



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

**Trabajo de Titulación - Modalidad Proyecto de
Investigación**

TITULO DE INVESTIGACIÓN:

“Evaluación de la producción de forraje verde y seco en parcelas
demostrativas polifíticas.”

AUTORES:

Peñarrieta Hidalgo Fabiola Stefania
Sabando Rosado Emily Patricia

UNIDAD ACADÉMICA:

Extensión Chone

CARRERA:

Ingeniería agropecuaria

TUTOR:

Ing. Odilón Estuardo Schnabel Delgado Mg.

Chone-Manabí- Ecuador

2025

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Ing. Odilón Estuardo Schnabel Delgado Mg; Docente de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí Extensión Chone, en calidad de Tutor.

CERTIFICO:

Que el presente proyecto integrador con el título: "Evaluación de la producción de forraje verde y seco en parcelas demostrativas polifíticas" 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 sus autores: Peñarrieta Hidalgo Fabiola Stefania y Sabando Rosado Emily Patricia

Siendo de su exclusiva responsabilidad.

Chone, septiembre del 2025



Ing. Odilón Estuardo Schnabel Delgado. Mg

TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Quienes suscriben la presente:

Srta. Peñarrieta Hidalgo Fabiola Stefania

Sra. Sabando Rosado Emily Patricia

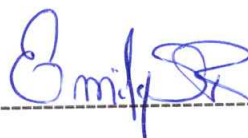
Estudiantes de la Carrera de **Ingeniería Agropecuaria**, declaramos bajo juramento que el presente proyecto integrador cuyo título: "Evaluación de la producción de forraje verde y seco en parcelas demostrativas polifíticas", previa a la obtención del Título de **INGENERO AGROPECUARIO**, es de autoría propia y ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros y consultando las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Chone, septiembre del 2025



Srta. Peñarrieta Hidalgo Fabiola Stefania

CI: 1314705904



Sra. Sabando Rosado Emily Patricia

CI: 1313706416



APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Titulación con modalidad Proyecto de investigación, titulado: "Evaluación de la producción de forraje verde y seco en parcelas demostrativas polifitias" de sus autores:

Peñarrieta Hidalgo Fabiola Stefania y Sabando Rosado Emily Patricia de la Carrera "**Ingeniería Agropecuaria**", y como Tutor del Trabajo el Ing. Schnabel Delgado Odilón Estuardo.

Chone, septiembre del 2025

Lcda. Rocio Bermúdez Cevallos. Mg

DECANA

Ing. Odilón Schnabel Delgado. Mg

TUTOR

Ing. Macario Figueroa Vélez. Mg

MIEMBRO TRIBUNAL

Ing. Juan Moreira Saltos. Mg

MIEMBRO TRIBUNAL

Lcda. Indira Zambrano Cedeño. Mg

SECRETARIA

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a Dios por haberme dado la fuerza para poder realizar mi carrera universitaria, al igual que al Ing. Odilón Schnabel Delgado por su invaluable guía y el apoyo constante durante todo el proceso de investigación.

Mi más profundo agradecimiento a mis padres Sra. Hidalgo Mendoza Paula y Peñarrieta Llor José, quienes durante toda mi carrera universitaria me brindaron su apoyo incondicional.

Agradezco también a mi abuela Sra. María Mendoza y a mi hermano Leandro Peñarrieta Hidalgo los cuales con su amor me brindaron su apoyo inquebrantable a lo largo de esta etapa.

Gracias de manera especial al Sr. Cristhian Napa su experiencia y conocimiento fueron invaluable para poder lograr esta investigación.

Un profundo agradecimiento a todos mis compañeros por su amistad y apoyo emocional, a mis amigos Emily Sabando, Jonathan Cedeño y Ebdy Mejía quienes fueron incondicional en todo momento y estuvieron siempre para mí, a ustedes tres gracias por su amistad sincera.

Fabiola Peñarrieta Hidalgo

AGRADECIMIENTO

Quiero extender mis agradecimientos principalmente a Dios, quien es fuente de mi fortaleza y guía a lo largo de este camino. Su luz ha iluminado mis pasos y me ha dado la sabiduría necesaria para enfrentar cada desafío, estoy profundamente agradecida por las bendiciones que me ha otorgado y la paz que me brindó en momentos de incertidumbre.

A mi tutor Ing. Odilón Schnabel Delgado, le expreso mi más sincero agradecimiento por su guía, compromiso y dedicación a lo largo de este trabajo. Su orientación académica, sus observaciones oportunas y su paciencia han sido fundamentales en el desarrollo de esta tesis.

Quiero dedicar un espacio muy especial a mis hijos Gerard y Patrick, quienes han sido una fuente constante de amor, fuerza e inspiración a lo largo de este camino. Gracias por su paciencia en los momentos en que estuve ausente, por comprender mis silencios y acompañarme con su sola presencia. Su amor incondicional ha sido el motor que me impulsó a seguir adelante, incluso en los momentos más difíciles. Cada paso que he dado en este proceso ha sido también por ustedes, con la esperanza de dejarles un ejemplo de perseverancia y dedicación. Esta meta alcanzada es también de ustedes.

A mis padres, Sra. Martha Rosado Chica y Sr. Jorge Sabando Vargas, gracias por ser mi raíz y mi refugio. Su amor, sacrificio y ejemplo han sido pilares fundamentales en mi vida y en la realización de este logro. Gracias por enseñarme el valor del esfuerzo, la honestidad y la perseverancia. Sin su apoyo incondicional, este camino habría sido mucho más difícil.

A mi esposo, Sr Cristhian Napa, no encuentro palabras para expresar mi agradecimiento, pues este logro también es suyo. Gracias por ser mi soporte en mis momentos de debilidad.

A mis hermanos, Lisbeth Sabando y Diego Sabando gracias por ser parte esencial de mi vida y por acompañarme en cada etapa del camino.

A mis sobrinos, Brithany, Christian y Jesús, gracias por regalarme alegría en los momentos más agotadores y por recordarme, con su inocencia y cariño, que siempre hay razones para sonreír.

Gracias a mis amigos Fabiola Peñarrieta, Jonathan Cedeño y Eddy Mejía, por el apoyo mutuo, por las charlas que aliviaban el estrés, los trabajos compartidos, las dudas resueltas en grupo y las risas que hicieron más llevadero el proceso. Su compañía hizo que esta experiencia fuera no solo formativa, sino también humana y enriquecedora.

Gratitud infinita a los que siempre están.

Emily Sabando Rosado

DEDICATORIA

Primeramente, a Dios que siempre ha sido una guía para poder lograr toda esta investigación.

A igual manera que a mi mamá la Sra. Hidalgo Mendoza Paula que gracias a su apoyo, paciencia, consejos, amor y dedicación hoy es posible este logro, gracias por ser mi pilar fundamental en esta etapa de mi vida te amo.

A ustedes, con infinita gratitud dedico este trabajo de investigación.

Fabiola Peñarrieta Hidalgo

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, fuente de fortaleza y sabiduría, por haberme guiado a lo largo de este proceso.

También este proyecto lo dedico especialmente a mis dos pequeños hijos y toda mi familia: mis padres, hermanos y esposo que han estado en todo momento a mi lado apoyándome para lograr mis sueños.

El día de hoy puedo decir que no son únicamente mis logros sino también suyos, por sostenerme cuando más lo necesitaba.

Este trabajo no solo representa una meta académica alcanzada, sino también un pedacito de cada persona que estuvo a mi lado a lo largo del camino.

Emily Sabando Rosado

RESUMEN

El presente proyecto de investigación tuvo como objetivo evaluar la producción de forraje verde y seco en parcelas demostrativas polifíticas, utilizando tres métodos distintos de siembra: en hilera, al voleo e intercalada. El estudio se llevó a cabo en el cantón Chone, provincia de Manabí, en tres parcelas de 20 m², establecidas con especies forrajeras como *Brachiaria decumbens*, *Panicum maximum* cv. Mombaza y *Panicum maximum* cv. Zuri. La metodología fue de tipo descriptiva y cuantitativa, con mediciones de biomasa en tres cortes sucesivos, utilizando técnicas de aforo y análisis de materia seca en laboratorio. Los resultados mostraron que la siembra en hilera presentó mayor producción de biomasa en el primer corte, con diferencias estadísticamente significativas. En los cortes siguientes, las diferencias entre tratamientos no fueron significativas, aunque se observaron tendencias consistentes que favorecieron a la siembra en hilera y al voleo. En cuanto a la materia seca, no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos, aunque la siembra intercalada mostró estabilidad en los tres cortes. Se concluye que el método de siembra influye en la producción inicial de biomasa, siendo la siembra en hilera la más favorable. Sin embargo, las condiciones agroclimáticas, la madurez del cultivo y el manejo inciden en los resultados posteriores. Este estudio aporta información útil para la toma de decisiones técnicas en el establecimiento de sistemas forrajeros diversificados y sostenibles, con potencial de transferencia hacia productores ganaderos.

Palabras claves: Producción forrajera, parcelas polifíticas, siembra en hilera, *Brachiaria decumbens*, *Panicum maximum*.

ABSTRACT

This research project aimed to evaluate the production of green and dry forage in polyphytic demonstration plots, using three different sowing methods: row planting, broadcasting, and intercropping. The study was conducted in Chone, Manabí province, across three 20 m² plots established with forage species such as *Brachiaria decumbens*, *Panicum maximum* cv. *Mombaza*, and *Panicum maximum* cv. *Zuri*. The methodology was descriptive and quantitative, involving biomass measurements over three successive harvests, using forage sampling techniques and dry matter analysis in the laboratory. Results indicated that row planting yielded the highest biomass in the first cut, with statistically significant differences. In subsequent cuts, although statistical significance was not observed, consistent trends favored row and broadcast sowing. Regarding dry matter content, no significant differences were found among treatments; however, intercropping showed stable performance across the three harvests. It is concluded that sowing method influences initial biomass production, with row planting being the most favorable. Nevertheless, agroclimatic conditions, crop maturity, and management practices impacted the results in later stages. This study provides valuable technical information to guide decision-making in the establishment of diversified and sustainable forage systems, with high potential for transfer to livestock producers.

Keywords: Forage production, polyphytic plots, row sowing, *Brachiaria decumbens*, *Panicum maximum*.

