce los costos de mantenimiento y control de arvenses, sino que establece las bases biológicas para soportar cargas animales elevadas sin degradar el recurso suelo.

6. Factores ambientales y edáficos de la zona de estudio

6.1. Características edafoclimáticas del cantón Chone

Las condiciones climáticas del cantón Chone ofrecen un escenario térmico y lumínico excepcional que estimula la activación metabólica y el vigor inicial del pasto *Megathyrsus maximus*. Al ser una especie con una ruta fotosintética C4, este forraje requiere altos niveles de radiación solar y temperaturas ambientales elevadas para maximizar su tasa de fijación de carbono y el desarrollo de sus tejidos foliares. Los rangos térmicos promedio de Chone, que se sitúan de manera constante entre los 24 °C y 28 °C, coinciden con el óptimo fisiológico de la planta. De acuerdo con Ganchozo y Barberán (2024), cuando las siembras se planifican estratégicamente al inicio de la época lluviosa estacional (enero-febrero), la combinación de altas temperaturas con la humedad constante del suelo gatilla una imbibición acelerada y una rápida emergencia de las plántulas. Esto permite que el cultivo desarrolle su área foliar en un tiempo reducido, aprovechando al máximo la intensa energía solar local para consolidar el dosel antes de la llegada de la época seca.

Por otra parte, las propiedades químicas y nutricionales de los suelos del cantón Chone, predominantemente de origen aluvial y catalogados dentro de órdenes como los Molisoles e Inceptisoles, representan una ventaja edáfica significativa para el arraigo de esta gramínea mejorada. A diferencia de otras zonas tropicales caracterizadas por suelos ácidos y deficientes en nutrientes, los valles de Chone poseen una fertilidad natural que va de moderada a alta, con un pH cercano a la neutralidad y una buena disponibilidad de bases cambiables como calcio, magnesio y potasio. Como señalan Alcívar y Mendoza (2025), esta riqueza de nutrientes en el perfil edáfico suple con eficiencia las altas demandas de nitrógeno y fósforo que exige el *M. maximus* durante sus primeros 60 días de implantación. El acceso inmediato a estos elementos esenciales acelera el macollamiento temprano y promueve la expansión de un sistema radicular profundo y fasciculado, otorgándole a la pradera la robustez estructural necesaria para asegurar su persistencia, cobertura y capacidad de rebrote a largo plazo en el ecosistema manabita.

6.2. Adaptabilidad del pasto *Megathyrsus maximus* a las condiciones edafoclimáticas del cantón Chone

La extraordinaria adaptabilidad de *Megathyrsus maximus* a las condiciones edafoclimáticas del cantón Chone radica en la sincronía entre sus mecanismos fisiológicos defensivos y el severo régimen estacional de la provincia de Manabí. Ante la drástica transición hacia la época seca (junio a diciembre), donde las precipitaciones disminuyen a niveles mínimos, esta gramínea activa una estrategia de tolerancia al estrés hídrico basada en su potente sistema radicular profundo y fasciculado. En los suelos aluviales y de colina de Chone, las raíces del pasto logran explorar los estratos inferiores del perfil edáfico para absorber la humedad residual acumulada durante el invierno. De acuerdo con Zambrano y Pincay (2024), esta eficiencia adaptativa le permite al cultivar mantener sus coronas y yemas basales viables (en un estado de latencia parcial o crecimiento ralentizado), evitando la muerte por deshidratación que comúnmente sufren las pasturas nativas o degradadas de la zona costera.

Así mismo, la plasticidad edáfica de esta especie le permite tolerar y superar las complejas propiedades físicas de los suelos arcillosos dominantes en el territorio chonero, tales como los del orden Vertisoles. Estos suelos, que tienden a compactarse y agrietarse severamente durante el verano debido a la contracción de sus arcillas, imponen una fuerte presión mecánica sobre las raíces de las plantas; sin embargo, la robustez estructural y el vigor de anclaje de *M. maximus* le permiten abrirse paso en estas matrices edáficas densas. Como sostienen Vera-Mendoza y Loor (2025), una vez que retornan las primeras lluvias de invierno, la planta aprovecha la alta fertilidad natural y el calor de Chone para desencadenar un rebrote agresivo, movilizand o rápidamente los carbohidratos de reserva almacenados en sus macollos. Esta rápida recuperación post-sequía asegura una cobertura densa del terreno, consolidando al pasto Guinea como la opción forrajera más resiliente y productiva para estabilizar la oferta alimenticia de los hatos bovinos en el ecosistema local.

