



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**PRODUCCIÓN DE BIOMASA Y CALIDAD NUTRICIONAL  
DEL PASTO MOMBAZA (*Panicum maximum*, Jacq. cv.  
Mombaza) CON DIFERENTES FRECUENCIAS DE CORTE  
EN MANGLARALTO, SANTA ELENA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Requisito parcial para la obtención del título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**Autor:** Jorge Luis Santistevan Veliz

LA LIBERTAD, 2023



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**PRODUCCIÓN DE BIOMASA Y CALIDAD NUTRICIONAL  
DEL PASTO MOMBAZA (*Panicum maximum*, Jacq. cv.  
Mombaza) CON DIFERENTES FRECUENCIAS DE CORTE  
EN MANGLARALTO, SANTA ELENA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Requisito parcial para la obtención del título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

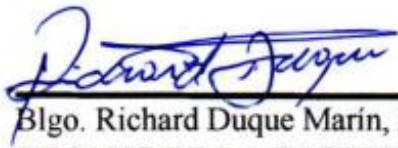
**Autor:** Jorge Luis Santistevan Veliz

**Tutora:** Ing. Verónica Cristina Andrade Yucailla, Ph. D.

**LA LIBERTAD, 2023**

## TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Titulación presentado por **JORGE LUIS SANTISTEVAN VELIZ** como requisito parcial para la obtención del grado de Ingeniero Agropecuario de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Trabajo de Titulación. **APROBADO** el: 02/03/2023.



Blgo. Richard Duque Marin, Mgtr.  
**DECANO DE LA FACULTAD  
CIENCIAS AGRARIAS  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



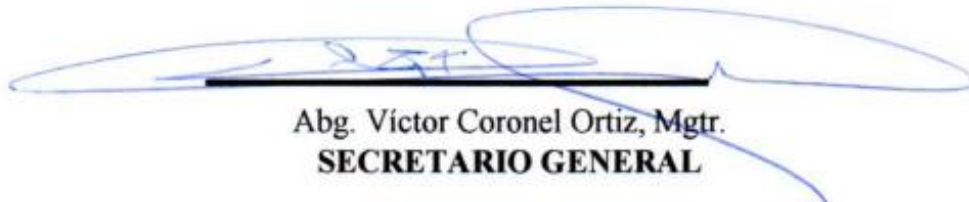
Ing. Verónica Andrade Yucailla, Ph. D.  
**DIRECTORA DE CARRERA  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



MVZ. Debbie Chávez García, MSc.  
**PROFESORA DEL ÁREA  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Ing. Verónica Andrade Yucailla, Ph. D.  
**PROFESORA TUTORA  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Abg. Víctor Coronel Ortiz, Mgtr.  
**SECRETARIO GENERAL**

## **DEDICATORIA**

A mi hijo Luis Santiago por quien cada día tiene sentido, el testigo silencioso de mis luchas cotidianas en busca de un mejor futuro, a él mi esperanza, mi alegría, mi vida y la culminación de este trabajo.

A mi madre y a mi esposa el pilar fundamental que me sostiene, el apoyo incondicional y el consejo sabio y oportuno, a ellas dedico cada día de esfuerzo para lograr lo que hoy soy y ofrezco.

A todos aquellos que son movidos por un gran amor a la vida y a la naturaleza, que están convencidos de que un mundo mejor es posible si se tiene los conocimientos para ayudar y el corazón para vencer.

## RESUMEN

Pocos estudios están disponibles referentes al manejo del corte, que combine la mayor acumulación de biomasa y calidad nutricional de forrajes tropicales. En un diseño Bloques al azar con cinco réplicas, se evaluó el efecto de cuatro frecuencias de corte (30, 45, 60, 75 días) en indicadores de la producción de biomasa y composición química del pasto Mombaza (*Panicum maximum*, Jacq. cv. Mombaza) bajo riego y fertilización en Manglaralto, provincia de Santa Elena. Se estudió el rendimiento de materia seca (MS), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), extracto etéreo (EE), extracto libre de nitrógeno (ELN), energía metabolizable (EM), fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA), lignina y ceniza. Se empleó el software SPSS v.22.0 para el procesamiento de datos. Se incrementó significativamente ( $P < 0.001$ ) el rendimiento de MS conforme disminuyó la frecuencia de corte. Con cortes cada 75 días el pasto rindió casi ocho veces más ( $8.13 \text{ t ha}^{-1}$ ) que cada 30 días. La composición química se deprimió ( $P < 0.001$ ) con el aumento de la edad de corte. La PB varió de 19.4% - 11.7%; FB de 32.7% - 38.6%; EE de 3.89% - 2.67%; EM de 9.91 - 9.70 MJ  $\text{kg}^{-1}$  MS. El fraccionamiento de la fibra mostró valores elevados al igual que la ceniza. Se concluye que bajas frecuencias de corte incrementan el rendimiento de MS y deprimen la calidad nutricional del pasto Mombaza. Se recomiendan los cortes cada 60 días para aprovechar la productividad del pasto y cada 30 y 45 días para aumentar su utilización en las condiciones de Manglaralto, Santa Elena.

**Palabras clave:** Calidad, edad de rebrote, fertilización, rendimiento, riego.

## ABSTRACT

Few studies are available regarding cutting management, which combines the greatest accumulation of biomass and nutritional quality of tropical forages. In a randomized block design with five replicates, the effect of four cutting frequencies (30, 45, 60 and 75 days) on biomass production indicators and chemical composition of Mombasa grass (*Panicum maximum*, Jacq. cv. Mombaza) was evaluated under irrigation and fertilization conditions in Manglaralto, province of Santa Elena. The yield of dry matter (DM), crude protein (CP), crude fiber (CF), ethereal extract (EE), nitrogen-free extract (NFE), metabolizable energy (ME), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), lignin and ash were studied. The statistical package SPSS v.22.0 for data processing was used. There was a significant increase ( $P<0.001$ ) in DM yield according to the cutting frequency. With cuts every 75 days, the grass yielded almost eight times more ( $8.13 \text{ t ha}^{-1}$ ) than every 30 days. The main indicators of the chemical composition were depressed ( $P<0.001$ ) with the increase of the cutting age. The CP ranged from 19.4% to 11.7%; CF from 32.7% to 38.6%; EE from 3.89% to 2.67%; ME from 9.91 to 9.70 MJ  $\text{kg}^{-1}$  DM. The fractionation of the fiber shows high values as well as the ash. It is concluded that lower cutting frequency increases DM yield and depresses the nutritional quality of Mombasa grass. Cutting is recommended every 60 days to take advantage of the grass productivity, and the cutting every 30 and 45 days to increase its use in the edaphoclimatic conditions of Manglaralto, Santa Elena province.

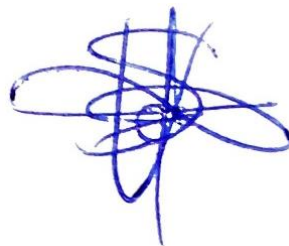
**Keywords:** Quality, regrowth age, fertilization, yield, irrigation.

## **DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD**

El presente Trabajo de Titulación titulado “**PRODUCCIÓN DE BIOMASA Y CALIDAD NUTRICIONAL DEL PASTO MOMBAZA** (*Panicum maximum*, Jacq. cv. Mombaza) **CON DIFERENTES FRECUENCIAS DE CORTE EN MANGLARALTO, SANTA ELENA**” y elaborado por **Jorge Luis Santistevan Veliz**, declara que la concepción, análisis y resultados son originales y aportan a la actividad científica educativa agropecuaria.

### **Transferencia de derechos autorales.**

"El contenido del presente Trabajo de Graduación es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena".



---

**Firma del estudiante**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>ÍNDICE INTRODUCCIÓN .....</b>   | <b>1</b>  |
| <b>CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....</b>                                      | <b>3</b>  |
| <b>1.1 Los pastos tropicales y la producción animal .....</b>                        | <b>3</b>  |
| 1.1.1 La especie <i>Panicum maximum</i> .....  | 3         |
| 1.1.2 Ecología .....   | 4         |
| 1.1.3 Características de la planta.....  | 4         |
| 1.1.4 Manejo .....   | 5         |
| 1.1.5 Siembra .....  | 5         |
| 1.1.6 Semillas .....   | 5         |
| 1.1.7 Calidad Nutritiva.....   | 6         |
| 1.1.8 Fertilización .....  | 6         |
| 1.1.9 Insectos dañinos en pastos .....   | 7         |
| <b>1.2 La especie <i>Panicum maximum</i> Jacq. en la ganadería del Ecuador .....</b> | <b>7</b>  |
| <b>1.3 El pasto Mombaza .....</b>  | <b>9</b>  |
| 1.3.1 Clasificación taxonómica del pasto Guinea Mombaza .....                        | 9         |
| 1.3.2 Establecimiento del pasto Guinea Mombaza .....                                 | 9         |
| 1.3.3 Adaptación del pasto Guinea Mombaza .....                                      | 10        |
| 1.3.4 Fertilización del pasto Guinea Mombaza.....                                    | 10        |
| 1.3.5 Enfermedades y plagas que atacan al pasto Guinea Mombaza .....                 | 10        |
| 1.3.6 Usos del pasto Guinea Mombaza.....   | 10        |
| 1.3.7 Calidad nutricional y producción animal del pasto Guinea Mombaza .....         | 11        |
| 1.3.8 Potencial de producción del pasto Guinea Mombaza .....                         | 12        |
| <b>1.4 Acerca del manejo de los pastos tropicales .....</b>                          | <b>12</b> |
| 1.4.1 La edad de corte o rebrote.....  | 13        |
| <b>CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>  | <b>16</b> |
| <b>2.1 Ubicación y características edafoclimáticas del sitio experimental .....</b>  | <b>16</b> |
| <b>2.2 Materiales y equipos.....</b>   | <b>16</b> |
| 2.2.1 Material vegetativo .....  | 16        |
| 2.2.2 Insumos .....  | 17        |
| 2.2.3 Herramientas .....   | 17        |
| 2.2.4 Equipos.....   | 17        |
| <b>2.3 Metodología.....</b>  | <b>17</b> |
| 2.3.1 Tratamientos y diseño experimental .....                                       | 17        |
| 2.3.2 Procedimiento experimental .....   | 18        |
| 2.3.3 Variables de estudio .....   | 19        |
| 2.3.3 Análisis estadístico.....  | 19        |
| <b>CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>                                       | <b>20</b> |
| <b>3.1 Comportamiento del rendimiento de MS del pasto Mombaza .....</b>              | <b>20</b> |
| <b>3.2 Indicadores de la composición química del pasto Mombaza .....</b>             | <b>22</b> |
| <b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>  | <b>27</b> |
| Conclusiones .....   | 27        |
| Recomendaciones.....   | 27        |

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS ANEXOS**



## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabla 1.</b> Contenido nutricional de diferentes ecotipos de <i>Panicum maximum</i> .....   | 11 |
| <b>Tabla2.</b> Contenido nutricional de diferentes fracciones de ecotipos de <i>Panicum maximum</i> .....  | 12 |
| <b>Tabla 3.</b> Resultados del análisis de varianza aplicado al rendimiento de materia seca del pasto Mombaza (datos transformados) .....            | 20 |
| <b>Tabla 4.</b> Cuadrados medios del error y P valores resultantes del ANOVA de indicadores de la composición química según frecuencia de corte..... | 22 |
| <b>Tabla 5.</b> Indicadores del fraccionamiento de la fibra y contenido de ceniza según la frecuencia de corte.....                                  | 26 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 1.</b> Comportamiento del rendimiento de materia seca del pasto Mombaza según la frecuencia de corte.....                          | 21 |
| <b>Figura 2.</b> Comportamiento de los nutrientes que aportan a la energía metabolizable del pasto Mombaza según la frecuencia de corte..... | 23 |
| <b>Figura 3.</b> Energía metabolizable del pasto Mombaza según la frecuencia de corte.....   | 25 |

## ÍNDICE DE ANEXOS

**Figura 1A.** Pasto Mombaza inicio del experimento

**Figura 2A.** Pasto Mombaza a los 30 días

**Figura 3A.** Toma de muestra del pasto Mombaza a los 30 días

**Figura 4A.** Materiales de campo para la toma de muestra del pasto Mombaza

**Figura 5A.** Medición del pasto Mombaza a los 45 días

**Figura 6A.** Toma de muestra del pasto Mombaza a los 45 días

**Figura 7A.** Pasto Mombaza a los 60 días

**Figura 8A.** Medición del pasto Mombaza para toma de muestra a los 60 días

**Figura 9A.** Corte de pasto Mombaza a la edad de 75 días

**Figura 10A.** Toma de muestra del pasto Mombaza a los 75 días

**Figura 11A.** Pesado de muestra de pasto Mombaza a los 75 días

**Figura 12A.** Toma de muestra de campo del pasto Mombaza

**Tabla 1A.** Base de datos de producción de forraje verde y materia seca del pasto Mombaza

**Tabla 2A.** Base de datos de la composición química del pasto Mombaza

**Tabla 3A.** Estadística descriptiva del rendimiento de MS y los indicadores de la composición química del pasto Mombaza

## INTRODUCCIÓN

La producción animal en praderas es el resultado del proceso fotosintético que las plantas realizan para el crecimiento, desarrollo y acumulación de biomasa, que deberá ser consumida por los animales y convertida en producto animal, en praderas tropicales, la producción animal comúnmente se caracteriza por bajos índices de producción, debido al crecimiento estacional y bajo valor nutritivo del forraje producido. La principal causa de la reducción del valor nutritivo en estas especies es la acumulación de tallo y material muerto, componentes que son menos digestibles que las hojas (Cruz y Boval, 2000).

