

# ALTERNATIVAS DE ALIMENTACIÓN PARA RUMIANTES

AUTORES

Cargua-Chávez, Jessica Elizabeth  
Carrillo-Cruz, Adriana Isabel  
Cedeño-García, Galo Alexander  
Jácome-Gómez, Leonardo Rafael  
Valencia-Enríquez, Ximena Patricia  
Martínez-Sotelo, María Cristina  
Mendoza-Vélez, Carlos Fernando  
Ronquillo-Narváez, Estefany Ximena  
Jumbo-Romero, Pablo Aníbal  
Montero de la Cueva, José Vicente  
Chica-Solórzano, Holger Froilán  
Cárdenas-Carrión, Jorge Adrian  
González-Buitrón, Karina Tatiana  
González-Sanango, Holger  
Coello-Merchán, Betsy Maribel



# Alternativas de alimentación para rumiantes

## Autor/es:

Cargua-Chávez, Jessica  
Elizabeth

*Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila*

Carrillo-Cruz, Adriana Isabel  
*Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila*

Cedeño-García, Galo  
Alexander  
*Escuela Superior Politécnica  
Agropecuaria de Manabí Manuel Félix  
López*

Jácome-Gómez, Leonardo  
Rafael  
*Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila*

Valencia-Enríquez, Ximena  
Patricia  
*Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila*

Martínez-Sotelo, María Cristina  
*Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila*

Mendoza-Vélez, Carlos  
Fernando  
*Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila*

Ronquillo-Narváez, Estefany  
Ximena

*Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila*

Jumbo-Romero, Pablo Aníbal  
*Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila*

Montero de la Cueva, José  
Vicente  
*Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila*

Chica-Solórzano, Holger  
Froilán  
*Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila*

Cárdenas-Carrión, Jorge  
Adrian  
*Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila*

González-Buitrón, Karina  
Tatiana  
*Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila*

González-Sanango, Holger  
*Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila*

Coello-Merchán, Betsy Maribel  
*Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila*





Cargua-Chávez, J. E.; Carrillo-Cruz, A. I.; Cedeño-García, G. A.  
Jácome-Gómez, L. R.; Valencia-Enríquez, X. P.; Martínez-Sotelo, M. C.  
Mendoza-Vélez, C. F.; Ronquillo-Narváez, E. X.; Jumbo-Romero, P. A.  
Montero de la Cueva, J. V.; Chica-Solórzano, H. F.; Cárdenas-Carrión, J. A.  
González-Buitrón, K. T.; González-Sanango, H.; Coello-Merchán, B. M.

**Alternativas de alimentación para rumiantes**

Editorial Grupo AEA, Ecuador, 2024

ISBN: 978-9942-651-27-3

Formato: 210 cm X 270 cm

93 págs.



**Publicado por Editorial Grupo AEA**

Ecuador, Santo Domingo, Vía Quinindé, Urb. Portón del Río.

**Contacto:** +593 983652447; [+593 985244607](tel:+593985244607)

**Email:** [info@editorialgrupo-aea.com](mailto:info@editorialgrupo-aea.com)

<https://www.editorialgrupo-aea.com/>

<b>Director General:</b>	Prof. César Casanova Villalba.
<b>Editor en Jefe:</b>	Prof. Giovanni Herrera Enríquez
<b>Editora Académica:</b>	Prof. Maybelline Jaqueline Herrera Sánchez
<b>Supervisor de Producción:</b>	Prof. José Luis Vera
<b>Diseño:</b>	Tnlgo. Oscar J. Ramírez P.
<b>Consejo Editorial</b>	<a href="https://www.editorialgrupo-aea.com/">Editorial Grupo AEA</a>

Primera Edición, 2024

D.R. © 2024 por Autores y Editorial Grupo AEA Ecuador.