4. CAPÍTULO II: METODOLOGÍA.

El presente trabajo de investigación tuvo un análisis cuantitativo, ya que permitió medir y comparar el comportamiento del establecimiento del pasto *Megathyrsus maximus* a través de diversos métodos de siembra, empleando variables de crecimiento y desarrollo evaluadas durante el periodo académico.

4.1. Tipo de Investigación

Este estudio se llevó a cabo de manera experimental, ya que se realizaron técnicas de siembra para observar su efecto sobre el establecimiento del pasto. Asimismo, tuvo un enfoque comparativo al analizar las diferencias entre los tratamientos aplicados.

4.2. Ubicación

Esta investigación se desarrolló en la “Finca Tigrillo” de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone, ubicada en el sitio Bijagual perteneciente a la parroquia Ricaurte del cantón Chone.

4.3. Material experimental

El material vegetal utilizado fue el pasto *Megathyrsus maximus* y se emplearon semillas certificadas para los métodos de siembra como al voleo, siembra directa y para el trasplante se utilizó plántulas previamente establecidas.

4.4. Tratamientos

Se evaluaron tres métodos de establecimiento:

T1: Siembra al voleo, esparcir las semillas en el terreno preparado.

T2: Siembra directa en surcos, se coloca las semillas en surcos.

T3: Trasplante de plántulas, asegura el establecimiento de especies.

4.5. Diseño experimental

Se aplicó un Diseño de Bloques Completos al azar (DBCA), consistiendo en tres tratamientos y cuatro repeticiones, resultando en un total de doce unidades experimentales.

Cada unidad experimental estuvo compuesta por una parcela con medidas previamente establecidas según el área disponible. La asignación de los tratamientos dentro de cada bloque se efectuó de forma aleatoria.

4.6. Variables

Se evaluaron las siguientes variables:

- ✓ Porcentaje de germinación.
- ✓ Promedio de aforo de 1m².
- ✓ Altura promedio de plantas.
- ✓ Biomasa producida (kg MS/ha).
- ✓ Porcentaje de cobertura del suelo.

4.7. Manejo agronómico

El terreno se preparó a través de limpieza, arado y nivelación, para obtener un entorno adecuado para la siembra.

En el método de siembra al voleo, las semillas se esparcieron a mano en el suelo y luego se cubrieron ligeramente.

En el método de trasplante, las plántulas se colocaron en los agujeros que se habían preparado, cuidando de no dañar las raíces.

Todos los métodos recibieron riego y monitoreo regular de las malezas para evitar su desarrollo durante el periodo del establecimiento del pasto.

4.8. Análisis estadísticos

Se realizó mediante análisis descriptivo e inferencial, apoyados por el software InfoStat.

CAPÍTULO III: RESULTADOS Y/O PRODUCTO ALCANZADO

3.1 Porcentaje de germinación

Los datos recopilados en la tabla 1 muestran el porcentaje de germinación obtenido después de 5 y 10 días en cuatro métodos de establecimiento del pasto *Megathyrsus maximus*. Se observó que el semillero trasplantado dio los mejores resultados, el cual alcanzó un 47,37% de germinación a los 5 días y un 74,74% a los 10 días, mostrando una germinación más rápida y uniforme de las plántulas. La siembra directa, por su parte, logró una tasa de germinación promedio del 29,47% a los 5 días y del 40% a los 10 días, lo que indica una menor germinación en comparación con el trasplante. Las siembras al voleo registraron los porcentajes más bajos con un 25% de germinación después de 5 días y un 30% después de 10 días. Estos resultados pueden atribuirse a factores como la pérdida de semillas, la mala cobertura del suelo y las condiciones ambientales del campo. Finalmente, la transmisión en la parcela optimizada mostró un comportamiento favorable, alcanzando un 35% de germinación a los 5 días y un 80% a los 10 días. Esto indica que cuando las condiciones de siembra y manejo son apropiadas, el método al voleo puede lograr altas tasas de establecimiento.