Tanto el rendimiento como la acumulación de biomasa se desarrollan de manera dinámica, debido a la formación de nuevo tejido y la pérdida de tejido maduro por senescencia y descomposición, procesos que ocurren simultáneamente y están determinados genéticamente, pero son influenciados por las condiciones ambientales y de manejo, por lo que es importante conocer las interrelaciones entre las prácticas de manejo de la defoliación (frecuencia, intensidad y momento de la defoliación) y la respuesta de las plantas (crecimiento, acumulación de forraje, etc.), para fundamentar la planeación y desarrollo eficientes, de estrategias para el manejo de praderas (Da Silva, 2004). El manejo de la defoliación influye en la velocidad de crecimiento, producción, composición, calidad y persistencia de la pradera (Nascimento and Adese, 2004).

El pasto Mombaza es una cultivar de la especie *Panicum maximum* Jacq., cuyo origen genético está en África. Fue introducido a América en 1967, y liberado en 1993 por el Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (CNPq), en Brasil (Jank, 1995), como una especie extremadamente productiva en ambientes tropicales. Recientemente ha sido introducido en diferentes ecosistemas del Ecuador, como alternativa para incrementar la productividad de las praderas tropicales; sin embargo, el manejo tradicional aplicado por los productores y la falta de reposición de nutrientes al suelo ha favorecido que estas praderas entren en proceso de degradación, pocos años después de su establecimiento.

Pocos estudios referentes al manejo de la defoliación, para manipular la acumulación de forraje y de los componentes morfológicos en praderas tropicales, están disponibles en la literatura; por lo que es importante, realizar estudios preliminares sobre estos procesos, que permitan mejorar la eficiencia en la producción y utilización de las praderas y generar indicadores de manejo de fácil adopción por los productores.

**Problema Científico:**

¿El estudio de diferentes frecuencias de corte en el pasto Mombaza (*Panicum maximum*, Jacq cv. Mombaza) puede determinar la edad de rebrote más favorable, en términos de rendimiento y calidad de la biomasa, y contribuir a establecer el manejo adecuado de la especie en las condiciones edafoclimáticas de Manglaralto, Santa Elena?

**Objetivo General:**

Evaluar el comportamiento de indicadores de la producción de biomasa y calidad nutricional del pasto Mombaza (*Panicum maximum*, Jacq. cv. Mombaza) manejado con diferentes frecuencias de corte en la zona de Manglaralto, provincia de Santa Elena.

**Objetivos Específicos:**

1. Determinar el comportamiento del rendimiento de biomasa del pasto Mombaza (*Panicum maximum*, Jacq. cv. Mombaza) bajo diferentes frecuencias de corte.
2. Evaluar el efecto de la frecuencia de corte en algunos indicadores de la composición química del pasto Mombaza (*Panicum maximum*, Jacq. cv. Mombaza).

**Hipótesis:**

El pasto Mombaza (*Panicum maximum*, Jacq. cv. Mombaza) puede presentar diferencias en el comportamiento del rendimiento de biomasa y composición química cuando es sometido a diferentes frecuencias de corte en la zona de Manglaralto, provincia de Santa Elena.

## CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 1.1 Los pastos tropicales y la producción animal

El crecimiento y diferencias en rendimiento estacional y anual de los componentes morfológicos y fisiológicos en el pasto son función directa de las condiciones climáticas, la fertilidad del suelo y las prácticas de manejo (Ramírez *et al.*, 2011).

Su aprovechamiento depende de la proporción de hojas, tallos y raíces que se generan por la interacción genotipo-ambiente; estos componentes dan como resultado el rendimiento de forraje (Njarui *et al.*, 2014). El conocimiento de la influencia de la estacionalidad ambiental en el crecimiento y producción de forraje de especies de interés, permite identificar la disponibilidad de forraje y, en consecuencia, adoptar estrategias de manejo diferencial para cada especie (Montes *et al.*, 2016).

En la búsqueda para lograr la máxima producción sostenida de las praderas, se ha abordado el estudio del crecimiento de las especies en base a la biomasa de las hojas, el índice de área foliar (IAF), la altura e interceptación de luz (Da Silva y Hernández-Garay, 2010). Sin embargo, su manejo se mantiene como la principal limitante (Villarreal *et al.*, 2014).

En los trópicos existen bajos índices de producción animal, ocasionados por la ausencia de prácticas de nutrición sustentables, la distribución estacional de la precipitación y elevadas temperaturas. Estos factores limitan su productividad e inducen cambios en la asignación de materia seca (MS) en los componentes de la planta y en el rendimiento, como sucede al final de la temporada de lluvias en la que se observa mayor desarrollo de tallos reproductivos. Además, se incrementa la abscisión de estructuras, especialmente de hojas y la presencia de plantas no deseables (Ramírez *et al.*, 2009).

#### 1.1.1 La especie *Panicum maximum*

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. Después del pasto jaraguá, es el guinea el que cubre la mayor parte

de los potreros del país, debido a su buena disponibilidad para propagarse sexual y asexualmente (García, 1996).

### **1.1.2 Ecología**

Las exigencias ambientales del zacate guinea (*P. maximum*), son muy amplias y se acomodan a diferentes condiciones de clima y suelo. En Nicaragua crece espontáneo y junto con los 6 zacates Jaraguá (*Hipharrenya ruffa*) y Pará (*Brachiaria mutica*), son de los más extensamente cultivados (Rosales, 1968).

*P. maximum* se adecua a climas tropicales y subtropicales húmedos, prospera bien desde el nivel del mar hasta los 1500 msnm, crece en diferentes tipos de suelos, siempre y cuando estén bien drenados, se adapta a suelos ligeramente ácidos a básicos (con pH de 5 a 8) y la fertilidad del suelo de media a alta. La pluviosidad se da mejor en zona cuyas precipitaciones sean mayores a 1000 mm por año (Valdes, 1993).

El pasto “*Panicum maximum*” (BRA-006645) cv. Mombaza es una gramínea perenne macollada de crecimiento erecto muy vigorosa, produce gran cantidad de biomasa de buena calidad, soporta alta carga animal. Posee buena rusticidad tanto en sistemas intensivos como extensivos.

### **1.1.3 Características de la planta**

Según Carballo et al. (2005), *Panicum maximum* es la gramínea que ofrece mayor número de cultivares (55) en 20 países tropicales. Dentro de sus características más sobresalientes se tienen: Se le puede utilizar para el pastoreo, corte, ensilaje y heno. Puede y es muy conveniente, asociarlo con leguminosas. Su siembra es fácil y económica. Por sus fuertes macollas y su profundo sistema radicular, protege a los suelos de la erosión (hídrica y eólica). En condiciones de buen manejo y pastoreo adecuado puede durar muchos años. (UNAG, 1998).

Es un zacate perenne que crece en matas altas y vigorosas. Existen considerables variaciones de guinea en lo que se refiere a su crecimiento, pues mientras algunas alcanzan tres metros de altura con hojas hasta de tres centímetros de ancho, otras no pasan de metro y medio y las hojas son muy angostas; las raíces son fibrosas alcanzando hasta medio metro de 7

profundidad; la panoja o espiga es abierta en forma de pirámide, con una longitud de 20 a 50 cm; este zacate da semilla dos veces al año (Rosales, 1968).

#### ***1.1.4 Manejo***

La altura de pastoreo varía, pero en general se recomienda hacerlo cuando alcanza 60 a 80 cm, aprovechándolo hasta los 100 a 120 cm de altura. En tierras áridas con poca precipitación, los cortes por debajo de 20 cm reducen el vigor de las plantas. Sin embargo, en zonas con precipitaciones de 1500 mm o más, el Guinea forma un manto parejo capaz de resistir cortes muy bajos.

La altura apropiada del pasto al sacar los animales del pastoreo es de 30 cm o bien cuando esté relativamente deshojada. Los tallos altos favorecen un rebrote rápido. El periodo de recuperación es variable, de acuerdo con el medio donde se desarrolla y la época del año, pero por lo general se estima entre 30 y 42 días. Como parte del manejo rutinario se acostumbra a dejarlo semillar cada 3 a 5 años para incrementar la densidad de la población (García, 1996). Produce de 12 a 15 toneladas de materia seca, con las cuales se puede mantener 2 animales por manzana al año. No resiste pastoreo intensivo (Valdes, 1993).

Para hacer ensilaje se debe cortar cuando alcance una altura de 80 a 90 cm. Se pican en trozos de 1 a 2.5 cm; de esta manera los tallos se mezclan bien con las hojas dando como resultado una mejor compactación dentro del silo (Rosales, 1968).

#### ***1.1.5 Siembra***

La siembra del Guinea por medio de semilla se hace al voleo o en surco, a una profundidad de 2 a 3 cm y un metro entre surco. La cantidad de semilla depende de la calidad de la misma, generalmente se recomienda usar de 6 a 7 kg de semilla limpia por hectárea, o 34 kg de semilla sin limpiar (García, 1996).

#### ***1.1.6 Semillas***

La semilla de Guinea se caracteriza por desprenderse fácilmente de la panícula ocasionando altas pérdidas. La fertilización nitrogenada y el riego incrementan la producción de semilla, pero generalmente varía de 50 a 300 kg de semilla por hectárea, efectuando la cosecha entre los 28 y 36 días, después de la aparición de la inflorescencia. Esta gramínea produce abundantes semillas, pero con poca viabilidad. El porcentaje de germinación de la semilla



varía de 0 a 45%, en el medio nicaragüense, el promedio de germinación más frecuente es de cerca del 10% (García, 1996).

### **1.1.7 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).

### **1.1.8 Fertilización**

La mayoría de los ganaderos experimentados reconocen que una adecuada nutrición nitrogenada tiene la mayor importancia para una alta obtención de materia seca; también tiene importancia en el mantenimiento de la calidad de los pastos tropicales, especialmente en términos de proteína cruda y digestibilidad (Chandler, 1974), en Puerto Rico reportaron datos del efecto de la fertilización nitrogenada en Napier con niveles de aplicación de hasta 1800 kg de nitrógeno por hectárea por año con un contenido medio de proteína cruda de 12.8%.