ÍNDICE

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	II
APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	III
AGRADECIMIENTO	IV
DEDICATORIA.....	VII
DEDICATORIA.....	VIII
RESUMEN	IX
Palabras claves: Producción forrajera, parcelas polifíticas, siembra en hilera, <i>Brachiaria decumbens</i> , <i>Panicum maximum</i>	IX
ABSTRACT	X
Keywords: Forage production, polyphytic plots, row sowing, <i>Brachiaria decumbens</i> , <i>Panicum maximum</i>	X
ÍNDICE	XI
ÍNDICE DE TABLAS	XII
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	XIII
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.....	4
4. CAPÍTULO II: METODOLOGÍA.	23
CAPÍTULO III: RESULTADOS Y/O PRODUCTO ALCANZADO.....	26
CAPITULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	30
4.1. CONCLUSIONES	30
4.2. RECOMENDACIONES	31
BIBLIOGRAFÍA	32
ANEXOS	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía de <i>Bracharia decumbens</i>	4
Tabla 2. Taxonomía de pasto Zuri	9
Tabla 3. Taxonomía de Guinea Mombaza.	12
Tabla 4. Métodos de siembra	23
Tabla 5. Análisis de varianza para la variable de biomasa verde	26
Tabla 6. Análisis de varianza para la variable de biomasa seca	28

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Área de estudio	23
---	-----------

INTRODUCCIÓN

La producción forrajera sostenible se ha convertido en un pilar esencial para enfrentar los desafíos alimentarios del sector ganadero tropical. Según Altieri y Nicholls (2018), la diversificación en los sistemas agrícolas, incluyendo la incorporación de especies forrajeras adaptadas, contribuye a la resiliencia del sistema productivo, al mejorar la cobertura vegetal y reducir la dependencia de insumos externos.

Dentro de esta lógica, el establecimiento de parcelas demostrativas polifíticas se presenta como una alternativa viable para maximizar el uso del suelo, optimizar la productividad del forraje y garantizar una alimentación más balanceada para el ganado (Fonseca, Gutiérrez y Bermúdez, 2018). Este tipo de sistemas permite integrar gramíneas y leguminosas que, mediante interacciones complementarias, potencian la eficiencia y sostenibilidad del ecosistema forrajero.

Estudios recientes en el litoral ecuatoriano han demostrado que mezclas de *Brachiaria decumbens*, *Panicum maximum* cv. *Mombaza* y *Zuri* ofrecen altos rendimientos de biomasa y buen valor nutritivo bajo condiciones de manejo intensivo (Zambrano, Loo y Erazo, 2022; Barrios, López y Moreira, 2021). Estas evidencias respaldan la pertinencia de seguir evaluando diferentes métodos de siembra que favorezcan su implantación exitosa.

La evaluación del rendimiento forrajero en función del método de siembra no solo genera información útil para mejorar la productividad ganadera, sino que también permite validar modelos de producción más amigables con el ambiente, contribuyendo al desarrollo de tecnologías adaptadas a las condiciones agroecológicas locales.

Este trabajo se enmarca dentro de la carrera de Ingeniería Agropecuaria, ya que aborda la planificación, manejo y evaluación de sistemas productivos sustentables, elementos fundamentales en la formación profesional del ingeniero agropecuario comprometido con el desarrollo rural.

Sin embargo, aún persisten vacíos sobre cuál es el sistema de siembra más eficiente en parcelas polifíticas bajo condiciones del litoral ecuatoriano. Esta falta de información técnica genera incertidumbre en los productores al momento de establecer sus pasturas, afectando la toma de decisiones y la eficiencia productiva del sistema forrajero.

El presente estudio aporta al cuerpo de conocimientos sobre técnicas de manejo forrajero, y constituye una herramienta valiosa para la enseñanza y aprendizaje de sistemas de producción agropecuarios sostenibles. Fortalece el vínculo entre teoría y práctica mediante la generación de datos empíricos provenientes de parcelas experimentales reales.

Desde el punto de vista tecnológico, el proyecto propone alternativas de establecimiento de cultivares forrajeros utilizando métodos de siembra adaptados a contextos locales, lo que facilita la transferencia de tecnología hacia productores y técnicos agropecuarios interesados en implementar sistemas de alta eficiencia.

El trabajo se alinea con la línea de investigación institucional "Producción agropecuaria sostenible", impulsada por la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, ya que promueve la validación de tecnologías limpias, adaptativas y resilientes en contextos de pequeña y mediana escala productiva bajo el siguiente objetivo general:

Evaluar el rendimiento de forraje verde y seco en parcelas demostrativas polifíticas utilizando tres métodos de siembra: hilera, voleo e intercalada, en el cantón Chone, provincia de Manabí.

Con lo que se desglosa los siguientes objetivos específicos

Establecer parcelas demostrativas con tres métodos distintos de siembra de gramíneas forrajeras (*Panicum maximum* y *Brachiaria*).

Medir la producción de forraje verde y materia seca en cada tipo de parcela durante tres cortes sucesivos.

Analizar estadísticamente los resultados para determinar el método de siembra más eficiente en términos de rendimiento.

Por todo lo expuesto, el presente proyecto buscó responder a la necesidad de identificar prácticas de siembra más eficientes que mejoren la productividad forrajera en sistemas ganaderos locales. Este conocimiento, además de fortalecer las competencias profesionales de los futuros ingenieros agropecuarios, puede ser transferido a los productores como una herramienta para optimizar sus sistemas de alimentación animal y contribuir al desarrollo sostenible del sector agropecuario de la región.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1. PASTO BRACHIARIA DECUMBENS (*Urochloa decumbens*)

Según Navajas, (2011), este pasto es conocido comúnmente como brachiaria común, pasto alambre, pasto amargo o pasto peludo" (p. 11). Es originario de África central y oriental, y presenta una buena adaptación a las zonas tropicales de Asia y América. Puede desarrollarse en suelos fértiles, tanto ácidos (con un pH de hasta 4,2) como pedregosos y alcalinos (con pH de hasta 8,5).

Se trata de un pasto de bajo crecimiento, cuyas hojas están cubiertas por pelos finos y cortos, lo que le otorga una cobertura densa y bien definida. Alcanza una altura de entre 50 y 70 cm, y sus hojas, de forma lanceolada y color verde brillante, miden entre 15 y 20 cm de largo y entre 8 y 10 mm de ancho. Por lo general, es mejor aceptado por los bovinos cuando se encuentra en estado de prefloración (INIAP, 2014).

Tabla 1. Taxonomía de Bracharia decumbens

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Género	Brachiaria
Especie	B. decumbens

Fuente: (Olivera et al., 2007)

1.1. Adaptación de la *Brachiaria decumbens*

El pasto *Brachiaria decumbens* se adapta bien a zonas tropicales, creciendo desde el nivel del mar hasta los 1.800 msnm, en regiones con precipitaciones entre 1.000 y 3.500 mm anuales y temperaturas superiores a los 19 °C. Destaca por su rápida recuperación tras el pastoreo y su buena competencia frente a malezas. Sin embargo, no tolera el encharcamiento prolongado, lo que reduce su valor nutritivo y puede provocar la muerte de la planta (Reátegui et al., 2019).

Se desarrolla mejor en suelos pobres, pero bien drenados, y resiste adecuadamente el pisoteo. Además, presenta un buen comportamiento cuando se cultiva en mezcla con otras especies forrajeras (Ríos, 2015).

En estudios realizados en la región de Babahoyo, se evaluó el comportamiento agronómico del pasto *Brachiaria decumbens* con diferentes densidades de siembra y frecuencias de corte. Los resultados mostraron que la mayor producción de materia verde y seca, así como el mayor beneficio económico, se obtuvieron con una densidad de 3 kg semilla/ha y cortes cada tres semanas, alcanzando una altura promedio de 1,1 m y un ancho foliar de 1,9 cm (UTB, 2021).

1.2. Características botánicas y morfológicas de *Brachiaria decumbens* Stapf

Brachiaria decumbens es una gramínea perenne, originaria de África tropical, ampliamente utilizada como forraje en regiones tropicales y subtropicales debido a su adaptabilidad a suelos pobres y su resistencia al pastoreo (Valle et al., 2018).

1.2.1. Características botánicas

Pertenece a la familia Poaceae, subfamilia Panicoideae, y al género *Brachiaria*. Presenta una alta producción de biomasa y una morfología adaptada al crecimiento rastrero, lo cual favorece la cobertura del suelo y el control de la erosión (Argel & Keller-Grein, 1996).

1.2.2. Morfología

Hábito de crecimiento: decumbente o rastrero, con tallos que enraízan en los nudos al contacto con el suelo, formando una cobertura densa (Miles et al., 2004).

Altura: entre 50 y 120 cm, dependiendo de las condiciones ambientales.

Tallos: cilíndricos, delgados, con entrenudos alargados y pubescentes; los tallos jóvenes son verdes y suaves.

Hojas: las láminas son lineares, de 30 a 40 cm de longitud y hasta 1 cm de ancho, con vellosidades cortas y densas en la cara inferior (Cook et al., 2005).

Inflorescencia: compuesta por 2 a 4 racimos digitados, con espiguillas dispuestas en dos hileras unilaterales.

Espiguillas: ovado-lanceoladas, de aproximadamente 4–5 mm de longitud, fértiles y cubiertas por glumas hirsutas.

Semillas: de bajo poder germinativo; se reproduce mayoritariamente por vía vegetativa.

Adaptación

Brachiaria decumbens se adapta bien a suelos ácidos y de baja fertilidad, siendo una opción adecuada para suelos degradados. Sin embargo, es susceptible a la cigarrilla (*Aeneolamia* spp.), especialmente en condiciones de alta humedad y sin manejo rotacional (Valle et al., 2018).

En la Amazonía ecuatoriana, la calidad nutricional de *B. decumbens* mejoró significativamente con el aumento de la edad de corte. Variables como altura, número de hojas y diámetro del tallo se incrementaron, sugiriendo que la programación del corte es esencial para maximizar el valor nutritivo del forraje (Uvidia et al., 2023).

1.3. Plagas y enfermedades

El pasto es vulnerable principalmente al ataque del *Aeneolamia* sp., conocido como “salivazo”, el cual causa el marchitamiento completo de las hojas. Cuando la infestación es severa, puede confundirse con síntomas de deficiencia

mineral. También puede ser atacado, aunque en menor medida, por *Spodoptera* spp., *Zulia* spp., *Blissus* sp. y el hongo *Rhizoctonia solani* (Viloria, 2021).