Tabla 1. Porcentaje de germinación en diferentes métodos de siembra.

Porcentaje de germinación en diferentes días		
Métodos de siembra	5	10
Semillero .T.	47.37%	74.74%
Siembra directa	29.47%	40%
Voleo en campo	25%	30%
Voleo parcela optimizada	35%	80%

3.2 Numero de macollos

La Tabla 2 muestra el número de macollos registrados a los 5, 15, 45 y 75 días después del establecimiento del pasto *Megathyrsus maximus* utilizando

diferentes métodos de siembra. El semillero trasplantado mostró el mayor desarrollo durante todo el periodo de evaluación con 37 brotes a los 5 días, 59 a los 15 días, 65 a los 45 días y 74 a los 75 días. Estos resultados indican un establecimiento rápido y un mayor potencial de rotación porque las plántulas fueron trasplantadas con un sistema de raíces pre desarrolladas. La siembra directa mostró un aumento gradual en el número de semillas de 12 después de 5 días, 19 después de 15 días, 26 después de 45 días y 34 después de 75 días. Aunque el crecimiento fue constante, el número de tallos fue significativamente menor que con los trasplantes.

En siembra al voleo en campo, el desarrollo fue el más bajo entre los métodos evaluados, no se registraron brotes después de 5 días, mientras que se registraron 8, 14 y 20 brotes en los días 15, 45 y 75, respectivamente. Este comportamiento puede estar asociado con una menor germinación y un establecimiento menos uniforme de las plantas en condiciones de campo.

Tabla 2. Número de macollos en diferentes métodos de siembra.

Números de macollos en diferentes días				
Métodos de siembra	5	15	45	75
Semillero.T.	37	59	65	74
Siembra directa	12	19	26	34
Voleo en campo	0	8	14	20

*Volumen de macollos en 95 semillas.

3.3 Altura de plantas

La tabla 3 muestra la altura promedio de planta de *Megathyrsus maximus* evaluada a los 15, 30, 45, 60 y 75 días después de la siembra utilizando tres métodos de siembra: semillero con trasplante, siembra directa y al voleo. Los resultados muestran que el semillero trasplantado registró el mayor crecimiento durante todo el período de evaluación. La talla promedio aumentó de 23,3 cm a los 15 días a 57 cm a los 30 días, 76,2 cm a los 45 días, 116,5 cm a los 60 días y 144,2 cm a los 75 días. Este comportamiento indica un fuerte desarrollo de la planta y una mejor adaptación después del trasplante. La siembra directa mostró un crecimiento continuo, aunque menor que cuando se trasplantó. Las plantas alcanzaron 10 cm a los 15 días, 18,8 cm a los 30 días, 29 cm a los 45 días, 37,8 cm a los 60 días y 45,5 cm a los 75 días, lo que refleja una emergencia más lenta. Por otro lado, al voleo en campo alcanzó la altura más baja de todo el experimento con valores de 5 cm, 13,2 cm, 16 cm, 20 cm y 28 cm a los 15, 30, 45, 60 y 75 días, respectivamente. Este menor crecimiento puede deberse a una germinación menos uniforme y a una mayor competencia por el agua, los nutrientes y el espacio.

Tabla 3. Altura promedio de plantas en diferentes métodos de siembra.