El efecto de aplicar cada vez dosis mayores de nitrógeno incrementa en forma creciente el rendimiento del pasto hasta una dosis específica, luego los incrementos son decrecientes a niveles mayores, pudiéndose llegarse a no obtener respuesta con aplicaciones excesivas.

El contenido de proteína cruda se ha incrementado menos acentuadamente con las dosis menores; sin embargo, a niveles intermedios de aplicación aumenta marcadamente, para luego con aplicaciones mayores, llega a estabilizarse, esto es cierto cuando los pastos se cortan tiernos, pues conforme avanza la edad desaparece este efecto benéfico de la fertilización nitrogenada. La dosis por corte o pastoreo no deberá rebasarse de 50 kg ha<sup>-1</sup> en

forrajera de alta productividad, y en mediano rendimiento pueden usarse cantidades entre 25 y 40 kg ha<sup>-1</sup>, de lo contrario se hará un uso ineficiente (Gutiérrez 1996).

### **1.1.9 Insectos dañinos en pastos**

Los pastos, al igual que los cultivos, se ven afectados por ciertos insectos, cuyo grado de infección y daño varían por época, región, planta y año. El daño dependiendo del tipo de insecto es realizado en las hojas, los tallos, la raíz y, aún, en las semillas. Los insectos que más daño provocan a las pasturas en el trópico y que frecuentemente se encuentran, se tienen: Chinche salivosa o salivazo (*Aeneolamia* sp), gusano ejército (*Spodoptera frugiperda*), gallina ciega (*Phyllophaga* sp), gusano medidor (*Mocis repanda*), chinche de los pastos o de grama (*Blissus leucopterus*), crisomelidos (*Diabrotica* sp), los zompopos (*Atta* sp), y el psyllide (*Heteropsylla cubana*) (Gutiérrez, 1996).

## **1.2 La especie *Panicum maximum* Jacq. en la ganadería del Ecuador**

Una de las principales actividades en el sector productivo del Ecuador es la ganadería bovina, la cual depende de una serie de factores, siendo uno de ellos la alimentación que proviene principalmente de las pasturas, cuya cobertura de cultivo es de 2 447 634 ha (INEC, 2017).

Las zonas tropicales del país tienen entre sus pastos de mayor cultivo los *Panicum*, que responden de buena manera a las condiciones medio ambientales, a las exigencias del pastoreo y producen una gran cantidad de materia verde; tal es el caso que en el año 2014 según el INEC se registraron 1 067 390 ha de pasto saboya *Panicum maximum* cv., en la región costa, siendo Manabí la provincia que lidera este cultivo con 817 700 ha; es decir, aproximadamente el 33.41% de la extensión nacional. En esta zona se han difundido algunas variedades mejoradas de *Panicum maximum* en la que destaca Mombaza.

Las condiciones en las que se establecen las praderas son de gran extensión, a libre pastoreo, en suelos de mediana y baja fertilidad, carentes de sistemas de riego y sin mayor aporte de tecnologías, dependiendo básicamente de las condiciones climáticas que se presentan en cada época del año. En praderas tropicales, la producción animal comúnmente se caracteriza

por bajos índices de producción, debido al crecimiento estacional y bajo valor nutritivo del forraje producido (Ramírez *et al.*, 2009).

Los *Panicum* han demostrado que están facultados para adaptarse a condiciones extremas, representan una gramínea de mucha rusticidad que soporta pastoreo extensivo; sin embargo, no mantiene un equilibrio de producción durante todo el año. Este desequilibrio está relacionado con el factor climático de mayor variabilidad en el trópico que es la precipitación (Vargas *et al.*, 2014). Su distribución a lo largo del año incide acentuadamente en la producción de fitomasa forrajera (Vargas *et al.*, 2014).

Lo anterior provoca desbalance en disponibilidad de alimento para el ganado y presión sobre la frecuencia de pastoreo, por esta razón la presencia dominante de los pastizales *Panicum maximum* no es sinónimo de eficiencia en la ganadería de la región, ya que la relación de carga animal en esta zona del país es inferior a una unidad bovina adulta por hectárea.

Es conocido que la ganadería es una actividad que genera recursos, mano de obra y estabilidad económica a muchas familias rurales de la región, y se atribuye al cultivo de pasturas la mayor responsabilidad del cambio de uso de la tierra y la destrucción de los ecosistemas naturales. La producción pecuaria está asociada directamente con la transformación del bosque, destrucción de ecosistemas frágiles (bosque húmedo), que se han exteriorizados a la agricultura y pastoreo, provocando la pérdida de la biodiversidad, degradación de la capa fértil del suelo, entre otras afectaciones.

La suma de múltiples factores asociados a las condiciones agrometeorológicas genera controversias que precisamente no se centran en la expansión del cultivo y en los bajos índices de productividad, sino más bien en el manejo inadecuado. La falta de estudios e investigaciones en estas zonas, en particular en el ecosistema de la Península de Santa Elena, sin contar con una línea base donde se identifique cuál es el verdadero rendimiento de la gramínea en condiciones naturales, en la actualidad pone en tela de duda la calidad y rendimiento del género *Panicum*.

Con la introducción de variedades como Mombaza, se generan expectativas de

mejoramiento; sin embargo, es necesario estudiar este género y a partir de los resultados que se obtengan, incorporar las tecnologías adecuadas para su optimización.

### **1.3 El pasto Mombaza**

El Pasto Mombaza es una gramínea perenne originaria de África. De crecimiento erecto y en macollas que miden hasta 3 metros; hojas anchas, largas y toscas. Presenta alta tasa de rebrote. Inflorescencia en forma de panícula abundante y su semilla es pequeña y viable.

Tolera el arbóreo mejor que otras gramíneas, lo que facilita su uso en sistemas silvopastoriles.

#### ***1.3.1 Clasificación taxonómica del pasto Guinea Mombaza***

Según González (2017), el pasto Guinea Mombaza presenta la siguiente clasificación taxonómica:

Reino: Plantae

División: Embriophyta

Clase: Angiospermae

Subclase: Monocotiledónea

Orden: Glumiflorae

Familia: Poaceae

Tribu: Paniceae

Género: Panicum

Especie: *P. maximum*

#### ***1.3.2 Establecimiento del pasto Guinea Mombaza***

Para su establecimiento se utiliza semilla sexual, alrededor de 6 -8 kg por hectárea al voleo usando una Boleadora manual. A una profundidad de 10 centímetros en el suelo puede almacenar carbono orgánico en cantidades de 11.6 toneladas por hectárea año y a una profundidad de 20 centímetros, puede almacenar 24.5 toneladas por hectárea año. También se puede establecer con material vegetativo usando cepas en ocasiones.

### ***1.3.3 Adaptación del pasto Guinea Mombaza***

Se puede establecer en suelos con pH de 5.0 -7.5 y soporta encharcamientos temporales. Alturas entre 0 –1600 m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar). Precipitaciones anuales entre 800 -2500 mm, resiste largos períodos de sequía. Temperaturas entre 18 - 27 °C.

### ***1.3.4 Fertilización del pasto Guinea Mombaza***

Mínima y requiere de fertilización de mantenimiento. Durante su establecimiento se debe aplicar nitrógeno, fósforo y potasio, cuando esta gramínea alcance los 20 centímetros de altura. Se recomienda que su primer pastoreo se realice 3 - 4 meses posteriores a la siembra. Además, es tolerante a quemas kg de minerales por hectárea N: 50; MgO: 24.5; SO<sub>4</sub>: 44.86; K<sub>2</sub>O: 18; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 45.8.

### ***1.3.5 Enfermedades y plagas que atacan al pasto Guinea Mombaza***

Reporta pocas plagas de importancia económica; aunque es tolerante al salivazo, algunos insectos comedores de hoja como el gusano ejército, pueden realizarle ataques significantes y eventuales. En ocasiones es atacada en sus espigas por carbón y en sus hojas por Helminthosporium.

### ***1.3.6 Usos del pasto Guinea Mombaza***

Se utiliza principalmente en pastoreo rotacional con periodos de descanso de 30-35 días y entre 2-3 días de ocupación en época de lluvias y de 60-70 días de descanso y máximo dos días de ocupación en época seca. En épocas de mucha producción, puede usarse para heno o ensilaje. Debido a la alta calidad de este forraje y su gran volumen de producción, es una de las especies más usadas por los ganaderos para hacer su conservación, más aún ensilada. También se puede utilizar para corte y acarreo, por lo que para este fin se recomienda cortarse cada 40-45 días en época de lluvia y en época seca cada 60-70 días (Tropical Seeds, 2017).

### ***1.3.7 Calidad nutricional y producción animal del pasto Guinea Mombaza***

Su valor nutritivo en base a proteína cruda cuando tiene 35 días es de 10.5 -10.9% en época de verano y 11.5 a 15% en época de invierno. Presenta una digestibilidad de 65.1% y su contenido de energía metabolizable es de 2.16 Mcal kg<sup>-1</sup> MS. Se puede asociar con las leguminosas como kudzú, Clitoria, maní forrajero, etc. La importancia de estas mezclas radica en que se aumenta el valor proteínico de la ración y aporta nitrógeno al suelo.

En un trabajo realizado en el Centro Nacional de Investigación en Ganado de Carne (CNPGC), Campo Grande, MS- Brasil, con el objetivo de evaluar el valor nutritivo de tres ecotipos de *Panicum maximum*: Tanzania, Mombaza y BRA-007102 (T-21), bajo pastoreo rotacional con periodos de descanso y ocupación de 35 y 7 días, respectivamente, se encontró que en el follaje de estas tres gramíneas, los componentes químicos estudiados fueron semejantes, excepto el contenido de FDN que fue más elevado en el ecotipo T-21, lo cual podría estar asociado, en adición a otros factores, a un menor consumo animal de este cultivar.

Con relación a los valores nutritivos de las muestras de tallo, el cultivar Tanzania mostró estadísticamente un mayor contenido de proteína bruta (Barboza y Euclides, 1997). En este mismo estudio, no se encontraron diferencias en la digestibilidad *in situ* de la materia seca foliar de estos cultivares. Al comparar la digestibilidad de rebrotes de 35 y 70 días, se observó una reducción de 81.22 a 69.84%.

Los datos referentes a la composición química de hojas y tallos de los ecotipos evaluados, se presentan en los cuadros siguientes. Promedios de los contenidos de proteína bruta (PB), fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD), nitrógeno en FND (N-FND) y nitrógeno en FAD (N-FAD) en las hojas de los pastos Mombaza, T-21 y Tanzania (período de 20-9-96 a 21-11-96).

Promedios de los contenidos de nutrientes se puede observar en la Tabla 1 de proteína bruta (PB), fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD), nitrógeno en FND (NFND) y nitrógeno en FAD (N-FAD) en las hojas de los pastos Mombaza, T-21 y Tanzania (período de 20-9-96 a 21-11-96).

**Tabla 1.** Contenido nutricional de diferentes ecotipos de *Panicum maximum*

| Ecotipos | PB | FND | FAD | N-FND | N-FAD       | (% MS)      | (%MS) | (% MS) | (%PB) | (%PB) |
|----------|----|-----|-----|-------|-------------|-------------|-------|--------|-------|-------|
| Mombaza  |    |     |     | 11.6  |             |             |       | 22.9   |       | 4.6   |
| T-21     |    |     |     | 11.1  | <b>76.9</b> | <b>38.8</b> |       | 24.0   |       | 5.0   |
| Tanzania |    |     |     | 12.3  | 72.9        | 38.2        |       | 23.5   |       | 4.5   |

**Fuente:** Barbosa y Euclides (1997)

Promedios de los contenidos de proteína bruta (PB), fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD), nitrógeno en FND (N-FND) en los tallos, de los pastos Mombaza, T-21 y Tanzania según Tabla 2 (período de 20-9-96 a 21-11-96).