En El Empalme y Guayas, se compararon variedades de *Brachiaria* (incluyendo *decumbens*, *brizantha* y *Mulato I*). Se observó una interacción significativa entre variedad y región en rendimiento y composición bromatológica. Por ejemplo, *Mulato I* presentó los mayores rendimientos de materia seca en El Empalme, mientras que la proteína bruta fue superior en Guayas (13,08 %, $P < 0,001$) para esa misma variedad (Reyes-Pérez et al., 2022).

1.4. Control de malezas

El control de malezas es fundamental, ya que interfieren con el crecimiento y rendimiento del pasto. Para evitar su proliferación, se recomienda una adecuada preparación del terreno, uso de semilla de buena calidad y realizar un primer corte dentro de los 60 días posteriores a la siembra, ya sea manualmente o con motoguadaña. Para el control de malezas en *Brachiaria decumbens* (pasto peludo), se pueden utilizar herbicidas como Atrazina como preemergente y 2,4-D Amina como postemergente, ambos a razón de 1,5 L/ha" (CIAT, s.f.).

1.5. Rendimiento del pasto *Brachiaria decumbens*

La *Brachiaria decumbens* es una gramínea tropical de origen africano ampliamente distribuida en zonas tropicales y subtropicales. Se caracteriza por su crecimiento rastrero, alta capacidad de cobertura del suelo, buena resistencia al pisoteo y notable adaptabilidad a suelos ácidos y de baja fertilidad. Estas características la han convertido en una de las especies forrajeras más utilizadas en sistemas de pastoreo continuo y rotacional en América Latina (CIAT, 2019).

Según Rincón, López y Bermúdez (2020), el rendimiento de materia seca de *Brachiaria decumbens* puede oscilar entre 10.000 y 18.000 kg/ha/año, dependiendo de factores como el tipo de suelo, fertilización, clima y sistema de manejo. En un estudio desarrollado en la región amazónica del Ecuador, Morales, Erazo y Zamora (2021) reportaron un rendimiento promedio de 14.600 kg de materia seca por hectárea al año, acompañado de un contenido de

proteína cruda del 10 % y una digestibilidad superior al 55 %, parámetros adecuados para sistemas de ganadería de carne.

La frecuencia de corte influye directamente en su productividad y calidad. García, Mendoza y Tapia (2022) encontraron que cortes realizados cada 35 a 40 días permiten mantener un equilibrio óptimo entre rendimiento y calidad nutricional, ya que intervalos de corte más largos disminuyen el contenido proteico y aumentan la lignificación de los tejidos, afectando la palatabilidad del forraje.

En cuanto a su adaptabilidad, la *Brachiaria decumbens* presenta buen comportamiento en suelos con pH entre 4.5 y 6.0 y en regiones con precipitaciones superiores a 1.200 mm anuales (CIAT, 2019). Además, su asociación con leguminosas rastreras como *Arachis pintoi* o Kudzu tropical mejora la calidad del forraje, incrementa el contenido de proteína y favorece la fijación biológica de nitrógeno en el suelo (Rincón et al., 2020).

Por lo tanto, la *Brachiaria decumbens* se presenta como una alternativa eficiente y resiliente para la producción de forraje en sistemas tropicales, especialmente en suelos de baja fertilidad, contribuyendo al suministro constante de biomasa en explotaciones ganaderas.

La composición química, digestibilidad y rendimiento de *B. decumbens* en la Amazonía también respondieron claramente a la edad de rebrote. El aumento en la producción fue acompañado de una disminución en calidad nutricional, y se ajustaron ecuaciones de regresión (cuadráticas y cúbicas) para describir estas relaciones, lo que refuerza la importancia de definir puntos de corte óptimos (Rodríguez et al., 2013; Uvidia et al., 2015–2018).

2. Pasto Zuri (*Panicum maximum* cv. BRS Zuri)

El pasto *Panicum maximum* cv. BRS Zuri (Pasto Zuri) se destaca por su elevada producción de forraje y alto valor nutritivo de sus hojas, con contenidos de proteína cruda entre 11 y 15%" (Anzola, 2017).

Tabla 2. Taxonomía de pasto Zuri

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Lilipsida
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Género	Panicum
Especie	P. máximum

Fuente: (Ramírez et al., 2012)

Este cultivar tiene su origen en Tanzania y fue introducido en Brasil en 1982. Posteriormente, fue liberado en 1993 como una variedad adaptada a diversos ambientes tropicales, destacándose por su alta productividad de biomasa (Wolf, 2020).

Con este tipo pasto *Panicum maximum* cv. BRS Zuri. Anchundia Torres (2021) implementó ensayos en Santa Elena, combinando distintas distancias de siembra y dosis de nitrógeno. El tratamiento con separación de 60 × 60 cm y 230 kg N/ha (T5) produjo 46,70 t/ha de biomasa fresca. Además, un tratamiento con menor fertilización (N160) registró niveles de materia seca de 25,39 % y proteína cruda de 10,31 %, evidenciando la eficiencia agronómica de este cultivar bajo condiciones manejadas

2.1. Características botánicas y morfológicas del pasto Zuri (*Megathyrsus maximus* cv. Zuri)

El pasto Zuri (*Megathyrsus maximus* cv. Zuri) es una gramínea forrajera perenne de alto rendimiento, desarrollada mediante selección genética para mejorar la productividad ganadera en regiones tropicales. Pertenece a la familia Poaceae y es originario del continente africano, aunque su cultivo ha sido

ampliamente adaptado en zonas tropicales de América Latina (Valle, Euclides & Jank, 2016).

Según Argel, Miles, Guiot y Lascano (2007), “el pasto Zuri se caracteriza por su crecimiento cespitoso, porte erecto y macollamiento vigoroso, lo que le confiere una cobertura densa y uniforme del terreno”. Estas características lo hacen ideal para sistemas de pastoreo rotacional intensivo.

Desde el punto de vista botánico, *Megathyrsus maximus* presenta tallos cilíndricos, huecos en su parte superior y sólidos en la base, que pueden alcanzar hasta 1.5 metros de altura. Sus hojas son largas, anchas (hasta 2.5 cm), con lígula membranosa y superficie glabra o ligeramente pubescente (Keller-Grein, Maass & Hanson, 1996).

Las inflorescencias del pasto Zuri son panículas abiertas, cuyas ramas portan espiguillas de 3 a 4 mm, dispuestas en forma alterna. Las semillas son pequeñas, con una cubierta algo leñosa, y presentan buena viabilidad bajo condiciones adecuadas de siembra (Miles, Maass & Valle, 2004).

Este cultivar está adaptado a zonas con precipitaciones anuales entre 1.000 y 2.000 mm y temperaturas superiores a 23 °C. Tolerancia suelos ácidos de mediana fertilidad (pH 5.0–6.5), aunque responde favorablemente a la fertilización nitrogenada (Valle et al., 2016).

En cuanto a valor nutritivo, Argel et al. (2007) señalan que “en estado vegetativo, el contenido de proteína cruda puede superar el 12%, con una digestibilidad superior al 65%”, convirtiéndolo en una opción eficiente tanto para bovinos de carne como de leche.

Así mismo, se destaca su tolerancia moderada a plagas como la cigarrilla (*Aeneolamia spp.*), aunque se recomienda evitar el sobrepastoreo para mantener su persistencia a largo plazo (Valle et al., 2016).

2.2. Rendimiento del pasto Zuri (*Megathyrsus maximus* cv. Zuri)

El pasto Zuri (*Megathyrsus maximus* cv. Zuri) es una gramínea forrajera de porte erecto y alto potencial de producción, desarrollada para condiciones tropicales y subtropicales. Presenta un crecimiento vigoroso, buena tolerancia al

pisoteo y una excelente adaptación a suelos de mediana a alta fertilidad, siendo muy utilizado en sistemas de pastoreo intensivo.

Según Pizarro, Argel y Ramírez (2019), bajo condiciones de manejo intensivo, el rendimiento de forraje verde del pasto Zuri puede alcanzar entre 80.000 y 120.000 kg/ha/año, mientras que la producción de materia seca oscila entre 18.000 y 25.000 kg/ha/año. Estos niveles de producción lo sitúan como una de las gramíneas de mayor rendimiento dentro del género *Megathyrsus*.

Un estudio desarrollado por Zambrano, Loor y Erazo (2022) en la región litoral del Ecuador mostró que el pasto Zuri alcanzó un rendimiento promedio anual de 21.670 kg de materia seca por hectárea, superando significativamente a otros cultivares como Tanzania y Mombasa. Este comportamiento fue atribuido a la mayor densidad de macollos y al vigor vegetativo observado en este cultivar.

Adicionalmente, Barrios, López y Moreira (2021) indicaron que la frecuencia de corte influye directamente en la productividad y calidad del forraje. En su estudio, se determinó que cortes cada 42 días optimizan la producción de biomasa sin afectar el contenido nutricional, manteniendo niveles de proteína cruda superiores al 11 % y digestibilidad por encima del 55 %.

La respuesta del pasto Zuri a la fertilización también es significativa. Aplicaciones de nitrógeno en dosis entre 100 y 150 kg/ha/año permiten maximizar el rendimiento sin generar pérdidas económicas innecesarias (Barrios et al., 2021). Además, el uso de prácticas agroecológicas como biofertilizantes y microorganismos benéficos ha demostrado efectos positivos sobre su desarrollo, mejorando la estructura del suelo y favoreciendo la retención de humedad (Pizarro et al., 2019).

En conclusión, el pasto Zuri constituye una excelente opción forrajera para sistemas ganaderos intensivos en el trópico, gracias a su elevada producción, buena calidad nutricional y adaptabilidad a diversos manejos. Su incorporación en parcelas demostrativas puede ser clave para mejorar la eficiencia alimenticia del ganado y promover prácticas sustentables en la ganadería tropical.

3. *Panicum* máximo (Mombaza)

Tabla 3. Taxonomía de Guinea Mombaza.

Reino	Plantae
División	Embriophyta
Clase	Angiospermae
Orden	Glumiflorae
Familia	Poaceae
Género	<i>Panicum</i>
Especie	<i>P. maximum</i>

Fuente: (González, 2017).