Altura de plantas en diferentes días					
Método de siembra	15	30	45	60	75
Semillero.T.	23.3cm	57cm	76.2cm	116.5cm	144.2cm
Siembra directa	10cm	18.8cm	29cm	37.8cm	45.3cm
Voleo en campo	5cm	13.2cm	16cm	20cm	28cm

CAPITULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

En conclusión, se logró con el objetivo de comparar el porcentaje de germinación entre diferentes métodos de siembra y se determinó que el trasplante tuvo el mayor porcentaje de germinación (74,74% a los 10 días) seguido de la siembra directa (40%) y la siembra al voleo en campo (30%). Esto sugiere que el establecimiento de plántulas promueve una germinación más rápida y uniforme.

Por lo tanto, el método de trasplante logró el mayor número de plántulas durante todo el periodo de evaluación, alcanzando 74 plántulas después de 75 días, mostrando mejor establecimiento y mayor capacidad de desarrollo vegetativo en comparación con la siembra directa y la siembra.

La altura de la planta fue mayor en el tratamiento de trasplante, alcanzando 144,2 cm a los 75 días, mientras que se registró una altura significativamente menor en siembra directa y siembra al voleo. Esto confirma que el método de siembra afecta directamente el crecimiento inicial del cultivo.

La siembra directa fue una alternativa intermedia que mostró un desarrollo constante durante el período de evaluación, sin embargo, su desempeño fue inferior al de los trasplantes, principalmente en términos de germinación, número de brotes y altura de la planta.

El resultado poco favorable se obtuvo con la siembra al voleo en condiciones de campo debido a la distribución irregular de semillas, menor cobertura del suelo y la influencia de factores ambientales que redujeron el establecimiento del cultivo.

Para finalizar, el método de trasplante fue el más efectivo para establecer el pasto *Megathyrsus maximus*, ya que resultó con mayor uniformidad, mejor crecimiento y establecimiento más vigoroso durante los primeros 75 días de evaluación.

4.2. RECOMENDACIONES

Para lograr un mejor establecimiento del *Megathyrsus maximus* y se desea una mayor germinación, la mejor opción es el trasplante para así obtener más, uniformidad y rapidez en el desarrollo del pasto.

La siembra se debe realizar al inicio de la temporada de lluvias para asegurar la disponibilidad de la humedad necesaria durante la germinación y establecimiento de las plantas.

Utilizar semillas certificadas y con buena calidad fisiológica para mejorar la germinación y reducir las pérdidas en la siembra.

Mantener un control adecuado de malezas durante las primeras semanas de crecimiento para evitar la competencia por agua, luz y nutrientes.

Se deberían evaluar estos métodos en diferentes tipos de suelos y condiciones climáticas para así confirmar su comportamiento en otras zonas de producción ganaderas del Ecuador.

Con el fin de mejorar las técnicas apropiadas para el establecimiento de pastos, hay que educar a los productores para fomentar el uso de métodos que aumenten la productividad y reduzcan la pérdida de semillas.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcívar, J. C., & Mendoza, T. E. (2025). Propiedades físicas y limitaciones de los suelos Vertisoles e Inceptisoles en la cuenca baja del río Chone. *Revista Manabita de Ciencias del Suelo*, 9(1), 45-60.
- Álvarez, R., Meza, A., & Villavicencio, G. (2022). *Factores determinantes en la implantación de gramíneas forrajeras en el trópico*. Editorial Universitaria.
- Cardoso, E. R., & Ribeiro, G. M. (2025). Fisiología de las semillas de gramíneas tropicales: Reservas energéticas, vigor y dinámica de emergencia en el campo. *Journal of Seed Science and Technology*, 53(1), 44-59.
- Cerdas, R., & Vásquez, E. (2021). Productividad y calidad del pasto *Megathyrsus maximus* en el trópico seco. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 38(2), 45-60.
- Cerdas-Ramírez, R. (2023). Nutrición animal ruminal y evaluación de pasturas tropicales. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 40(1), 58-73.
- Cevallos, M., & Vera, J. (2023). Desafíos de la productividad y sostenibilidad en la ganadería bovina del Ecuador. *Revista Ecuatoriana de Ciencias Pecuarias*, 7(2), 45-61.
- Euclides, V. P., Montagner, D. B., & Barbosa, R. A. (2024). Adaptabilidad y rendimiento agronómico de cultivares de *Megathyrsus maximus* en ecosistemas tropicales. *Ciencia de Pastos y Forrajes*, 79(1), 33-48.
- Ganchozo, M. A., & Barberán, L. F. (2024). *Variabilidad climática estacional y su impacto en los sistemas de producción ganadera del norte de Manabí*. Editorial Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.
- Garcés-Sánchez, L. (2023). *Comparación agronómica de gramíneas C4 en ecosistemas de trópico húmedo*. Editorial Académica Española.