**Tabla 2.** Contenido nutricional de diferentes fracciones de ecotipos de *Panicum maximum*

| Ecotipos | PB<br>(% MS) | FND<br>(%MS) | FAD (%<br>MS) | N-FND<br>(%PB) | N-FAD<br>(%PB) |
|----------|--------------|--------------|---------------|----------------|----------------|
| Mombaza  | 4.3          | 78.7         | 44.0          | 23.0           | 9.4            |
| T-21     | 4.9          | 85.4         | 46.9          | 21.8           | 8.6            |
| Tanzania | 6.2          | 89.0         | 42.6          | 20.7           | 7.1            |

**Fuente:** Barbosa y Euclides (1997)

### 1.3.8 Potencial de producción del pasto Guinea Mombaza

Con 23 kg ha<sup>-1</sup> de Nitrógeno y riego, fertilizando cada 21 días con buena disposición de agua, se obtiene un rendimiento de materia seca por hectárea de 53 toneladas al año, y sin riego a los 28 días puede producir 35 t ha<sup>-1</sup>. En pastoreo con 21 días de descanso y cargas de 2.034 - 3.390 UGM ha<sup>-1</sup>, se pueden obtener ganancias por día de 0.983 – 0.912 kg por animal, respectivamente, y ganancias diarias de peso vivo por hectárea de 2.95-4.54 kg, respectivamente, lo que se traduce en producciones de carne superiores a una tonelada por hectárea año.

## 1.4 Acerca del manejo de los pastos tropicales

En los países del área tropical y subtropical, se ha señalado que el rendimiento de los animales en el pastoreo está influenciado y determinado por diferentes aspectos como la eficiencia y sostenibilidad del sistema pastoril, que denota el resultado medido como producto animal por unidad de área de pastoreo (Valle, 2020). Sin dudas, esto dependerá,

en gran medida, de la calidad del pasto, lo cual está relacionado con el manejo y cuidado de las especies.

Las variedades de pastos utilizadas en los trópicos en su mayoría no satisfacen los requerimientos nutricionales de los animales, por lo que los productores se ven obligados a utilizar suplementos alimenticios que conllevan a un aumento de los costos de producción y la disminución de la rentabilidad de la actividad. Corroboran lo anterior Ku-Vera et al. (2014) y Barahona et al. (2014), quienes señalan que los forrajes tropicales son de bajo contenido de proteína bruta y carbohidratos solubles, alta concentración de fibra en detergente neutro, poca digestibilidad aparente y, bajo tenor de energía metabolizable.

Todo ello justifica que la evaluación constante de la producción de biomasa y la calidad bromatológica de las pasturas es necesaria para establecer prácticas de manejo del pastoreo, que consideren las fluctuaciones que ocasionan las épocas del año (verano e invierno) y las edades de rebrote de los pastos, para así poder discernir el momento óptimo de corte o pastoreo.

El rigor de las condiciones ambientales en dichas regiones afecta relativamente al sistema de producción de gramíneas forrajeras, que pueden causar daños fisiológicos, provocar desequilibrios y cambios en los procesos metabólicos–fotosintéticos. Sin embargo, esto se puede compensar con los cuidados en el manejo y las labores que se realicen dentro de estos sistemas.

En los sistemas tropicales, lo más general es que no hay un manejo adecuado que permita al productor hacer una buena utilización de los forrajes disponibles (Sánchez *et al.*, 2008). Se han implementado investigaciones acerca de la utilización adecuada con respecto al periodo de corte en las regiones tropicales y subtropicales; sin embargo, se hace necesario realizar estudios para cada región en particular, que combinen la mayor acumulación de forraje y los componentes estructurales y nutricionales de las gramíneas.

#### ***1.4.1 La edad de corte o rebrote***

Un aspecto para considerar, según indican Madera et al. (2013), para que cualquier pasto exprese su máximo potencial productivo, es el manejo; dentro del cual destaca la edad de corte, pues constituye una variable que determina en gran medida el rendimiento y calidad del forraje obtenido. En la actualidad, como es notable, pocos son los estudios del pasto,



que muestran la edad en que se alcanza la mayor producción y aprovechamiento de la biomasa.

A decir de Beltrán et al. (2015), la acumulación de forraje disminuye conforme aumenta la frecuencia de cosecha, en especial en especies amacolladas, y la tasa de acumulación de forraje es mayor con una cosecha ligera que una severa.

En evaluaciones con el pasto Estrella, Maya et al. (2015), mencionan que los valores de fibra aumentaron al incrementar la edad de corte de 28 a 35 días para los tres componentes, no así de los 35 a 42 días. Por el contrario, la digestibilidad *in situ* de la materia seca disminuyó con la edad.

Un aspecto que exhibe respuestas no coincidentes es el relacionado con los tenores de materia seca de los forrajes en función de la edad. Es frecuente encontrar que las gramíneas manifiesten mayores porcentajes de materia seca con el avance de la edad de rebrote (Soria, 2012). Así, Dimaté (2016), encontró valores de MS que van de 23.6% y 31.4% en las edades de 28 y 42 días de rebrote del pasto Ryegrass. Martínez (2018), indicó valores de 14.4% a los 28 días y 15.1% a los 42 días de rebrote.

Contrarios a esta tendencia que se señala en la literatura, son los resultados de Vargas (2019), quien encontró valores más altos de MS en edades tempranas que en edades mayores de rebrote. Por su parte, Núñez-Arroyo et al. (2022), encontraron que el pasto Kikuyo presentó el porcentaje de MS más alto a los 14 días (33.4% MS) y disminuyó significativamente

( $p < 0.05$ ) a 15.2% a los 56 días de rebrote. De igual manera, estos autores informan que el pasto Ryegrass presentó la misma tendencia, el valor más alto se observó a los 14 días (15.1% MS) y el más bajo a los 42 días (10.6% MS).

Noda et al. (2017), sostienen que al utilizar tres frecuencias de corte (45, 60 y 90 días) y tres alturas de poda (20, 40 y 60 cm) en Morera (*Morus alba*), solo encontraron diferencias para la frecuencia en términos de producción de biomasa; mientras que las investigaciones realizadas demostraron que existían diferencias significativas entre las alturas de corte (50 y 100 cm) en la producción de materia seca por hectárea.

La variedad Mombaza, señalan Verdecia et al. (2016), presenta un buen comportamiento agroproductivo de acuerdo con las condiciones edafoclimáticas de cada región. Los valores más altos del rendimiento en materia seca total, de las hojas y los tallos se alcanzan a los 75

días durante el período lluvioso. La proporción de hoja-tallos disminuyó con la edad con sus mayores resultados a los 30 días para las hojas y a los 75 días para los tallos.

González (2017), sostiene que esta gramínea bajo condiciones naturales y en suelos relativamente fértiles, puede llegar a producir de 12 a 15 toneladas de forraje seco por hectárea por año (aproximadamente de 60 a 75 toneladas por hectárea por año de forraje verde); realizando cortes cada 7 a 9 semanas y aplicando  $50 \text{ kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$  de urea se han alcanzado rendimientos de 30 a 40 toneladas por ha por año de forraje seco (aproximadamente  $150 \text{ a } 200 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$  de forraje verde).

En una evaluación de la producción y valor nutricional del pasto Mombaza, Fierro (2018), recomendó efectuar el corte a una edad de 56 días y la altura de 20 cm, por ser con este manejo que se consigue alcanzar mayor producción de materia seca en la zona de Babahoyo, Ecuador.

Los múltiples factores asociados a las condiciones agroclimáticas traen diferencias en respuestas de estas especies forrajeras, que limitan su expansión por los bajos índices de productividad, sin embargo, ello aparece mayormente asociado a un manejo inadecuado. Los escasos estudios llevados a cabo bajo estas condiciones, sin que se cuente con una línea base de investigaciones en las que se determine el rendimiento real de la gramínea según el manejo recibido, es en la actualidad un imperativo para la ciencia, que saque de duda las potencialidades de calidad y rendimiento del género *Megathyrsus*.

## **CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS**

### ***2.1 Ubicación y características edafoclimáticas del sitio experimental***

La investigación se llevará a cabo en el Centro de Apoyo Manglaralto, de la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE), en el área de Pastos y Forrajes del proyecto de Investigación “Establecimiento de la estación de agrostología de la UPSE e identificación de macro y microfauna y su afectación en la producción forrajera en la provincia de Santa Elena”, ubicada en la parroquia Manglaralto, 55 km al norte de la ciudad de Santa Elena, provincia de Santa Elena. Ubicado geográficamente a 12 m.s.n.m., las coordenadas del sitio experimental son 01°50'36" de latitud Sur y 80°44'31" de longitud Oeste; la topografía es plana con pendiente menor a 1%.

Las condiciones climáticas del sitio experimental se caracterizan por presentar precipitaciones entre 1000 - 2000 mm al año, temperatura media anual de 20 a 30 °C, heliofanía 12 horas y una humedad relativa promedio de 83,.42 (INAMHI, 2013). La zona es caracterizada, además, por dos épocas al año: la lluviosa, de diciembre a abril y la seca, de mayo a noviembre.

El suelo de la zona de Manglaralto presenta una textura de partículas franco arcilloso, con pH parcialmente neutro. Los análisis realizados arrojaron contenidos de nutrientes de 21.11 kg ha<sup>-1</sup> de N, 219.84 kg ha<sup>-1</sup> de P y 240.08 kg ha<sup>-1</sup> de K, un pH 7.7 ligeramente alcalino, fósforo y potasio alto, nitrógeno medio, suelo no salino, con un valor de conductividad eléctrica de 0.91 mS cm<sup>-1</sup> (Muñoz, 2015).

### ***2.2 Materiales y equipos***

#### ***2.2.1 Material vegetativo***

Se utilizó como material vegetativo la parte aérea del pasto establecido Mombaza (*Panicum maximum*, Jacq. cv. Mombaza).

### **2.2.2 Insumos**

- Fertilizante balanceado (Yaramila)

### **2.2.3 Herramientas**

- Motoguadaña
- Machete
- Pala
- Azadón
- Cinta métrica
- Estacas
- Letreros
- Piola
- Cuaderno
- Lápiz
- Fundas plásticas ziploc
- Cámara fotográfica

### **2.2.4 Equipos**

- Estufa
- Balanza
- Sistema de riego por aspersores

## **2.3 Metodología**

### **2.3.1 Tratamientos y diseño experimental**

El experimento contó con cuatro tratamientos distribuidos en un Diseño de Bloques al Azar (DBA) con cinco réplicas. Los tratamientos consistieron en cuatro frecuencias de corte: 30, 45, 60 y 75 días de edad de rebrote, distribuidos al azar dentro de cada réplica, las que se dispusieron de manera que se controlara la probable heterogeneidad del terreno. El modelo matemático empleado fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + FC_i + B_j + \varepsilon_{ijk}$$

Donde,  $\mu$  = media o intercepto;  $FC_i$  = efecto de la *i*-ésima frecuencia de corte ( $i = 1, 2, 3, 4$ );  $B_j$  = efecto del *j*-ésimo bloque ( $j=1, 2, 3, 4, 5$ );  $\varepsilon_{ijk}$  = error experimental asociado a las observaciones normalmente distribuidas.

### **2.3.2 Procedimiento experimental**

El experimento se realizó sobre un área de pasto Mombaza (*Panicum maximum*, Jacq. cv. Mombaza), establecida a una distancia de 0.50 m entre surcos. Se delimitaron cinco bloques experimentales de 45 m<sup>2</sup> (15 x 3 m) cada uno, con el propósito de replicar los tratamientos, en cada uno de los cuales se establecieron 4 parcelas experimentales de 9 m<sup>2</sup> (3 x 3 m) cada una, las que representaron cada frecuencia de corte, distribuidas al azar dentro de cada bloque. Se dejó 1 m de separación entre parcelas, por lo que el área total de experimentación fue de 285 m<sup>2</sup> (15 x 19 m).

El área recibió fertilización con Yaramila a razón de 40 kg ha<sup>-1</sup> cada 30 días y riego mediante aspersores distribuidos por las parcelas, con frecuencia en dependencia de las precipitaciones de la zona experimental.