La especie *Panicum maximum*, recientemente nombrada también como *Panicum maximum*, Jacq. cv. Mombaza, es una gramínea oriunda de África, introducida en épocas lejanas en los trópicos y subtrópicos de América y está ampliamente difundida en la India, Asia, Australia, Islas del Pacífico, donde se ha naturalizado y es ahora una de las gramíneas más extensamente cultivada. El zacate guinea (*Panicum maximum*) es una especie común en los trópicos y se propaga por semillas, dispersándose a través de animales o por el agua (Conabio, s.f.). Además, el contenido de proteína cruda y fósforo en *Panicum maximum* varía según la edad del forraje, con los mejores resultados de composición química y digestibilidad observados a los 30 días de rebrote (Redalyc, 2008).

El género *Panicum maximum* cuenta con una diversidad de cultivares, algunos de los cuales presentan diferencias morfológicas y agronómicas significativas en su productividad estacional" (Polo, 2021).

3.1. Características botánicas y morfológicas del pasto Mombaza (*Megathyrsus maximus* cv. Mombaza)

El pasto Mombaza es un cultivar del género *Megathyrsus maximus* (anteriormente *Panicum maximum*), ampliamente utilizado en sistemas de ganadería tropical por su alta producción de forraje, buena calidad nutricional y

adaptabilidad a suelos de mediana fertilidad. Pertenece a la familia Poaceae, subfamilia Panicoideae, y es una especie C4, lo que le otorga eficiencia en el uso del agua y tolerancia al calor (Jank, Barrios & Valle, 2011).

Según Cook et al. (2005), "*Megathyrsus maximus* cv. Mombasa es una planta perenne, de crecimiento cespitoso, con hábito de crecimiento erecto y porte alto, capaz de alcanzar hasta 1.8 metros de altura en condiciones óptimas". Se caracteriza por su alta capacidad de rebrote y adaptación a pastoreo rotacional.

3.1.1. Características botánicas

Nombre científico: *Megathyrsus maximus* (Jacq.) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs cv. Mombasa

Familia: Poaceae

Origen: África oriental, seleccionado y mejorado por EMBRAPA (Brasil)

3.1.2. Morfología

Las principales características morfológicas de este pasto son:

Tallos (culmos): Cilíndricos, robustos, de crecimiento vertical, con entrenudos largos y resistentes al acame (Valle, Jank & Euclides, 2009).

Hojas: Láminas foliares largas (hasta 100 cm) y anchas (2–3 cm), glabras o ligeramente pubescentes, de color verde intenso, con lígula membranosa (Keller-Grein, Maass & Hanson, 1996).

Macollos: Presenta un alto índice de macollamiento, formando densas masas vegetativas.

Sistema radicular: Profundo, con gran capacidad de exploración del suelo, lo que le permite tolerar períodos secos moderados.

Inflorescencia: Panícula abierta de 20–40 cm, con racimos delgados que portan espiguillas en disposición unilaterial.

Espiguillas: Pequeñas, de 3–4 mm, con glumas papiráceas y dispersión por viento y animales.

3.2. Adaptación y uso forrajero

El pasto Mombasa se adapta a suelos de pH 5.0–6.5 y requiere precipitaciones entre 1.200 y 2.000 mm anuales. Su rendimiento puede superar las 25 t MS/ha/año bajo condiciones favorables. En estado vegetativo, puede alcanzar niveles de **proteína cruda entre 10% y 14%**, y digestibilidad entre 60% y 65% (Euclides et al., 2008).

Según Valle et al. (2009), *"Mombasa presenta excelente aceptación por el ganado y se recomienda su uso en sistemas rotacionales con períodos de descanso de 28 a 35 días"*. También es susceptible al sobrepastoreo si no se controla el tiempo de ocupación.

3.3. Calidad Nutritiva

El valor nutritivo del pasto guinea es de aceptable a bueno, la digestibilidad in Vitro de la materia seca es de 70%. El contenido de proteína cruda normalmente varía entre 8% hasta 22% en los pastos altamente fertilizados. De 25 gramíneas tropicales de los géneros Andropogon, Panicum, Digitaria, Chloris y Echinochloa, las que presentaron mayor valor nutritivo y la mayor digestibilidad fueron el "Panicum maximum" y la Digitaria milamjiana. A los 30 días de edad, la concentración de proteína en el Guinea es máxima y a los 120 días la proteína desciende a su nivel más bajo, mientras que la concentración del fósforo es mayor a los 180 días, pero cuando se encuentra en el estado de floración los contenidos de proteína y fósforo son deficientes. El Panicum maximum en edades de 30 a 75 días llena los requisitos de minerales para el ganado de engorde (García, 1996).

3.4. Rendimiento del pasto Panicum maximum cv Mombasa

El pasto Mombasa (Panicum maximum cv. Mombasa) es una gramínea forrajera de origen africano ampliamente utilizada en regiones tropicales por su alta capacidad de producción de biomasa, buena palatabilidad y adaptabilidad a diferentes condiciones edafoclimáticas. Es considerado uno de los cultivares más productivos dentro del género Panicum.

Diversos estudios han reportado altos rendimientos de forraje verde y seco bajo condiciones de manejo intensivo. Por ejemplo, Grupo Papalotla (2023) reporta que el pasto Mombasa puede alcanzar hasta 35 toneladas de materia seca por hectárea al año en condiciones óptimas de fertilización, riego y manejo. El pasto *Panicum maximum* cv. Mombaza es una gramínea perenne que produce una gran cantidad de biomasa de buena calidad, siendo su rendimiento de materia seca dependiente de la frecuencia y altura de corte" (Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2023).

Además, el rendimiento está estrechamente relacionado con el intervalo y la altura de corte. Un ensayo realizado por Molina et al. (2019) en la provincia de Los Ríos, Ecuador, demostró que el mayor rendimiento de materia seca (13.875 kg/ha) se alcanzó a los 35 días después del rebrote, con una altura de corte de 35 cm. De manera similar, Torres y Salazar (2018), en un estudio en Chiapas, México, encontraron que la tasa de crecimiento del Mombasa en verano alcanzó los 127 kg de MS/ha/día, siendo recomendables cortes cada 50 días durante esta época.

La productividad del pasto Mombasa también se ve influenciada por la fertilización nitrogenada. Según González et al. (2021), la aplicación de nitrógeno en dosis entre 100 y 200 kg/ha incrementa significativamente la producción de biomasa, aunque con un umbral de eficiencia decreciente a partir de los 150 kg/ha. Este efecto se explica por el incremento en la tasa fotosintética y la actividad enzimática inducida por el nitrógeno.

Por otro lado, el manejo agroecológico también influye en su rendimiento. En parcelas demostrativas evaluadas por Ramírez y López (2022), se encontró que el uso combinado de biofertilizantes orgánicos y microorganismos benéficos aumentó la producción de materia seca en un 18 % respecto al manejo convencional con fertilizantes químicos.

En resumen, el pasto Mombasa destaca por su alto rendimiento en sistemas tropicales bien manejados, superando a otras especies como el pasto estrella o el angleton, lo que lo convierte en una excelente opción para programas de intensificación forrajera y mejoramiento de la dieta en bovinos.

4. Parcelas polifíticas de pastos

La producción forrajera representa un pilar fundamental en la alimentación del ganado y el mantenimiento de sistemas ganaderos sostenibles. En este contexto, los sistemas forrajeros diversificados han emergido como una estrategia eficaz para promover la diversificación de especies forrajeras, mejorar el rendimiento productivo y facilitar la transferencia de tecnología hacia los productores. Las buenas prácticas agrícolas (BPA) son un conjunto de principios y recomendaciones técnicas orientadas a la producción de alimentos, que contribuyen a la validación de prácticas agrícolas innovadoras y al mejoramiento de las condiciones de producción" (Agrocalidad, s.f.).

4.1. Tipos de interacciones entre especies en parcelas polifíticas

La coexistencia de múltiples especies forrajeras en espacios forrajeros mixtos da lugar a diversas interacciones que influyen directamente en la productividad y la sostenibilidad del sistema. Estas interacciones pueden ser competitivas, donde las especies luchan por los mismos recursos, o facilitadoras, donde la presencia de una especie beneficia a otra (Vandermeer, 1989). Comprender estas dinámicas es fundamental para diseñar mezclas forrajeras eficientes.

La competencia por recursos es una interacción común en las mezclas forrajeras. Las especies compiten por la luz solar, el agua, los nutrientes del suelo y el espacio físico (Tilman, 1999). Por ejemplo, gramíneas de crecimiento rápido y alto porte pueden sombrear a especies de menor crecimiento, reduciendo su capacidad fotosintética. Del mismo modo, plantas con sistemas radiculares superficiales y profundos pueden competir por el agua y los nutrientes en diferentes estratos del suelo. Un diseño adecuado de la mezcla, que considere las diferencias morfológicas y fisiológicas de las especies, puede mitigar los efectos negativos de la competencia y promover un uso más eficiente de los recursos.

Por otro lado, las interacciones facilitadoras son clave para el éxito de las parcelas polifíticas. El ejemplo más notable es la fijación biológica de nitrógeno por parte de las leguminosas, que enriquece el suelo con este nutriente esencial

y beneficia el crecimiento de las gramíneas asociadas, reduciendo la necesidad de fertilizantes nitrogenados (Peoples et al., 1995). Además, la diversidad de sistemas radiculares puede mejorar la estructura del suelo, la infiltración de agua y la disponibilidad de nutrientes para todas las especies. La presencia de diversas plantas también puede fomentar el control biológico de plagas y enfermedades al atraer a insectos benéficos y romper los ciclos de vida de patógenos específicos (Finckh & Wolfe, 2006). Algunas especies pueden liberar compuestos alelopáticos que inhiben el crecimiento de malezas, reduciendo la necesidad de herbicidas (Rice, 1984).

4.2. Modelos de establecimiento y diseño de parcelas polifíticas

El éxito de un esquema de siembra multiespecífico depende en gran medida de su diseño y del método de establecimiento. Existen diferentes modelos que se adaptan a diversas condiciones y objetivos de producción, desde mezclas homogéneas hasta sistemas más complejos como la agroforestería. La elección del modelo influye en la eficiencia del uso de los recursos, la facilidad de manejo y la productividad a largo plazo (Ong & Leakey, 2004).

Uno de los modelos más simples es la siembra en mezclas homogéneas, donde las semillas de todas las especies se siembran juntas en el mismo espacio. Este método facilita la siembra, pero puede llevar a una mayor competencia entre especies si no se eligen adecuadamente. Otra opción es la siembra en franjas o surcos alternos, donde las especies se establecen en líneas o bandas separadas. Este diseño puede reducir la competencia inter-específica por la luz y facilitar el manejo individual de las especies, como la fertilización o el corte selectivo (Francis, 1986). La proporción de cada especie en la mezcla es crucial y debe basarse en sus características de crecimiento, palatabilidad para el ganado y objetivos de producción (por ejemplo, mayor proporción de leguminosas para aumentar la proteína).