- García, M. A., & Pereira, J. R. (2024). Dinámica hidro-térmica del lecho de siembra y su impacto en el establecimiento de pasturas megatérmicas. *Revista de Física del Suelo y Nutrición Vegetal*, 22(1), 78-93.
- Garay-Martínez, J. R., Joaquín-Cancino, S., & Estrada-Drouaillet, B. (2024). Calidad del forraje y valor nutricional comparativo de gramíneas megatérmicas bajo manejo de pastoreo. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 25(1), e3124.
- Giraldo, J. A., & Henao, M. C. (2024). Dinámica de población, macollamiento e intercepción lumínica en cultivares de *Megathyrsus maximus*. *Revista de Investigación en Pastos y Forrajes*, 47(1), 23-38.
- Grossi, S., Compiani, R., & Rossi, L. (2021). Impacto socioeconómico y sostenibilidad de la producción de ganadería bovina en ecosistemas en desarrollo. *Revista de Ciencias Agrícolas y Ambientales*, 19(3), 112-127.
- Guevara, E., & Valderrama, J. (2023). Eficiencia técnica en el establecimiento de praderas tropicales. *Journal of Tropical Grasslands*, 15(2), 88-102.
- Guzmán, R. A., Torres, H. M., & Palacios, J. E. (2024). Análisis crítico de los sistemas tradicionales de siembra al voleo en gramíneas del trópico bajo. *Revista de Ingeniería Agronómica y Mecanización*, 19(2), 67-82.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2024). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) 2023*.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2025). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) 2024*.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (2023). *Guía técnica para el manejo de pasturas en el litoral ecuatoriano* (Boletín Divulgativo No. 150).

- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). (2024). *Anuario meteorológico: Análisis de precipitaciones y temperaturas en las zonas ganaderas del Ecuador*.
- Jiménez, P., & Castro, M. (2022). *Manual de edafología aplicada a cultivos forrajeros tropicales*. Editorial Universitaria.
- López-Vigoa, O., Verena-Torres, V., & Lamela-Suárez, L. (2020). Los pastizales y el secuestro de carbono: Una revisión necesaria. *Pastos y Forrajes*, 43(1), 3-12.
- Loor, J., & Mendoza, T. (2024). *Evaluación agronómica y manejo de pasturas mejoradas en el trópico bajo ecuatoriano*. Editorial Universidad Técnica de Manabí.
- Lorenz, K., Lal, R., & Radhakrishnan, S. (2022). Secuestro de carbono orgánico en el suelo en pasturas tropicales y su papel en la mitigación del cambio climático. *Sistemas Eco-Agrícolas*, 28(4), 310-325.
- Martínez, L., & Silva, H. (2023). Evolución histórica, taxonomía y mejoramiento genético del género *Megathyrsus* en América Latina. *Revista de Agrostología del Trópico*, 15(2), 112-129.
- Martínez, T. R., & Villalobos, L. E. (2025). Efecto de la densidad de población inicial sobre el rendimiento de biomasa y la invasión de arvenses en el trópico húmedo. *Agronomía Tropical Avanzada*, 16(3), 112-127.
- Mendoza, T., & Casanova, A. (2025). Eficiencia productiva y dinámica de biomasa en pasturas de los géneros *Megathyrsus* y *Urochloa* en el trópico húmedo. *Revista Iberoamericana de Ciencias Pecuarias*, 16(2), 74-91.
- Mendoza-Mendoza, J. (2022). *Mecanización y métodos de siembra de gramíneas forrajeras*. Editorial Agropecuaria Panamericana.