Para comenzar el estudio de las frecuencias de corte (30, 45, 60 y 75 días) se efectuó previamente un corte de homogenización. El área de cosecha fue en los 4 m<sup>2</sup> del área central de la parcela, una vez que se dejó 0.5 m de efecto de borde de cada lado. Todo el material fue pesado, troceado y homogeneizado. La cosecha se realizó en todos los tratamientos a una altura de corte de 10 cm del suelo.

Inmediatamente después de la cosecha, se tomó una muestra de 2 kg de forraje verde por cada parcela y se procedió al secado a 65 °C durante 72 horas en triplicado. El material secado fue molido a 1 mm de tamaño de partícula y 500 g se guardaron en fundas ziploc a temperatura ambiente (25 ±2 °C); una vez secas las muestras fueron mezcladas y homogenizadas y, para realizar el análisis bromatológico, se llevaron al laboratorio de Servicio de Análisis e Investigación en Alimentos del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Santa Catalina, Cutuglagua, Pichincha, Ecuador.

### **2.3.3 Variables de estudio**

Las variables de estudio fueron:

- a) Agronómicas: producción de forraje verde, producción de materia seca. Estas determinaciones se realizaron mediante el método propuesto por Bobadilla (2009).
- b) Bromatológicas: de la Materia seca (MS) del pasto, se determinaron la materia orgánica (MO), proteína bruta (PB:  $N \times 6.25$ ) y extracto etéreo (EE), siguiendo las técnicas de análisis proximal de U. Florida (1970). El fraccionamiento de la fibra se realizó según Van Soest et al. (1991): la fibra detergente neutro (FDN) se analizó con amilasa termoestable y expresada exclusiva de ceniza residual; la fibra detergente ácido (FDA) determinada secuencialmente en el residuo de la FDN y expresada exclusiva de ceniza residual. Se determinó la lignina, la cual fue oxidada con permanganato. Se determinó la energía bruta (EB) de las muestras en una bomba calorimétrica, según el procedimiento de la U. Florida (1974) y se convirtió en energía metabolizable (EM).

### **2.3.3 Análisis estadístico**

Los datos obtenidos se procesaron por el paquete IBM SPSS Statistics versión 22.0 (IBM, 2013). Se realizaron análisis de varianza de clasificación doble, según el modelo matemático del diseño empleado, para cada una de las variables de rendimiento y de composición química. Previo a cada análisis de varianza se aplicó la estadística descriptiva y se comprobó la normalidad de los datos mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov y la homogeneidad de varianzas a través de la prueba de Levene. Se empleó la prueba de Tukey (1949) para realizar la comparación múltiple de medias, cuando se encontró efecto significativo de los tratamientos.

## CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1 Comportamiento del rendimiento de MS del pasto Mombaza

En el análisis de la estadística descriptiva a la variable rendimiento de materia seca, no se encontró normalidad en la distribución de los datos, caracterizados por una alta dispersión dada la aplicación de cuatro frecuencias de corte cada 15 días, con una mínima de 30 y una máxima de 75 días de edad de rebrote. Para alcanzar normalidad, los datos se transformaron mediante la aplicación de la fórmula matemática  $\ln(x+10)$ .

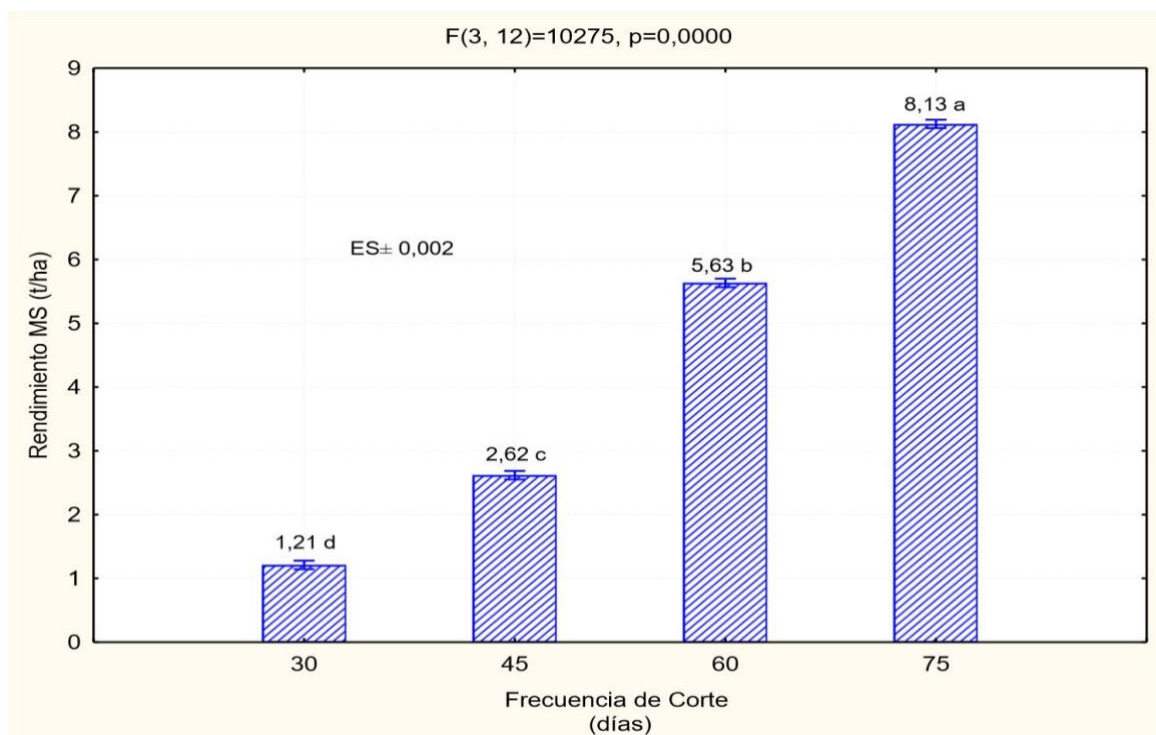
El análisis de varianza aplicado a la variable rendimiento de materia seca (datos transformados) arrojó un efecto altamente significativo ( $P<0.001$ ) de la frecuencia de corte (Tabla 3).

**Tabla 3.** Resultados del análisis de varianza aplicado al rendimiento de materia seca del pasto Mombaza (datos transformados).

| Efecto              | Grados de libertad | Cuadrado | F     | P         |
|---------------------|--------------------|----------|-------|-----------|
|                     |                    | Medio    |       |           |
| Frecuencia de Corte | 3                  | 0.2309   | 12626 | 0.0000*** |
| Bloques Error       | 4                  | 0.0000   | 1     | 0.4095    |
|                     | 12                 | 0.0000   |       |           |
| Total               | 19                 |          |       |           |

\*\*\*  $P<0.001$

En la Figura 1 se presentan los valores medios de los datos originales, del efecto de la frecuencia de corte en el rendimiento de materia seca del pasto Mombaza. Se encontró un incremento significativo ( $P<0.001$ ) del rendimiento de MS conforme disminuyó la frecuencia de corte, eso es, con el aumento de la edad de rebrote. Con cortes cada 75 días se alcanzó un rendimiento casi ocho veces superior ( $P<0.001$ ) a lo alcanzado con una frecuencia de 30 días, y fue superior ( $P<0.001$ ) en  $5.51 \text{ t ha}^{-1}$  y en  $2.5 \text{ t ha}^{-1}$  cuando se realizaron los cortes cada 45 y 60 días, respectivamente. La superioridad del corte cada 75 días coincide con los resultados informados para este pasto por Verdecia et al. (2016).



**Figura 1.** Comportamiento del rendimiento de materia seca del pasto Mombaza según la frecuencia de corte.

abcd Medias con letras distintas difieren significativamente para  $P < 0.001$  según Tukey (1949).

Otros autores como Nivelá et al. (2017) y Patiño et al. (2018), señalan una respuesta creciente en el rendimiento del pasto Mombaza con el aumento de la edad de corte. Por su parte, Macías et al. (2019), en un estudio del pasto Mombaza cortado cada 20, 25 y 30 días en las condiciones climáticas de bosque húmedo tropical de Manabí, Ecuador, informan este mismo comportamiento del rendimiento de MS con el avance de la edad de corte y encuentran un promedio de  $2.73 \text{ t ha}^{-1}$  a los 30 días, superior al encontrado a esa edad en el presente trabajo, desarrollado en las condiciones de clima semiárido de la zona Manglaralto, provincia de Santa Elena, aun cuando se aplicó riego y fertilización balanceada.

En condiciones de trópico húmedo en Costa Rica con 2106.3 mm de precipitaciones en época seca, Núñez-Arroyo et al. (2022), informan una producción de biomasa en pasto Mombaza de  $11.5 \text{ t MS ha}^{-1}$  a los 56 días, lo cual duplica lo alcanzado en este trabajo a los 60 días. Esto confirma que esta especie de pasto presenta alta potencialidad de producción de biomasa, cuya expresión está en función de las condiciones de nutrición y clima a que es sometida.



El aumento del rendimiento de MS con el avance de la edad de rebrote es una característica agronómica que se explica por los cambios morfofisiológicos de las plantas; esto es, mayor altura, crecimiento y disminución del porcentaje de humedad. Patiño et al. (2018) sostienen que el contenido de materia seca presenta variación en función a las etapas del corte, siendo menor durante la primera etapa de corte.

### 3.2 Indicadores de la composición química del pasto Mombaza

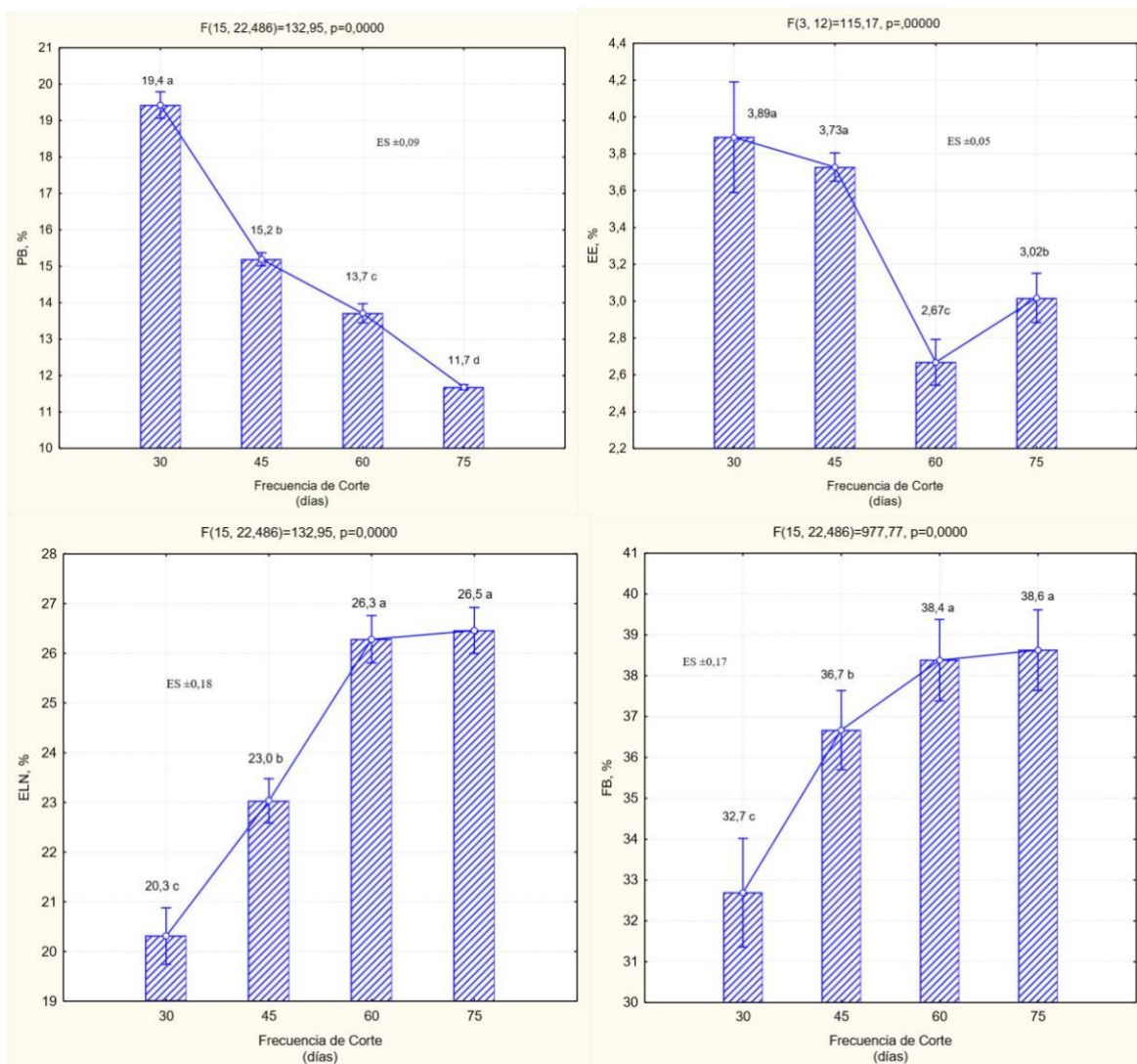
En los análisis de varianza realizados a la composición química del pasto Mombaza se encontró un efecto altamente significativo ( $P < 0.001$ ) de la variable de estudio frecuencia de corte en cada uno de los indicadores evaluados. En la Tabla 4 se presentan los cuadrados medios del error y los valores P resultantes del ANOVA para cada uno de estos indicadores.