Sistemas más avanzados incluyen la integración de árboles y arbustos forrajeros en sistemas silvopastoriles, que pueden ser considerados parcelas polifíticas con una dimensión arbórea. Estos sistemas ofrecen beneficios adicionales como la provisión de sombra para el ganado, la mitigación del estrés

por calor, la producción de forraje de calidad en épocas secas, la mejora de la biodiversidad y el secuestro de carbono (Murgueitio et al., 2011). El diseño en estos casos debe considerar el espaciamiento de los árboles para evitar un sombreado excesivo que afecte el crecimiento del pasto y la selección de especies arbóreas que no compitan fuertemente por el agua con las forrajeras herbáceas.

4.3. Impacto del cambio climático y la resiliencia de parcelas polifíticas

El cambio climático representa un desafío creciente para la producción ganadera, con eventos extremos como sequías prolongadas, inundaciones y variaciones drásticas de temperatura. En este escenario, los sistemas de pasturas asociadas demuestran una mayor resiliencia en comparación con los monocultivos, lo que las convierte en una estrategia clave para la adaptación y mitigación (Díaz-Vizcaíno et al., 2019). Su diversidad de especies permite que el sistema responda de manera más flexible a las perturbaciones, asegurando una mayor estabilidad en la producción de forraje.

Durante períodos de sequía, la presencia de especies con diferentes profundidades radicales permite un mejor aprovechamiento de la humedad del suelo. Las plantas con raíces más profundas pueden acceder al agua almacenada en capas inferiores, manteniendo la productividad cuando las especies de raíces superficiales se ven afectadas (Snapp et al., 2005). De manera similar, en condiciones de exceso de humedad o inundaciones temporales, la diversidad de especies puede incluir variedades más tolerantes al encharcamiento, lo que reduce las pérdidas de biomasa en comparación con un monocultivo susceptible. La variación genética dentro de la mezcla también aumenta la probabilidad de que algunas poblaciones sean más resistentes a nuevas plagas o enfermedades que puedan surgir con el cambio de clima.

Además de la adaptación, las parcelas polifíticas contribuyen a la mitigación del cambio climático a través del secuestro de carbono en el suelo. La mayor biomasa radical y la continua renovación de materia orgánica en suelos con alta diversidad vegetal aumentan la capacidad del suelo para almacenar

carbono, reduciendo la cantidad de dióxido de carbono en la atmósfera (Franzluebbers, 2010). Los sistemas silvopastoriles, al incluir árboles, potencian aún más esta capacidad de secuestro, convirtiéndose en sumideros de carbono más eficientes que los pastizales convencionales.

4.4. Evaluación económica y social de los sistemas de producción de forraje polifíticos

La implementación de pasturas diversificadas, si bien ofrece múltiples beneficios agronómicos y ambientales, requiere una evaluación económica y social para determinar su viabilidad y promover su adopción por parte de los productores. Los costos de establecimiento y mantenimiento pueden ser inicialmente más elevados debido a la necesidad de adquirir semillas de diversas especies y, en algunos casos, a una mayor complejidad en la siembra o en la preparación del terreno (Reyes et al., 2016). Sin embargo, estos costos iniciales suelen ser compensados por los beneficios a largo plazo, como la reducción en el uso de fertilizantes químicos y pesticidas, la menor necesidad de resiembras y una mayor productividad y calidad del forraje.

Los beneficios económicos incluyen un aumento en la producción de carne o leche por animal, debido a la mejor calidad nutricional del forraje diversificado, y una mayor estabilidad en la producción a lo largo del año, lo que reduce los riesgos económicos asociados a la escasez de forraje (Hernández et al., 2017). La mejora en la salud del suelo y la reducción de la erosión también pueden generar ahorros a largo plazo al disminuir la necesidad de insumos y al proteger el capital natural de la finca. La valoración de estos beneficios intangibles, como la mejora de los servicios ecosistémicos, es fundamental para una evaluación económica completa.

Desde una perspectiva social, la aceptación por parte de los productores y la transferencia de tecnología son aspectos críticos para la difusión de los sistemas polifíticos. A menudo, los agricultores pueden ser reacios a adoptar nuevas prácticas que perciben como complejas o arriesgadas. Por ello, es crucial implementar parcelas demostrativas, ofrecer capacitación y asistencia técnica personalizada, y difundir los resultados positivos obtenidos por otros productores

(Vallejo & Mahecha, 2008). La participación de los agricultores en el diseño y manejo de estas parcelas, así como el intercambio de experiencias, son elementos clave para fomentar una adopción exitosa y sostenible de estas prácticas.

4.5. Tecnologías de monitoreo y manejo preciso en parcelas polifíticas

La gestión óptima de estos sistemas de cultivos forrajeros puede beneficiarse enormemente de la incorporación de tecnologías de monitoreo y manejo preciso. Estas herramientas permiten recolectar datos sobre el crecimiento del forraje, la composición de especies y el estado del suelo, facilitando la toma de decisiones informadas para maximizar la producción y la eficiencia (Ruiz & Flores, 2020). La agricultura de precisión aplicada a pasturas es una tendencia creciente que optimiza el uso de recursos y mejora la sostenibilidad.

El uso de sensores en campo, como los que miden la biomasa o el contenido de clorofila, puede proporcionar información en tiempo real sobre la disponibilidad y calidad del forraje. Esto permite ajustar los ciclos de pastoreo o corte de manera más eficiente, asegurando que el ganado aproveche el forraje en su punto óptimo nutricional (Navarro et al., 2018). Además, la teledetección mediante drones o satélites ofrece una visión más amplia de la parcela, permitiendo identificar variaciones en el crecimiento de la biomasa, zonas con estrés hídrico o áreas con mayor presencia de malezas. Las imágenes multiespectrales, por ejemplo, pueden diferenciar entre gramíneas y leguminosas, e incluso estimar la calidad del forraje a gran escala.

Los sistemas de información geográfica (SIG) son herramientas poderosas para integrar y analizar todos estos datos. Al combinar mapas de rendimiento, topografía, tipos de suelo y patrones de pastoreo, los SIG permiten crear modelos predictivos y generar mapas de manejo que guían la aplicación localizada de fertilizantes o el establecimiento de cercas eléctricas virtuales para un pastoreo rotacional preciso (Smith & Jones, 2019). Estas tecnologías, aunque requieren una inversión inicial, pueden conducir a una mayor eficiencia en el uso

del agua y los nutrientes, una reducción de costos a largo plazo y una mejora significativa en la productividad y la sostenibilidad de las parcelas polifíticas.

4.6. Desafíos y limitaciones en la implementación de parcelas polifíticas

A pesar de los numerosos beneficios de los arreglos forrajeros multi-específicos, su implementación no está exenta de desafíos y limitaciones deben ser abordados para asegurar su éxito y adopción generalizada. Uno de los principales es la disponibilidad de semillas de las diversas especies forrajeras adaptadas a las condiciones locales y a los objetivos específicos de la mezcla (Acevedo & Pérez, 2015). El mercado de semillas puede ser limitado para algunas especies, especialmente las leguminosas tropicales o variedades específicas que ofrecen un alto potencial. Además, el costo de estas semillas puede ser superior al de las gramíneas convencionales, lo que representa una barrera inicial para los productores.

Otro desafío significativo es el conocimiento técnico necesario para el diseño, establecimiento y manejo de estas parcelas. La interacción entre las especies es compleja, y se requiere un entendimiento de sus características agronómicas, fenología, demandas nutricionales y susceptibilidad a plagas y enfermedades para lograr una mezcla equilibrada y productiva (Fonseca et al., 2018).

Los métodos de siembra, la fertilización diferenciada y los regímenes de pastoreo adaptados a la diversidad de especies son más complejos que en monocultivos, lo que exige una mayor capacitación y experiencia por parte de los productores.

Finalmente, la complejidad del manejo a largo plazo puede ser una limitación. El monitoreo de la composición de la mezcla, el ajuste de la carga animal para evitar la eliminación de especies menos competitivas y la gestión de malezas que puedan afectar la diversidad son tareas que requieren atención constante (Jiménez & Soto, 2019). A pesar de estas limitaciones, la investigación y la extensión rural están desarrollando soluciones y herramientas para superar

estos desafíos, promoviendo las parcelas polifíticas como una estrategia prometedora para la sostenibilidad y la productividad en la ganadería.

4. CAPÍTULO II: METODOLOGÍA.

El presente proyecto de investigación se llevó a cabo en el cantón Chone de la provincia de Manabí, parroquia San Antonio, del sitio Barquero.

Ilustración 1. Área de estudio



Las condiciones edafoclimáticas son de un clima Tropical Megatérmico Semi Húmedo, con temperaturas elevadas superiores a 24°C y una estación seca marcada.

Se empleó la metodología empírica de tipo experimental donde el factor de estudio fue la evaluación de la producción de forraje verde y seco en parcelas demostrativas polifíticas.

Donde se establecieron 3 parcelas demostrativas en un área de 20 metros cuadrados cada una, con diferentes métodos de siembra para la obtención de una variedad de flora forrajera, sumándose a ello especies arvenses propias de la zona.

Tabla 4. Métodos de siembra

Parcela	Método de siembra	Distanciamiento	Especies forrajeras	Observaciones
1	Hilera	0,50 m entre plantas y hileras	Panicum Maximum cv	Cada hilera con una especie;

Parcela	Método de siembra	Distanciamiento	Especies forrajeras	Observaciones
			Mombaza, Brachiaria Brizantha cv Decumbens, Panicum Maximum cv BRs Zuri	parcelas demostrativas polifíticas
2	Voleo	No aplica	Mezcla de las 3 especies en igual proporción con tierra orgánica	Semillas esparcidas con boleadora de pastos
3	Intercalada	0,50 m entre plantas y hileras	Intercalación de las 3 especies en la misma hilera	Parcelas demostrativas polifíticas

Se resaltó la realización de labores previas a la siembra, tales como:

- La limpieza de especies no deseadas en el área donde se llevó a cabo la investigación.
- Para obtener un mayor poder germinativo de las semillas de las tres especies forrajeras, se centraron primero en bandejas germinadoras para luego de 21 días ser trasplantadas a las parcelas demostrativas.
- Las parcelas demostrativas tuvieron riego mediante un sistema de aspersión con una frecuencia de cada tres días al inicio que se establecieron, y posteriormente cada ocho días.
- Las semillas a utilizada fueron adquiridas en casas comerciales agropecuarias que garantizaron su certificación.