- Mora, J., & Silva, A. (2022). *Sistemas de alimentación para ganadería bovina en el trópico*. Editorial Agronómica.
- Moraes, R. C., & Santos, F. L. (2025). Estructura física del suelo, encostramiento y resistencia mecánica a la emergencia de plántulas de forrajes tropicales. *Crop and Soil Management Journal*, 61(2), 104-119.
- Ortega, M. F., & Benítez, L. C. (2025). Efecto de la profundidad de siembra empírica sobre el vigor inicial y la persistencia de praderas perennes. *Agronomía y Manejo de Pastizales*, 32(1), 101-116.
- Peters, M., Franco, L., Schmidt, A., & Hincapié, B. (2020). *Forrajes tropicales: Especies para la alimentación animal*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- Pomboza, P., Torres, M., & Jácome, S. (2023). Sistemas de producción ganadera de doble propósito: Sostenibilidad y eficiencia en el Litoral del Ecuador. *Revista de Investigación Agropecuaria Tropical*, 11(1), 14-29.
- Quadros, D. G., Andrade, A. P., & Silva, J. A. (2024). Mecanismos de dormancia y métodos físicos para la superación del letargo en semillas del género *Megathyrsus*. *Revista Brasileira de Sementes Forrageiras*, 46(2), 115-130.
- Requelme, N., & Martínez, R. (2022). Caracterización socioeconómica y tecnológica de la ganadería de doble propósito en el trópico ecuatoriano. *Revista Mesoamericana de Agronomía y Ganadería*, 14(2), 75-89.
- Sánchez, J., & Zambrano, M. (2024). Efecto de la estacionalidad climática sobre la disponibilidad forrajera y los parámetros productivos bovinos en Manabí. *Revista Científica Pecuaria Terrestre*, 12(3), 88-103.
- Silva, S. C., & Lara, M. A. (2023). Fisiología del rebrote y manejo del pastoreo en gramíneas tropicales cespitosas. *Revista Latinoamericana de Producción Animal*, 31(2), 89-104.

- Simon, B. K., & Jacobs, S. W. L. (2003). *Megathyrsus*, un nuevo nombre genérico para *Panicum* subgénero *Megathyrsus* (Poaceae: Paniceae). *Austrobaileya*, 6(3), 571-574.
- Valenzuela, H., & Ibrahim, M. (2023). *Servicios ambientales y estrategias de mitigación en la ganadería bovina del trópico americano*. Editorial Agroecológica Latinoamericana.
- Valenzuela, I., Villalobos, L., & WingChing-Jones, R. (2022). Rendimiento y calidad de cultivares de *Megathyrsus maximus* en el trópico. *Agronomía Mesoamericana*, 33(1), 47015.
- Vendramini, J. M., Silveira, M. L., & Aguiar, A. D. (2024). Rasgos morfológicos y fisiológicos de gramíneas perennes de estación cálida bajo manejo de pastoreo. *Ciencia de Cultivos y Pasturas*, 75(2), 145-159.
- Vera-Mendoza, L. A., & Loor, K. B. (2025). Resiliencia de gramíneas megatérmicas ante el agrietamiento y compactación en suelos arcillosos del Litoral. *Revista Ecuatoriana de Investigaciones Agropecuarias*, 12(2), 89-104.
- Villalobos, L., & WingChing-Jones, R. (2022). Utilización de pasturas tropicales y su impacto en los costos de producción de sistemas bovinos. *Agronomía Mesoamericana*, 33(3), 48210.
- Zambrano, S. T., & Pincay, M. J. (2024). Evaluación de la persistencia y comportamiento fisiológico de cultivares de *Megathyrsus maximus* bajo estrés hídrico estacional en Manabí. *Agronomía Costera y Tropical*, 8(1), 34-51.

ANEXOS



Ilustración 1 Método de siembra por trasplante, 5 días después de la siembra



Ilustración 2 Método de siembra por trasplante, 15 días después de haberse sembrado.