**Tabla 4.** Cuadrados medios del error y P valores resultantes del ANOVA de indicadores de la composición química según frecuencia de corte.

| <b>Indicador</b> | <b>CM Error</b> | <b>P - valor</b> |
|------------------|-----------------|------------------|
| PB               | 0.046           | 0.000***         |
| FB               | 0.150           | 0.000***         |
| EE               | 0.015           | 0.000***         |
| ELN              | 0.160           | 0.000***         |
| EM               | 0.002           | 0.000***         |
| FDN              | 0.024           | 0.000***         |
| FDA              | 0.010           | 0.000***         |
| Lignina          | 0.000           | 0.000***         |
| Ceniza           | 0.072           | 0.000***         |

\*\*\*  $P < 0.001$

Estos resultados indican que la calidad nutricional de este pasto está fuertemente determinada por la edad de rebrote, lo cual coincide con lo señalado en la literatura. Los hallazgos del presente estudio en cada indicador evaluado se presentan a continuación. En la Figura 2 aparece el comportamiento de aquellos indicadores que nutricionalmente contribuyen al tenor de energía como *pool* de nutrientes.



**Figura 2.** Comportamiento de los nutrientes que aportan a la energía metabolizable del pasto Mombaza según la frecuencia de corte.

abcd Medias con letras distintas difieren significativamente para  $P < 0.001$  según Tukey (1949).

Los resultados encontrados para la PB, EE y FB indican que con el aumento de la edad de corte o rebrote (menor frecuencia de corte), se deprimen estos indicadores. En cambio, el ELN experimentó un aumento progresivo hasta los 60 días, edad hasta la cual también se detuvo el incremento de la FB y la reducción del EE.

En la PB, a los 30 días se alcanzó un valor de 19.4% y a 75 días mantuvo un valor cercano a 12%, lo que pudo deberse al nivel de fertilización aplicado. Es así que autores como Verdecia et al. (2013) y Patiño et al. (2018), informaron para esta misma especie de pasto, tenores de PB inferiores a 12% con edades de corte entre 25 a 30 días.

Al respecto, Tropical Seeds (2017) informa que, en los suelos pobres, el pasto Mombasa presenta niveles de proteína cruda de 8-12%, mientras que en suelos más fértiles los niveles varían entre 12-14%.

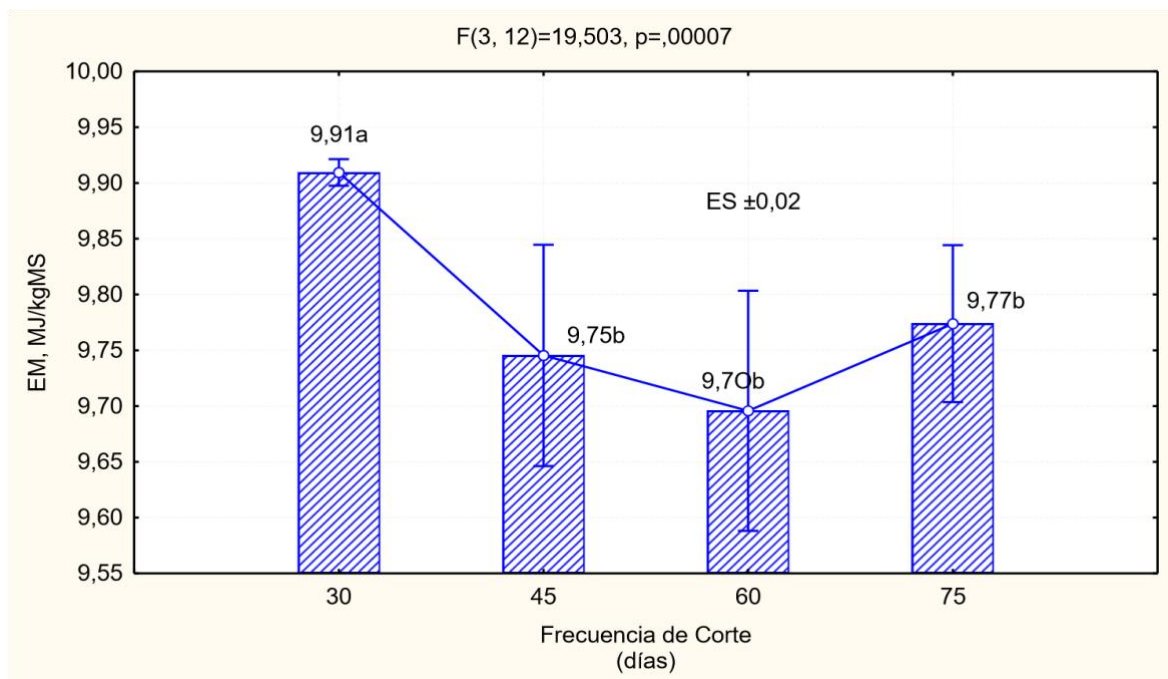
El valor de PB encontrado con los cortes a 30 días de edad de rebrote (19.4%), es similar al señalado por Núñez-Arroyo et al. (2022), para el pasto Ryegrass, el cual presentó un contenido de 18.9% en la época seca a los 28 días de rebrote.

Es notorio resaltar que el manejo de la fertilización y el riego aplicado a esta especie, aun cuando se redujo el rendimiento de MS, mantuvo valores de PB superiores a 12% con las frecuencias de corte entre 45 y 60 días, lo cual, se sabe, favorece el consumo y la respuesta productiva de los animales (Ramírez *et al.*, 2012; Ortega, 2015). Al respecto, Núñez-Arroyo et al. (2022), consideraron que el bajo contenido de PB (11.1%) del pasto kikuyo a los 14 días en época seca, posiblemente se debió a una baja tasa anual de fertilización nitrogenada (200 kg N ha<sup>-1</sup>).

Valores de PB similares al encontrado en el presente estudio para la edad de rebrote de 30 días, son informados por Correa et al. (2020) y Vargas et al. (2018), quienes indicaron valores promedios de 19.2 y 18.3%, respectivamente, utilizando pasto kikuyo con una fertilización equilibrada durante el año.

El comportamiento de los indicadores EE y ELN también pudo estar asociado al manejo de la fertilización y riego. El EE asumió altos valores en las frecuencias de corte de 30 y 45 días, superiores a los informados para pasto Mombasa por Patiño et al. (2018), a los 35 días (1.9%) y por Macías et al. (2019), a los 25 días (3.0). El ELN, en cambio, presentó valores de medios a bajos, siendo superiores cuando se aplicaron las frecuencias de corte de 60 y 75 días, en comparación con 30 y 45 días.

La energía metabolizable, como expresión de los nutrientes antes discutidos y de su utilización, a los 30 días se comportó significativamente superior ( $P < 0.001$ ) al resto de las frecuencias de corte aplicadas (Figura 3). Sin embargo, aun cuando ésta se redujo en aproximadamente 0.2 MJ kg<sup>-1</sup> MS, se encontraron valores favorables de la EM con los cortes cada 45, 60 y 75 días, sin diferencias significativas entre ellos, comprendidos entre 9.70 y 9.77 MJ kg<sup>-1</sup> MS.



**Figura 3.** Energía metabolizable del pasto Mombaza según la frecuencia de corte. abcd Medias con letras distintas difieren significativamente para  $P < 0.001$  según Tukey (1949).

Los valores de EM encontrados pueden considerarse altos para esta especie de pasto en las edades de rebrote evaluadas, en comparación con lo que se reporta en la literatura, en lo cual pudo influir el manejo de la fertilización y riego aplicados en el estudio. Al respecto, se ha informado que el valor energético que caracteriza a esta especie de pasto es, como promedio,  $2.16 \text{ Mcal kg}^{-1} \text{ MS}$  (Verdecia *et al.*, 2013), esto es,  $9.04 \text{ MJ kg}^{-1} \text{ MS}$ .

Los indicadores del fraccionamiento de la fibra (Tabla 5) mostraron valores elevados que se corresponden con los arrojados para la FB. La conocida mayor acumulación de tallos con la edad, es un factor que contribuye a que estos indicadores se incrementen con la edad. Igual tendencia fue informada por Macías *et al.* (2019) en pasto Mombaza, quienes encontraron valores entre 60 y 68.7% para FDN y entre 32 y 44.5% para FDA. Patiño *et al.* (2018) informan un valor de 72.9% de FDN para este pasto a los 35 días. Esto demuestra la variabilidad de este indicador con las condiciones de manejo y explotación de esta especie.

**Tabla 5.** Indicadores del fraccionamiento de la fibra y contenido de ceniza según la frecuencia de corte.

| <b>Indicador</b> | <b>Frecuencia de corte (días)</b> |           |           |           | <b>ES± (%)</b> |
|------------------|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|----------------|
|                  | <b>30</b>                         | <b>45</b> | <b>60</b> | <b>75</b> |                |
| FDN              | 68.0                              | 68.9      | 77.2      | 75.1      | 0.07           |
| FDA              | 46.4                              | 53.1      | 53.0      | 42.4      | 0.04           |
| Lignina          | 7.1                               | 7.4       | 7.4       | 7.4       | 0.00           |
| Ceniza           | 12.9                              | 12.1      | 10.9      | 10.8      | 0.12           |

Lo anteriormente discutido, es válido también para la FDA y la Lignina, en los cuales se han encontrado resultados distantes en dependencia de las condiciones de estudio (Ortega, 2015; Silva *et al.*, 2016; Macías *et al.*, 2019). Los valores de ceniza encontrados sugieren que las condiciones en que se desarrolló el estudio generan un adecuado perfil mineral del pasto Mombaza.

Los resultados del presente estudio permiten acotar, en resumen, que la aplicación de diferentes intervalos de corte tiene sus efectos tanto en el rendimiento de materia seca como en su calidad nutricional. Se ha sugerido que, con los menores intervalos de corte, esto es mayores frecuencias de corte, se controla mejor la acumulación de tallos y material muerto, propiciando mayor proporción de hojas en el forraje y, con ello, mayores porcentajes de nutrientes. En cambio, con los mayores intervalos de corte se favorece la altura y acumulación del forraje, debido a mayor acumulación de tallos y material muerto, lo que altera la estructura del forraje producido y puede disminuir su utilización (Ramírez *et al.*, 2017). Esto último puede deberse, por consiguiente, a los cambios significativos que suelen ocurrir en la calidad nutricional del forraje, lo cual fue reportado con anterioridad por Valles de la Mora *et al.* (2016).