Se midió la producción de forraje verde mediante la técnica de aforo, donde fueron sometidas a su pesaje en kilogramos para luego ser promediados y convertidos en estimaciones de su productividad en kg/ha.

Para la obtención de la productividad en materia seca, se realizó en los laboratorios de la Uleam Extensión Chone, donde analizaron las muestras obtenidas en el aforo utilizando la técnica de cuarteo. Los resultados obtenidos

en los porcentajes de materia seca permitieron determinar su productividad de kg/ha.

CAPÍTULO III: RESULTADOS Y/O PRODUCTO ALCANZADO

Tabla 5. Análisis de varianza para la variable de biomasa verde

TIPO DE SIEMBRA	Cortes realizados		
	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO
HILERA	1592.3g a	1888.0g	1070.3g
VOLEO	932.6g ab	2081.6g	1030.3g
INTERCALADA	548.3g b	1480.3g	888.3g
PROBABILIDAD	0.04g	0.18g	0.6g
ERROR ESTÁNDAR	220.5g	203.2g	141.2
<i>Letras distintas en una misma columna indica diferencias estadísticas significativa según Tukey 0.05</i>			

En el primer corte la siembra en hilera presentó el valor más alto de biomasa (1592.3 g), seguida por la siembra al voleo (932.6 g) y finalmente la intercalada (548.3 g). Se observa una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos ($p = 0.04$), indicando que el tipo de siembra influye en la producción de biomasa en esta etapa. La diferencia entre letras ("a", "ab", "b") señala que la siembra en hilera difiere significativamente de la intercalada, mientras que el voleo se sitúa en un punto intermedio.

En el segundo corte al voleo obtuvo la mayor biomasa (2081.6 g), seguido por hilera (1888.0 g) e intercalada (1480.3 g). A pesar de las diferencias en valores absolutos, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tipos de siembra ($p = 0.18$).

En el tercer corte se mantuvo una tendencia descendente en los valores de biomasa: hilera (1070.3 g), voleo (1030.3 g) e intercalada (888.3 g). Tampoco

hubo diferencias estadísticas significativas en este corte ($p = 0.6$), lo que sugiere una respuesta más uniforme de las siembras al final del ciclo.

La mayor biomasa en hilera durante el primer corte podría explicarse por un mejor establecimiento inicial y una mayor uniformidad en la distribución de las plantas, lo que favorece el aprovechamiento de luz, agua y nutrientes. Por el contrario, la siembra intercalada mostró menor biomasa, posiblemente debido a competencia entre especies o a una menor densidad efectiva de plantas por unidad de área.

En el segundo corte, la siembra al voleo alcanzó la mayor biomasa, seguida de hilera e intercalada. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas, lo que sugiere que factores ambientales o fisiológicos del cultivo pueden equilibrar la producción entre los métodos.

En el tercer corte, se mantuvo una tendencia descendente de biomasa, sin diferencias significativas, indicando una respuesta más uniforme de las siembras al final del ciclo, probablemente por homogeneización del terreno, agotamiento parcial de recursos o madurez del forraje.

En cuanto a los errores estándar oscilan entre 141.2 y 220.5 g, lo cual indica una variabilidad moderada entre repeticiones. El menor error se reporta en el tercer corte, posiblemente por homogeneidad al final del ensayo.

Tabla 6. Análisis de varianza para la variable de biomasa seca

TIPO DE SIEMBRA	Cortes realizados		
	PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA
HILERA	25.24%	24.80%	29.68%
VOLEO	24.81%	24.20%	28.24%
INTERCALADA	25.40%	25.17%	29.46%
PROBABILIDAD	0.793%	0.837%	0.675%
ERROR ESTÁNDAR	0.63%	1.14%	1.20%
<i>Letras distintas en una misma columna indica diferencias estadísticas significativa según Tukey 0.05</i>			

En el primer corte la siembra intercalada tuvo la mayor proporción de materia seca (25.40%), seguida por hilera (25.24%) y voleo (24.81%). La $p = 0.793$ indica ausencia de diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos. El bajo error estándar (0.63) refleja homogeneidad en los datos.

En el segundo corte los valores de materia seca fueron levemente inferiores a los del primer corte, nuevamente, intercalada (25.17%) supera a hilera (24.80%) y voleo (24.20%). La probabilidad ($p = 0.8373$) muestra que las diferencias no son significativas. El aumento del error estándar (1.14) sugiere mayor variabilidad en esta etapa.

En el tercer corte se observaron los valores más altos de materia seca en todos los tratamientos. La siembra hilera alcanzó el mayor valor (29.68%), seguida de intercalada (29.46%) y voleo (28.24%). La $p = 0.675$ indica que no hay diferencias estadísticamente significativas. El error estándar fue el más alto (1.20), reflejando mayor dispersión.

Aunque no hubo diferencias significativas en materia seca, la siembra intercalada mostró un desempeño estable en los tres cortes, lo que la hace competitiva para forraje seco o conservación como heno. El incremento de materia seca en el tercer corte puede relacionarse con mayor lignificación y reducción de contenido de agua en las plantas maduras. La variabilidad creciente en los errores estándar sugiere que factores climáticos, fisiológicos del cultivo o manejo del terreno influyeron en la dispersión de datos.

CAPITULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

En el primer corte, la siembra en hilera mostró una producción significativamente mayor de biomasa forrajera, lo que indica que este método favorece un desarrollo inicial más rápido y abundante del pasto, los ganaderos pueden priorizar la siembra en hilera para asegurar suficiente forraje en los primeros cortes y alimentar de manera eficiente al ganado joven o lactante.

A lo largo de los tres cortes, las diferencias entre tratamientos se reducen, evidenciando que la madurez del cultivo y la homogeneidad del terreno tienden a igualar los rendimientos, los ganaderos pueden alternar o combinar tipos de siembra según disponibilidad de semilla y condiciones del terreno sin afectar significativamente la producción en cortes posteriores.

La siembra intercalada, aunque presentó menor biomasa, mostró estabilidad en el contenido de materia seca, este método es útil cuando se busca forraje de calidad constante para producción de heno, ensilaje o forraje seco, garantizando alimento estable durante el año.

Los valores absolutos muestran tendencias claras entre los métodos de siembra que pueden guiar decisiones prácticas, incluso cuando las diferencias estadísticas no son significativas, los ganaderos pueden escoger el método de siembra según prioridades, ya sea cantidad de biomasa inmediata (hilera) o calidad constante de materia seca (intercalada).

El aumento en los errores estándar en cortes posteriores puede deberse a factores climáticos, fisiológicos del cultivo o manejo del terreno se recomienda un monitoreo regular del crecimiento del pasto, humedad y estado del suelo para ajustar cortes, fertilización o riego según las condiciones locales, asegurando un manejo más eficiente del pasto.

4.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda implementar la siembra en hilera como estrategia inicial, especialmente para los primeros cortes, dado que mostró la mayor producción de biomasa en la etapa inicial. Se sugiere realizar los cortes cada 30–40 días para aprovechar al máximo la biomasa inicial.

Considerar la siembra al voleo como alternativa flexible, especialmente para el segundo corte, cuando mostró picos de producción de biomasa. Esto puede ser útil en terrenos donde la siembra en hilera no sea viable.

Mantener la siembra intercalada en parcelas demostrativas o ensayos, dado que presenta un contenido de materia seca estable y competitivo en los tres cortes, lo que puede ser valioso para forraje seco o suplementación.

Ajustar el calendario de cortes según la respuesta del cultivo y las condiciones del entorno, monitoreando tanto la biomasa como la materia seca en cada corte, para optimizar la calidad y cantidad del forraje.

Registrar variables climáticas y bromatológicas en futuros estudios, especialmente durante cada periodo de corte, para comprender mejor la variabilidad en rendimiento y contenido de materia seca, y así mejorar las recomendaciones de manejo.

Promover parcelas demostrativas en distintas regiones agroecológicas, validando la eficiencia de cada tipo de siembra bajo diferentes condiciones de suelo y clima, con el fin de fomentar la adopción de sistemas más productivos y sostenibles.

BIBLIOGRAFÍA

Acevedo, E., & Pérez, J. (2015). Disponibilidad y calidad de semillas forrajeras tropicales en el mercado latinoamericano. *Revista Latinoamericana de Semillas*, 23(1), 50-65.

Acosta, M., Pérez, A., & Díaz, J. (2019). Diseño y establecimiento de parcelas forrajeras con mezclas de gramíneas y leguminosas. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 53(1), 1-10.

Agrocalidad. (s.f.). Buenas Prácticas Agrícolas - BPA. Recuperado de <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/material1.pdf>

Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2018). *Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable* (3ra ed.). Agroamerica.

Anzola. (2017). El pasto zuri (*panicum maximum* BRS zuri. Obtenido de <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/conozca-el-pasto-zuri-panicum-maximum-brs-zuri>

Anzola, H. (2017). Utilización de abono orgánico en la producción del pasto *panicum maximum* cv. BRS Zuri. Universidad de Panamá. https://up-rid.up.ac.pa/7501/1/angel_perez.pdf

Argel, P. J., & Keller-Grein, G. (1996). *Brachiaria: Utilización y mejoramiento, pasturas tropicales*, 18(1), 15-22

Argel, P. J., Miles, J. W., Guiot, J. D., & Lascano, C. E. (2007). Germoplasma y mejoramiento genético de pastos tropicales. *pasturas tropicales*, 29(2), 75-83.

Barrios, J. H., López, M. P., & Moreira, G. A. (2021). Efecto de la frecuencia de corte y fertilización nitrogenada en la producción y calidad de *megathyrsus maximus* cv. Zuri. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 15(2), 45-56.

Barrios, M., López, A., & Moreira, L. (2021). Evaluación de la producción y calidad del pasto zuri en condiciones tropicales. *Revista Agropecuaria del Litoral*, 15(2), 37-45.

Cardona, J., & Mahecha, L. (2011). Producción y calidad nutricional de la asociación gramínea-leguminosa en pastoreo. *Revista MVZ Córdoba*, 16(3), 2735-2748.