Con todo, la mayoría de los agricultores en América del Sur, según Tropical Seeds (2017), prefieren el sistema de corte y acarreo. Por lo tanto, recomienda esta organización, el pasto debe cortarse cada 40-45 días en la estación lluviosa y cada 60-70 días en la estación fresca. Sin embargo, éstas u otras frecuencias de corte sugeridas deberán estar siempre en correspondencia con las condiciones edafoclimáticas del ecosistema de pastizal y el manejo de la fertilización y el riego aplicados, según apuntan los resultados del presente estudio.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### *Conclusiones*

- El rendimiento de materia seca forrajera del pasto Mombaza (*Panicum maximum*, Jacq. cv. Mombaza) está determinado por la frecuencia de corte, y manifiesta un incremento progresivo conforme aumenta la edad de rebrote hasta 75 días en las condiciones edafoclimáticas de Manglaralto, provincia de Santa Elena, con el aumento de la edad de corte o rebrote, al practicar una menor frecuencia de corte, se deprimen los principales indicadores de la composición química del pasto Mombaza (*Panicum maximum*, Jacq. cv. Mombaza).
- La frecuencia de corte cada 60 días posibilita un alto rendimiento de materia seca, mantiene indicadores favorables de la composición química y se constituye en una opción viable de manejo del pasto Mombaza (*Panicum maximum*, Jacq. cv. Mombaza) en las condiciones edafoclimáticas de Manglaralto, provincia de Santa Elena.

### *Recomendaciones*

- Los resultados sugieren que para aprovechar la productividad del pasto Mombaza, se deben realizar los cortes cada 60 días, en las condiciones edafoclimáticas de Manglaralto, provincia de Santa Elena.
- Para aumentar la utilización del pasto Mombaza, se debe cosechar el forraje cada 30 y 45 días, en las condiciones edafoclimáticas de Manglaralto, provincia de Santa Elena, manejado con un nivel medio de fertilización ( $40 \text{ kg ha}^{-1} \text{ corte}^{-1}$ ) y riego frecuente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alay Pincay, A.A. (2022) *Comportamiento agronómico del pasto Panicum maximum cv. Tanzania, en diferentes edades de corte en la comuna San Rafael provincia de Santa Elena*. La Libertad. UPSE, Matriz. Facultad de Ciencias Agrarias. 60p. Disponible en <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/7537>
- Barahona, R., Sánchez, M.S., Murgueitio, E. and Chará, J. (2014) 'Contribución de la *Leucaena leucocephala* Lam. de Wit a la oferta y digestibilidad de nutrientes y las

emisiones de metano entérico en bovinos pastoreando en sistemas silvopastoriles intensivos’, *Revista Carta Fedegán*, 140, pp. 66-69.

Barbosa, R.A. and Euclides, V.P.B. (1997) ‘Valores nutritivos de tres ecotipos de *Panicum maximum*’, in Anais da 34 Reunião da Sociedade Brasileira de Zootécnia, Juiz de Fora. Brasilia, SBZ, p.2.

Beltrán, S., Hernández, A., García, E., Pérez, J., Kohashi, J., Herrera, J., Quero, A. and González, S. (2015) ‘Efecto de la altura y frecuencia de corte en el crecimiento y rendimiento del pasto buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) en un invernadero’, *Agrociencia*, 39(2), pp. 137-147.

Bernabé Panchana, D.I. (2015) *Alternativas tecnológicas para la producción de biomasa en el pasto Mombaza (Panicum maximum cv.) en Manglaralto Santa Elena*. La Libertad. UPSE, Matriz. Facultad de Ciencias Agrarias. p. 91. Disponible en <http://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/2225>

Correa, H., Jaimes, L., Avellaneda, J., Pabón, M. and Carulla, J. (2020) *Efecto de la edad de rebrote del pasto Kikuyo (Pennisetum clandestinum) sobre la producción, la calidad de la leche y el balance de nitrógeno en vacas Holstein*. Disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd28/3/jaim28047.html>. Consultado: 5/2/2021.

Cruz, P. and Boval, M. (2000) ‘Effect of nitrogen on some morphogenetic traits of temperate and tropical perennial forage grasses’, in *Grassland ecophysiology and grazing ecology*. Wallingford, UK: CAB International, pp. 151-168.

Da Silva, S.C. (2004) ‘Understanding the dynamics of herbage accumulation in tropical grass species: The basis for planning efficient grazing management practices’, in *Symposium on Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology*. Curitiba, Brazil: UFPR.

Da Silva, S.C. and Hernández-Garay, A. (2010) ‘Manejo del pastoreo en praderas tropicales’, in *Los forrajes y su impacto en el trópico*. Chiapas, México: Universidad de Chiapas, pp. 63-95.

Dimaté, H. (2016) *Caracterización agronómica y nutricional de cultivares de Raigrás (Lolium perenne) en el Noreste de Bogotá*. Licenciatura. Universidad de La Salle, Colombia.

- Fierro, J. (2018) Evaluación de la producción y valor nutricional del pasto *Panicum maximum* cv. Mombaza en diferentes edades y alturas de corte en la zona de Babahoyo. Pregrado. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador.
- García, G. (1996) Manual de pastos en Nicaragua. Managua, Nicaragua.
- González, K. (2017) *Pasto Guinea Mombasa (Panicum maximum, Jacq)*. Disponible en: <https://zoovetespasion.com/pastos-y-forrajes/tipos-depastos/pasto-guineamombasa-panicum-maximum-jacq/>
- Gutiérrez, O.M. A. (1996) Pastos y forrajes en Guatemala, su manejo y utilización base de la producción animal. Guatemala: Editorial E Y G.
- IBM. (2013) *IBM SPSS Statistics (Version 22.0.0.0)*. International Business Machines Corp.
- INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología). (2013) Boletín climático anual. Disponible en: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/>
- INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos). (2017) Disponible en: [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac\\_2017/Informe\\_Ejecutivo\\_ESPAC\\_2017.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2017/Informe_Ejecutivo_ESPAC_2017.pdf)
- Jank, L. (1995) ‘Melhoramento e seleção de variedades de *Panicum maximum*’, in 12 Simpósio sobre Manejo da Pastagem, Anais. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz. Piracicaba, Brasil, pp. 21-58.
- Ku-Vera, J.C., Briceño, E.G., Ruiz, A., Mayo, R., Ayala, A.J., Aguilar, C.F., Solorio, F.J. and Ramírez, L. (2014) ‘Manipulation of the energy metabolism of ruminants in the tropics: options for improving meat and milk production and quality’, *Cuban Journal of Agricultural Science*, 48 (1), pp. 43-53.
- Macías, D., Vargas, P., Solórzano, M., Mendoza, F. and Intriago, F. (2019) ‘Evaluación agroproductiva del pasto *Panicum maximum* cv. Mombaza en el cantón El Carmen, Manabí-Ecuador’, *Revista ESPAMCIENCIA*, 10(2), pp. 71-77.
- Madera, N., Ortiz, B., Bacab, H. and Magaña, H. (2013) ‘Influencia de la edad de corte del pasto morado (*Pennisetum purpureum*) en la producción y digestibilidad in vitro de la materia seca’, *Avances en Investigación Agropecuaria*, 17(2), pp. 41-52.



- Martínez, A. (2018) *Tabla de composición bromatológica de forrajes utilizados para la alimentación de animales en Costa Rica*. Costa Rica: Centro de Investigaciones en Nutrición Animal, Universidad de Costa Rica.
- Maya, G., Durán, C. and Ararat, J. (2015) ‘Valor nutritivo del pasto estrella solo y en asociación con leucaena a diferentes edades de corte durante el año’, *Acta Agronómica*, 54(4).
- Montes, C.F.J., Castro, R.R., Aguilar, B.G., Sandoval, T.S. and Solís, O.M.M. (2016) ‘Acumulación estacional de biomasa aérea de alfalfa Var. Oaxaca criolla (Medicago sativa L.)’, *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 7(4), pp. 539-552.
- Mora, J., Nelson, N., Fauchille, A. and Utsumi, S. (2016) ‘Application of gps and gis to study foraging behavior of dairy cattle’, *Agronomía Costarricense*, 40(1), pp.81-88.
- Njarui, D.M.G.; Gtheru, M.; Mwangi, D. and Keya, G.A. (2014) ‘Production of giant Panicum in semiarid Kenya’, *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales*, 2. pp. 100102.
- Nascimento, J.D. and Adese, L.B. (2004) ‘Acúmulo de biomassa na pastagem’, in Anais do II simposio sobre manejo estratégico da pastagem. Viçosa, Brasil, pp. 289-346.
- Nivela, P., Avellaneda, J., Jumbo, M., Morante, L., Lazo, J. and Aragundi, G. (2017) ‘Metalosato de zinc en respuesta agronómica y composición química del pasto mombaza en la amazonía ecuatoriana’, *Ciencia y Tecnología*, 10(2), pp. 47-57.
- Noda, Y., Martín, G. and Machado, R. (2017) ‘Rendimiento agronómico de la morera por efecto de diferentes alturas y frecuencias de corte’, *Pastos y Forrajes*, 30(3), pp. 327339.
- Núñez-Arroyo, J.M., Jiménez-Castro, J.P., Tobía-Rivero, C.M., Arias-Gamboa, L.M., Jiménez-Alfaro, E. and Padilla-Fallas, J.E. (2022) ‘Efecto de la edad de rebrote y época del año sobre la biomasa y calidad bromatológica en gramíneas utilizadas en tres zonas agroclimáticas de Costa Rica (I PARTE)’, *Nutrición Animal Tropical*, 16(1), pp. 31-52.
- Ordóñez Sequera, G.A. (2022) *Rendimiento y calidad de las especies arbóreas forrajeras según su edad y época de corte Leucaena leucocephala, Gliricidia sepium, Guazuma ulmifolia, en la provincia de Santa Elena. La Libertad. UPSE, Matriz.*

- Ortega, C. (2015) 'Características agronómicas, composición bromatológica, digestibilidad y consumo animal en cuatro especies de pastos de los generos Brachiaria', *Tropical and subtropical Agroecosystems*, pp. 291-301.
- Patiño, R., Gómez, R. and Navarro, O. (2018) 'Nutritional quality of Mombasa and Tanzania (*Megathyrsus maximus*, Jacq.) managed at different frequencies and cutting heights in Sucre, Colombia', *Revista Medicina y Zootecnia*, 13(1), pp. 17-30.
- Ramírez, R. O., Hernández-Garay, A., Da Silva, C. S., Pérez, P. J., Enríquez, Q. J. F., Quero, C. A. R., Herrera, H. J. G. and Cervantes, N.A. (2009) 'Acumulación de forraje, crecimiento y características estructurales del pasto Mombaza (*Panicum maximum* Jacq) cosechado a diferentes intervalos de corte', *Técnica Pecuaria Mexicana*, 47, pp. 203-213.
- Ramírez, J.L., Herrera, R.S., Leonard, I., Cisneros, M., Verdecia, D. and Álvarez, Y. (2011) 'Relación entre factores climáticos, rendimiento y calidad de Pennisetum purpureum vc. Cuba CT 169 en el Valle del Cauto, Cuba', *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 45(3), pp. 293-297.
- Ramírez, J., Herrera, R., Leonard, I., Cisneros, M., Verdecia, D. and Álvarez, Y. (2012) 'Rendimiento de indicadores de calidad en *Panicum maximum* vc. Likoni en el Valle del Cauto, Cuba', *Revista Electrónica Veterinaria*, 13(4), pp. 1-8.
- Ramírez, O., Hernández, A., Carneiro, S., Pérez, J., Enríquez, J., Quero, A., Herrera, J. and Cervantes, A. (2017) 'Acumulación de forraje, crecimiento y características estructurales del pasto Mombaza (*Panicum maximum* Jacq.) cosechado a diferentes intervalos de corte', *Técnica Pecuaria en México*, 47(2), pp. 203-213.
- Rosales, C. (1968) Guía para el manejo de los pastos más importantes de Nicaragua. Managua, Nicaragua: Banco Nacional de Nicaragua.
- Silva, J., Guimaraes, H., Nogueira, B., Gomes, O., Pereira, R. and Soares, L. (2016) 'Massa de forrajen e características estructurales e bromatológicas de cultivares de Brachiaria e Panicum', *Ciência Animal Brasileira*, 17(3), pp. 342-348.