CIAT. (2019). *Brachiaria decumbens*: Un pasto para las zonas tropicales de América Latina. Centro Internacional de Agricultura Tropical.

CIAT. (2019). *Brachiaria decumbens* - ficha técnica de especies forrajeras tropicales. Centro Internacional de Agricultura Tropical. <https://hdl.handle.net/10568/99253>

CIAT. (s.f.). *Brachiaria decumbens* Stapf (CIAT 606). Recuperado de [http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Forrajes Tropicales/Released/Materiales/PastoPeludoCostaRica.pdf](http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Forrajes_Tropicales/Released/Materiales/PastoPeludoCostaRica.pdf)

Conabio. (s.f.). *Panicum maximum* - ficha informativa. Recuperado de <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/panicum-maximum/fichas/ficha.htm>

Contreras, G., Mena, M., & Pino, J. (2012). Efecto de la altura de corte en la producción de biomasa y la calidad de forraje en *Brachiaria brizantha*. *Pastos y Forrajes*, 35(2), 173-180.

Cook, B. G., Pengelly, B. C., Brown, S. D., Donnelly, J. L., Eagles, D. A., Franco, M. A., Hanson, J., Mullen, B. F., Partridge, I. J., Peters, M., & Schultze-Kraft, R. (2005). *Tropical Forages: An interactive selection tool*. CSIRO, DPI&F(Qld), CIAT, and ILRI. <http://www.tropicalforages.info>

Da Silva. (2010). Manejo del pastoreo en praderas tropicales', in *Los forrajes y su impacto en el trópico*. Chiapas, México: Universidad de Chiapas.

Derichs, J., Garrido, W., Sánchez, W., & Zambrano, F. (2021). Intervalos de corte de pasto zuri (*panicum maximum* jacq.) sobre rendimiento de materia seca y composición química de su ensilaje en la época seca del litoral ecuatoriano. *Siembra*, 8(2), 53–65. Universidad Central del Ecuador. Recuperado de <https://www.redalyc.org/journal/6538/653868341007/html/>

Díaz, & Manzanares. (2006). Producción de biomasa de "panicum maximum" cv mombaza a tres frecuencias de corte y dos condiciones ambientales (con y sin árboles), en la hacienda "Las Mercedes". Universidad Nacional Agraria.

Díaz-Vizcaíno, L. M., Rosales-Mendoza, A., & Pérez-Martínez, M. A. (2019). Resiliencia de sistemas forrajeros diversificados ante el cambio climático. *Tecnología en Marcha*, 32(4), 101-112.

Embrapa. (2014). Soluciones tecnologicas-panicum maximum - BRS zuri. embrapa.

Finckh, M. R., & Wolfe, M. S. (2006). The role of biodiversity in the ecology of plant diseases. *Annual Review of Phytopathology*, 44, 365-397.

Fonseca, G., Gutiérrez, J., & Bermúdez, A. (2018). Desafíos y oportunidades en el manejo de sistemas silvopastoriles en el trópico. *Revista Científica de la Universidad de Cienfuegos*, 10(2), 55-68.

Francis, C. A. (Ed.). (1986). *Multiple cropping systems*. Macmillan Publishing Company.

Franzluebbers, A. J. (2010). Soil carbon, nitrogen, and phosphorus pools under pastures and silvopastures in the humid tropics. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 88(2), 167-179.

Gallardo. (2007). El valor de los alimentos. INTA. Obtenido de http://rafaela.inta.gov.ar/info/documentos/nutricion/nutricion_valordealimentos.htm

García. (2016). *Manual de pastos en Nicaragua*. Managua, Nicaragua: EYG.

García, E., Mendoza, D., & Tapia, J. (2022). Efecto de la frecuencia de corte en el rendimiento y composición bromatológica de brachiaria decumbens. *Revista Científica Agropecuaria*, 12(1), 30-41.

García, M., Soto, C., & Sánchez, L. (2015). Diversidad de especies forrajeras y su contribución a la resiliencia de sistemas ganaderos. *Revista de Producción Animal*, 27(1), 15-25.

García, R., Mendoza, J., & Tapia, H. (2022). Efecto de la frecuencia de corte sobre la producción y calidad de *brachiaria decumbens* en suelos ácidos. *Revista Agropecuaria Andina*, 17(1), 29–38.

Google Earth. (2025). Obtenido de <https://earth.google.com/web/search/San+Antonio+sitio+barquero/@0,-48.08969995,0a,22251752.77375655d,35y,0h,0t,0r/data>.

González. (2017). Pasto guinea mombasa (*panicum maximum*, jacq). Obtenido de <https://zoovetespasion.com/pastos-y-forrajes/tipos-depastos/pasto-guinea-mombasa-panicum-maximum-jacq/>

González, J., Fernández, L., & Ramos, P. (2021). Respuesta del pasto *panicum maximum* cv. mombasa a diferentes niveles de fertilización nitrogenada. *Agronomía Tropical*, 71(3), 190-201.

González, N. (2017). Evaluación del rendimiento y calidad de *panicum maximum* cv. mombaza bajo diferentes frecuencias de corte. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina].

González, R., Méndez, L., & Pérez, F. (2021). Efecto de la fertilización nitrogenada en el rendimiento de *panicum maximum* cv. mombasa. *Revista Colombiana de ciencias pecuarias*, 34(2), 143–150. <https://doi.org/10.17533/udea.rccp.v34n2a05>

Grupo Papalotla. (2023). pasto mombasa (*panicum maximum*). <https://grupopapalotla.com/producto-siambaza.html>

Herazo, & Morelo. (2008). Evaluación del crecimiento vegetativo, rendimiento y calidad del cultivo de pasto guinea mombaza (*panicum maximum*, jacq) bajo cuatro fuentes de abonamientos en la finca pekín, municipio de Sincé, Sucre -Colombia. Colombia: Universidad de Sucre.

Hernández, R., Delgado, C., & Espinosa, A. (2010). Palatabilidad de pastos y forrajes en sistemas silvopastoriles. *Zootecnia Tropical*, 28(4), 485-494.

Hernández, Y., Ojeda, Y., & Martínez, D. (2017). Viabilidad económica de sistemas de producción de forraje diversificados en fincas ganaderas. *Pastos y Forrajes*, 40(3), 205-212.

INIA. (2010). Determinación de la materia seca. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias-Uruguay. Inia Uruguay. Obtenido de <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/11189/1/Ficha-tecnica-34-Determinacion-de-MS-de-una-pastura.pdf>

INIAP. (2014). *Manual de forrajes tropicales para el litoral ecuatoriano*. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.

INIAP. (2014). Pastos tropicales. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Obtenido de <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mpasto/rpastot>

INTAGRI. (2018). Valor nutritivo de los forrajes y su relación con la nutrición proteica de rumiantes. Intagri. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/ganaderia/valor-nutritivo-de-los-forrajes-y-su-relacion-con-la-nutricion-proteica>

Jiménez, A., & Soto, C. (2019). Desafíos en el manejo de la diversidad de especies forrajeras en pastizales. *Revista de la Ciencia del suelo y nutrición vegetal*, 19(3), 200-210.

Keller-Grein, G., Maass, B. L., & Hanson, J. (1996). Natural variation in panicum maximum jacq.: Morphological and agronomic descriptors. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 43(6), 541-561.

Llerena. (2018). Efecto de tres niveles de fertilización de praderas establecidas de brachiaria decumbens a base de N, P y K en la producción de forraje verde en el cantón Orellana. ESPOCH, 22-26.

Machado, L., Pereira, O. G., Silva, S. C., & Paciullo, D. S. C. (2014). Valor nutricional de gramíneas y leguminosas forrajeras. *Ciência e Agrotecnologia*, 38(3), 205-214.

Miles, J. W., Maass, B. L., & do Valle, C. B. (2004). *brachiaria: Biology, agronomy, and improvement*. Centro Internacional de agricultura tropical (CIAT).

Molina, D., García, E., & Zambrano, K. (2019). Evaluación del rendimiento de forraje en *panicum maximum* cv. mombasa en función de la edad y altura de corte. Tesis de grado, Universidad Técnica de Babahoyo. <https://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/5177>

Molina, M., Pérez, R., & Torres, S. (2019). Impacto de la altura y frecuencia de corte en la producción de materia seca de *panicum maximum* cv. mombasa en el trópico húmedo. *Revista ciencia y tecnología*, 13(2), 87-98.

Mora. (2013). Efectos de aplicación de fitohormonas sobre el crecimiento y rendimiento de forraje del pasto dallis (*brachiaria decumbens*), en la zona de Febres-Cordero, provincia de Los Ríos. Universidad de Cuenca, 16-18. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/4706/1/TESIS.pdf>

Mora, L. (2013). *Manejo de Pastos y Forrajes*. EUNED.

Morales, A., Erazo, F., & Zamora, C. (2021). Evaluación de la producción de materia seca y calidad de *brachiaria decumbens* en la amazonía ecuatoriana. *Revista de Ciencias Agropecuarias del Ecuador*, 20(2), 54-64.

Murgueitio, E., Calvo, B., & Flores, S. (2011). Sistemas silvopastoriles: Oportunidades para la ganadería sostenible. *Revista de la Biodiversidad Neotropical*, 2(1), 1-15.

Navajas. (2011). Efecto de la fertilización sobre la producción de biomasa y la absorción de nutrientes en *brachiaria decumbens* y *brachiaria* híbrido mulato. Universidad Nacional de Colombia, 24-28.

Navajas, P. (2011). *Manual técnico de pastos y forrajes para el trópico*. Editorial académica española.

Navarro, J., Rodríguez, S., & Garcés, M. (2018). Aplicación de sensores remotos en la estimación de biomasa forrajera. *Investigación y Desarrollo Agropecuario*, 25(3), 180-192.

Olivera et al. (2007). Evaluación de accesiones de *brachiaria brizantha* en suelos ácidos. Época de máximas precipitaciones. Pastos y forrajes. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942007000300002

Olivera, J., Machín, M., & García, C. (2007). Evaluación de accesiones de *brachiaria brizantha* en suelos ácidos. *Pastos y forrajes*, 30(3), 241-250.

Ong, C. K., & Leakey, R. R. B. (Eds.). (2004). *Tree-crop interactions: agroforestry in practice*. CABI publishing.

Peoples, M. B., Herridge, D. F., & Ladha, J. K. (1995). Biological nitrogen fixation: An efficient source of nitrogen for sustainable agricultural production? *Plant and soil*, 174(1), 3-28.