- Tempanica (SF). Semillas tempate, guía de descripción de especies forrajeras. Central genética de Brasil.
- Tropical Seeds. (2017) *Panicum maximum* cv. *Mombasa*. Disponible en: <http://www.tropseeds.com/es/mombasa/>. Consultado:24 /1/23.
- U. Florida. (1970) *Universidad de Florida. Protocolos para determinar los contenidos de materia seca, materia orgánica, proteína bruta, extracto etéreo, digestibilidad in vitro de materia seca, materia orgánica*. Disponible en: [http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com\\_content&view=article&id=44&Itemid=44](http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com_content&view=article&id=44&Itemid=44)
- U. Florida. (1974) *Universidad de Florida. Protocolos para determinar la energía bruta, energía digestible y energía metabolizable*. Disponible en: [http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com\\_content&view=article&id=44&Itemid=](http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com_content&view=article&id=44&Itemid=)
- Valdés. M. and Abastida. I. (1993) *Agroforestería y conservación de suelo. Sistema Silvopastoriles Manual técnico # 5. Segualepeque, Honduras*.
- Valentine, I. and Matthew, C. (1999) 'Plant growth, development and yield', in *NZ Pasture and Crop Sci.* Auckland, New Zealand: Oxford University Press, pp. 11-27.
- Valle, D. M. (2020) *Rendimiento y valor nutritivo del pasto Brachiaria brizantha cv. Marandú, en Río Verde, provincia de Santa Elena*. Pregrado. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/5537/1/UPSETIA-20200018.pdf>
- Valles de la Mora, B., Castillo, E. and Bernal, H. (2016) 'Rendimiento y degradabilidad ruminal de materia seca y energía de diez pastos tropicales cosechados a cuatro edades', *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 7(2), pp. 141-158.
- Van-Soest, P. J., Robertson, J. B. and Lewis, B. A. (1991) 'Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition', *Journal of Dairy Science*, 74(10), pp. 3583-3589.
- Vargas, J., Leonard, I., Uvidía, H., Ramírez, J., Torres, V., Andino, M. and Benítez, B. (2014) 'El crecimiento del pasto *Panicum maximum* cv. Mombaza e la Amazonía Ecuatoriana', *Revista Electrónica de Veterinaria*, 15(9), pp.1-7

- Vargas, J., Sierra, A., Mancipe, E. and Avellaneda, Y. (2018) 'El kikuyo, una gramínea presente en los sistemas de rumiantes en trópico alto colombiano', *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 13(2), pp. 137-156.
- Vargas, V. (2019) *Efecto del intervalo de corte sobre parámetros productivos y nutricionales de una pastura a base de Kikuyo (Kikuyuochloa clandestina (Hochst. Ex Chiov.) H.Scholz), en Sucre, San Carlos, Costa Rica*. Licenciatura. Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Verdecia, D., Herrera, R., Ramírez, J., Leonard, I., Bodas, R., Andrés, S., Giráldez, F., Álvarez, Y. and López, S. (2013) 'Valoración nutritiva del *Panicum maximum* cv. Mombasa en las condiciones climáticas del Valle del Cauto, Cuba', *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 46(1), pp. 97-101.
- Verdecia, D., Ramírez, J., Leonard, I. and García, F. (2016) 'Potencialidades agroproductivas de dos cultivares de *Panicum maximum* (cv. Mombasa y Uganda) en la provincia Granma', *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 10(5), pp. 1-9.
- Villareal, G.J.A., Hernández, G.A., Martínez, H.P.A., Guerrero, R.J.D. and Velasco, Z.M.E. (2014) 'Rendimiento y calidad de forraje del pasto ovilla (*Dactylis glomerata* L.) al variar la frecuencia e intensidad de pastoreo', *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 5(2), pp. 231-245.

## ANEXOS



Figura 1A. Pasto Mombaza inicio del experimento



Figura 2A. Pasto Mombaza a los 30 días



Figura 3A. Toma de muestra del pasto Mombaza a los 30 días



Figura 4A. Materiales de campo para la toma de muestra del pasto Mombaza



Figura 5A. Medición del pasto Mombaza a los 45 días



Figura 6A. Toma de muestra del pasto Mombaza a los 45 días



Figura 7A. Pasto Mombaza a los 60 días



Figura 8A. Medición del pasto Mombaza para toma de muestra a los 60 días





Figura 9A. Corte de pasto Mombaza a la edad de 75 días



Figura 10A. Toma de muestra del pasto Mombaza a los 75 días



Figura 11A. Pesado de muestra de pasto Mombaza a los 75 días



Figura 12A. Toma de muestra de campo del pasto Mombaza

Tabla 1A. Base de datos de producción de forraje verde y materia seca del pasto Mombaza

| Frecuencia<br>corte<br>(días) | Forraje verde (t.ha <sup>-1</sup> ) |       |       |       |       | MS (t.ha <sup>-1</sup> ) |      |      |      |       |       |       |       |      |      |      |      |      |      |
|-------------------------------|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|
|                               | 1                                   | 2     | 3     | 4     | 5     | 1                        | 2    | 3    | 4    | 5     |       |       |       |      |      |      |      |      |      |
| 30                            | 5.85                                |       |       |       |       |                          |      |      |      |       |       |       |       |      |      |      |      |      |      |
| 6.25                          | 6.15                                | 5.96  | 6.14  | 1.25  | 1.23  | 1.15                     | 1.22 | 1.21 | 45   | 11.85 | 11.25 | 10.98 | 11.35 | 11.4 | 2.65 | 2.56 | 2.67 | 2.63 | 2.58 |
| 60                            | 20.4                                | 20.2  | 19.95 | 20.15 | 19.7  | 5.61                     | 5.57 | 5.62 | 5.72 | 5.64  |       |       |       |      |      |      |      |      |      |
| 75                            | 32.1                                | 30.52 | 30.45 | 32.6  | 32.05 | 8.23                     | 8.15 | 7.95 | 8.1  | 8.2   |       |       |       |      |      |      |      |      |      |

Tabla 2A. Base de datos de la composición química del pasto Mombaza

| FC | Bloque | Ceniza | EE   | Proteína Bruta | Fibra Bruta | ELN   | FDN   | FDA   | Lignina | Energía Bruta |
|----|--------|--------|------|----------------|-------------|-------|-------|-------|---------|---------------|
|    |        | %      | %    | %              | %           | %     | %     | %     | %       | MJ/kgMS       |
| 30 | 1      | 13.12  | 3.64 | 19.58          | 34.27       | 20.03 | 68.05 | 46.85 | 7.37    | 9.92          |
|    | 2      | 12.73  | 4.28 | 19.75          | 32.54       | 19.85 | 67.85 | 45.79 | 7.36    | 9.89          |
|    | 3      | 12.86  | 3.75 | 18.96          | 31.25       | 21.05 | 68.04 | 46.65 | 7.37    | 9.92          |
|    | 4      | 12.90  | 3.89 | 19.43          | 32.69       | 20.31 | 67.98 | 46.43 | 7.37    | 9.91          |
|    | 5      | 12.90  | 3.89 | 19.43          | 32.69       | 20.31 | 67.98 | 46.43 | 7.37    | 9.91          |
| 45 | 1      | 11.85  | 3.80 | 15.25          | 37.86       | 23.27 | 77.09 | 53.26 | 7.1     | 9.62          |
|    | 2      | 12.65  | 3.75 | 15.36          | 35.68       | 22.45 | 76.85 | 52.76 | 7.13    | 9.82          |
|    | 3      | 11.73  | 3.63 | 14.97          | 36.47       | 23.38 | 76.74 | 53.15 | 7.11    | 9.75          |
|    | 4      | 12.08  | 3.73 | 15.19          | 36.67       | 23.03 | 76.89 | 53.06 | 7.11    | 9.75          |
|    | 5      | 12.08  | 3.73 | 15.19          | 36.67       | 23.03 | 76.89 | 53.06 | 7.11    | 9.75          |
| 60 | 1      | 10.67  | 2.64 | 13.43          | 39.48       | 26.25 | 77.28 | 53.27 | 7.39    | 9.56          |
|    | 2      | 10.75  | 2.82 | 13.68          | 38.45       | 25.76 | 77.45 | 52.45 | 7.35    | 9.80          |
|    | 3      | 11.17  | 2.54 | 14.02          | 37.21       | 26.84 | 76.85 | 53.14 | 7.35    | 9.80          |
|    | 4      | 10.86  | 2.67 | 13.71          | 38.38       | 26.28 | 77.19 | 52.95 | 7.37    | 9.70          |
|    | 5      | 10.86  | 2.67 | 13.71          | 38.38       | 26.28 | 77.19 | 52.95 | 7.37    | 9.70          |
| 75 | 1      | 11.09  | 3.15 | 11.69          | 39.69       | 26.37 | 75.27 | 42.59 | 7.41    | 9.75          |
|    | 2      | 10.96  | 3.05 | 11.59          | 38.74       | 27.02 | 75.38 | 41.85 | 7.37    | 9.86          |
|    | 3      | 10.43  | 2.85 | 11.75          | 37.45       | 25.98 | 74.65 | 42.68 | 7.39    | 9.77          |
|    | 4      | 10.83  | 3.02 | 11.68          | 38.63       | 26.46 | 75.10 | 42.37 | 7.39    | 9.77          |
|    | 5      | 10.83  | 3.02 | 11.68          | 38.63       | 26.46 | 75.10 | 42.37 | 7.39    | 9.77          |

Tabla 3A. Estadística descriptiva del rendimiento de MS y los indicadores de la composición química del pasto Mombaza

| <b>Indicador</b>                  | <b>N</b> | <b>Media</b> | <b>Mínimo</b> | <b>Máximo</b> | <b>DS±</b> | <b>Coficiente Variación</b> | <b>ES±</b> |
|-----------------------------------|----------|--------------|---------------|---------------|------------|-----------------------------|------------|
| Rendimiento, tMS.ha <sup>-1</sup> | 20       | 4.397        | 1.150         | 8.230         | 2.751      | 625.614                     | 0.61510    |
| Rendimiento, ln+10                | 20       | 26.497       | 241.144       | 29.031        | 0.19097    | 72.075                      | 0.0427     |
| PB, %                             | 20       | 15.003       | 11.590        | 19.750        | 292.379    | 1.948.871                   | 0.65378    |
| FB, %                             | 20       | 36.592       | 31.250        | 39.690        | 256.585    | 701.215                     | 0.57374    |
| ELN, %                            | 20       | 24.021       | 19.850        | 27.020        | 263.074    | 1.095.205                   | 0.58825    |
| EE, %                             | 20       | 33.260       | 25.400        | 42.800        | 0.5318     | 159.901                     | 0.1189     |
| Ceniza, %                         | 20       | 11.668       | 10.430        | 13.120        | 0.92333    | 791.373                     | 0.20646    |
| FDN, %                            | 20       | 72.291       | 56.890        | 77.450        | 645.222    | 892.534                     | 144.276    |
| FDA, %                            | 20       | 48.703       | 41.850        | 53.270        | 466.181    | 957.191                     | 104.241    |
| Lignina, %                        | 20       | 7.310        | 7.100         | 7.410         | 0.11810    | 161.558                     | 0.02641    |
| EM, MJ.kg <sup>-1</sup><br>MS     | 20       | 97.811       | 95.594        | 99.189        | 0.10110    | 1.033.672                   | 0.02261    |