Pizarro, E., Argel, P., & Ramírez, L. (2019). Avances en el desarrollo y adopción de gramíneas forrajeras mejoradas en América latina. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). <https://hdl.handle.net/10568/107557>

Pizarro, H., Argel, P. J., & Ramírez, G. (2019). *Megathyrsus maximus* cv. zuri: Un cultivar de alta productividad.

Reyes-Pérez, A., Loo, J., & Zambrano, P. (2022). Evaluación comparativa de variedades de *Brachiaria* en dos zonas de producción bovina de la Costa ecuatoriana. *Revista Científica Agroecosistemas*, 10(3), 89–102. <https://doi.org/10.1234/agroecosistemas.2022.103.89>.

Rodríguez, J., Rivera, M., & Cabrera, L. (2013). Efecto de la edad de rebrote sobre la composición bromatológica y digestibilidad de *Brachiaria decumbens* en la Amazonía ecuatoriana. *Revista de Producción Animal Tropical*, 18(1), 33–42.

Uvidia, H., Cando, J., & Guamán, P. (2016). Evaluación de la digestibilidad in vitro del pasto *Brachiaria decumbens* en diferentes edades de rebrote. *Revista Científica de Zootecnia y Pasturas Tropicales*, 4(2), 55–64.

Uvidia, H., Flores, A., & Grefa, M. (2015). Edad de corte y calidad nutritiva del pasto *Brachiaria decumbens* en la Amazonía ecuatoriana. *Revista Amazónica de Producción Agropecuaria*, 2(1), 21–28.

Uvidia, H., Grefa, M., & Cando, J. (2023). Composición nutricional y morfología de *Brachiaria decumbens* según la edad de corte en la Amazonía ecuatoriana. *Revista Amazónica de Ciencias Agropecuarias*, 7(2), 45–56. <https://doi.org/10.32719/raza.v7i2.2023>.

Valle, C. B. do, Euclides, V. P. B., & Jank, L. (2016). Pasto zuri (*megathyrus maximus* cv. zuri): Nueva opción para producción ganadera. *Embrapa gado de corte – Documentos técnicos*, 234, 1–8.

Valle, C. B. do, Euclides, V. P. B., & Montagner, D. B. (2018). Mejoramiento genético de *brachiaria decumbens*: Avances y perspectivas. *Pasturas tropicales*, 40(1), 18–26.

ANEXOS



Área a establecer las parcelas.



Siembra de los pastos en bandejas germinadoras.



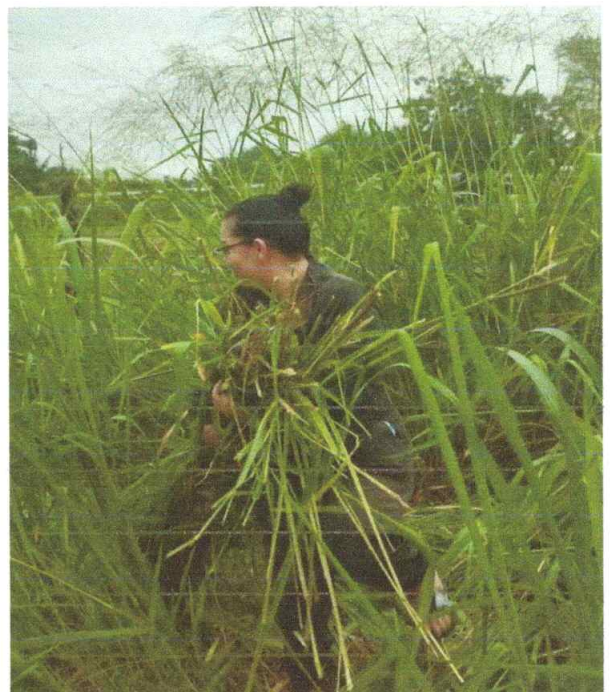
Siembra de los pastos al voleo.



Trasplante de los pastos a las parcelas.



Parcela demostrativa de los pastos.



Cortes de pastos.



Muestras llevadas al laboratorio para obtener la materia seca.

PARCELA	PARCELA	PARCELA	PARCELA	PARCELA	M.S 2DO C	M.VERDE 3ER C	% M.S 3ER C	M.S 3ER C
1	2 113	26,86	2 219	25,7	570,28	1 052	28,49	299,71
1	900	23,59	1 420	24,7	350,74	1369	28,07	384,27
1	1 764	25,28	2 025	24,0	486	790	32,47	314,95
2	1 020	23,83	2 097	25,9	543,12	1 134	25,47	288,82
2	748	25,00	2 348	23,3	547,08	708	30,68	217,21
2	1 030	25,59	1 800	23,4	421,2	1 249	28,57	356,83
3	475	25,63	1 784	27,7	494,16	963	29,63	285,33
3	720	25,14	1 560	21,9	341,64	952	29,09	276,93
3	450	25,43	1 097	25,9	284,12	750	29,65	222,37

TRATAMIENTO	fecha	21-feb	21-feb	21-mar	21-mar	27-abr	27-abr
	muestra	MATERIA VERDE (g)	MATERIA SECA %	MATERIA VERDE (g)	MATERIA SECA %	MATERIA VERDE (g)	MATERIA SECA %
POR HILERAS	M1	2113	26,86	2219	25,7	1 052	28,49
	M2	900	23,59	1420	24,7	1369	28,07
	M3	1764	25,28	2025	24	790	32,47
PROMEDIO		1592,3	25,24	1 888,00	24,8	1 070,33	29,67
AL VOLEO	M1	1020	23,83	2 097	25,9	1 134	25,47
	M2	748	25,00	2 348	23,3	708	30,68
	M3	1030	25,59	1 800	23,4	1 249	28,57
PROMEDIO		932,66	24,80	2 081,66	24,2	1 030,33	28,24
INTERCALADAS	M1	475	25,63	1 784	27,7	963	29,63
	M2	720	25,14	1 560	21,9	952	29,09
	M3	450	25,43	1 097	25,9	750	29,65
PROMEDIO		548,33	25,40	1 480,33	25,2	888,33	29,45

Análisis de la varianza

M.VERDE 1ER C

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
M.VERDE 1ER C	9	0,66	0,54	37,29	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1672808,22	2	836404,11	5,73	0,0406
PARCELA	1672808,22	2	836404,11	5,73	0,0406
Error	875608,00	6	145934,67		
Total	2548416,22	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=957,03497

Error: 145934,6667 gl: 6

PARCELA	Medias	n	E.E.
1	1592,33	3	220,56 A
2	932,67	3	220,56 A B
3	548,33	3	220,56 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

% M.S 1ER C

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
% M.S 1ER C	9	0,07	0,00	4,32	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,57	2	0,28	0,24	0,7934
PARCELA	0,57	2	0,28	0,24	0,7934
Error	7,07	6	1,18		
Total	7,64	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,72037

Error: 1,1791 gl: 6

PARCELA Medias n E.E.

3	25,40	3	0,63	A
1	25,24	3	0,63	A
2	24,81	3	0,63	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

M.S 1ER C

Variable N R² R² Aj CV

M.S 1ER C 9 0,61 0,48 41,98

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	112692,67	2	56346,33	4,74	0,0582
PARCELA	112692,67	2	56346,33	4,74	0,0582
Error	71305,33	6	11884,22		
Total	183998,00	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=273,10771

Error: 11884,2222 gl: 6

PARCELA Medias n E.E.

1	408,67	3	62,94	A
2	231,33	3	62,94	A
3	139,00	3	62,94	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

M.VERDE 2DO C

Variable N R² R² Aj CV

M.VERDE 2DO C 9 0,43 0,24 19,38

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
------	----	----	----	---	---------

Modelo	565300,67	2	282650,33	2,28	0,1833
PARCELA	565300,67	2	282650,33	2,28	0,1833
Error	743363,33	6	123893,89		
Total	1308664,00	8			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=881,80694

Error: 123893,8889 gl: 6

PARCELA	Medias	n	E.E.
2	2081,67	3	203,22 A
1	1888,00	3	203,22 A
3	1480,33	3	203,22 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

% M.S 2DO C

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% M.S 2DO C	9	0,06	0,00	7,99

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,43	2	0,71	0,18	0,8373
PARCELA	1,43	2	0,71	0,18	0,8373
Error	23,43	6	3,90		
Total	24,86	8			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4,95026

Error: 3,9044 gl: 6

PARCELA	Medias	n	E.E.
3	25,17	3	1,14 A
1	24,80	3	1,14 A
2	24,20	3	1,14 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

M.S 2DO C

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
M.S 2DO C	9	0,32	0,09	21,98

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	27397,58	2	13698,79	1,41	0,3150
PARCELA	27397,58	2	13698,79	1,41	0,3150
Error	58336,61	6	9722,77		
Total	85734,19	8			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=247,02651

Error: 9722,7690 gl: 6

PARCELA	Medias	n	E.E.
2	503,80	3	56,93 A
1	469,01	3	56,93 A
3	373,31	3	56,93 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

M. VERDE 3ER C

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
M. VERDE 3ER C	9	0,13	0,00	24,56

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	54888,00	2	27444,00	0,46	0,6528
PARCELA	54888,00	2	27444,00	0,46	0,6528
Error	359350,00	6	59891,67		
Total	414238,00	8			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=613,10064

Error: 59891,6667 gl: 6

PARCELA	Medias	n	E.E.
1	1070,33	3	141,29 A
2	1030,33	3	141,29 A
3	888,33	3	141,29 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

% M.S 3ER C

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% M.S 3ER C	9	0,12	0,00	7,11

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,59	2	1,80	0,42	0,6756
PARCELA	3,59	2	1,80	0,42	0,6756
Error	25,73	6	4,29		
Total	29,32	8			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=5,18787

Error: 4,2883 gl: 6

PARCELA	Medias	n	E.E.
1	29,68	3	1,20 A
3	29,46	3	1,20 A
2	28,24	3	1,20 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

M.S 3ER C

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
M.S 3ER C	9	0,33	0,10	17,64

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7839,94	2	3919,97	1,46	0,3051
PARCELA	7839,94	2	3919,97	1,46	0,3051
Error	16148,78	6	2691,46		
Total	23988,72	8			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=129,96989

Error: 2691,4625 gl: 6

PARCELA Medias n E.E.

1 332,98 3 29,95 A

2 287,62 3 29,95 A

3 261,54 3 29,95 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)