Cámara Ecuatoriana del Libro con registro editorial No 708

**Disponible para su descarga gratuita en** <https://www.editorialgrupo-aea.com/>

*Los contenidos de este libro pueden ser descargados, reproducidos difundidos e impresos con fines de estudio, investigación y docencia o para su utilización en productos o servicios no comerciales, siempre que se reconozca adecuadamente a los autores como fuente y titulares de los derechos de propiedad intelectual, sin que ello implique en modo alguno que aprueban las opiniones, productos o servicios resultantes. En el caso de contenidos que indiquen expresamente que proceden de terceros, deberán dirigirse a la fuente original indicada para gestionar los permisos.*

## Título del libro:

Alternativas de alimentación para rumiantes

© Cargua Chávez Jessica Elizabeth, Jácome Gómez Leonardo Rafael, Montero De La Cueva José Vicente, Mendoza Vélez Carlos Fernando, González Buitrón Karina Tatiana, Carrillo Cruz Adriana Isabel, Cárdenas Carrión Jorge Adrian, Valencia Enríquez Ximena Patricia, Martínez Sotelo María Cristina, Ronquillo Narváez Estefany Ximena, Cedeño García Galo Alexander, Jumbo Romero Pablo Aníbal, Chica Solórzano Holger Froilán, Coello Merchán Betsy Maribel, González Sanango Holger.

© Marzo, 2024

Libro Digital, Primera Edición, 2024

Editado, Diseñado, Diagramado y Publicado por [Comité Editorial del Grupo AEA](#), Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador, 2024

**ISBN: 978-9942-651-27-3**



<https://doi.org/10.55813/egaea.l.72>

## Como citar (APA 7ma Edición):

Cargua-Chávez, J. E., Carrillo-Cruz, A. I., Cedeño-García, G. A., Jácome-Gómez, L. R., Valencia-Enríquez, X. P., Martínez-Sotelo, M. C., Mendoza-Vélez, C. F., Ronquillo-Narváez, E. X., Jumbo-Romero, P. A., Montero de la Cueva, J. V., Chica-Solórzano, H. F., Cárdenas-Carrión, J. A., González-Buitrón, K. T., González-Sanango, H. & Coello-Merchán, B. M. (2024). *Alternativas de alimentación para rumiantes*. Editorial Grupo AEA. <https://doi.org/10.55813/egaea.l.72>

Cada uno de los textos de Editorial Grupo AEA han sido sometido a un proceso de evaluación por pares doble ciego externos (double-blindpaperreview) con base en la normativa del editorial.

## Revisores:



Med. Santiago Alexander Guamán  
Rivera, PhD.

Escuela Superior Politécnica de  
Chimborazo– Ecuador



Med. Flores-Mancheno, César  
Iván, PhD.

Escuela Superior Politécnica de  
Chimborazo– Ecuador



Los libros publicados por “**Editorial Grupo AEA**” cuentan con varias indexaciones y repositorios internacionales lo que respalda la calidad de las obras. Lo puede revisar en los siguientes apartados:



### Editorial Grupo AEA



<http://www.editorialgrupo-aea.com>



[Editorial Grupo AeA](#)



[editorialgrupoea](#)



[Editorial Grupo AEA](#)

### Aviso Legal:

La información presentada, así como el contenido, fotografías, gráficos, cuadros, tablas y referencias de este manuscrito es de exclusiva responsabilidad del/los autor/es y no necesariamente reflejan el pensamiento de la Editorial Grupo AEA.

### Derechos de autor ©

Este documento se publica bajo los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0).



El “copyright” y todos los derechos de propiedad intelectual y/o industrial sobre el contenido de esta edición son propiedad de la Editorial Grupo AEA y sus Autores. Se prohíbe rigurosamente, bajo las sanciones en las leyes, la producción o almacenamiento total y/o parcial de esta obra, ni su tratamiento informático de la presente publicación, incluyendo el diseño de la portada, así como la transmisión de la misma de ninguna forma o por cualquier medio, tanto si es electrónico, como químico, mecánico, óptico, de grabación o bien de fotocopia, sin la autorización de los titulares del copyright, salvo cuando se realice confines académicos o científicos y estrictamente no comerciales y gratuitos, debiendo citar en todo caso a la editorial. Las opiniones expresadas en los capítulos son responsabilidad de los autores.





## Índice

Índice .....	1
Capítulo I: Fertilización y encalado para potenciar el rendimiento forrajero del maíz en Santo Domingo de los Tsáchilas .....	3
1.1. Introducción.....	6
1.2. Materiales y métodos .....	7
1.3. Resultados .....	10
1.4. Discusión.....	15
1.5. Conclusiones.....	17
Referencias Bibliográficas.....	17
Capítulo II: Fertilización orgánica del pasto Mombasa ( <i>Megathyrsus maximus</i> ) bajo sombra de naranja ( <i>Citrus sinensis</i> ).....	23
2.1. Introducción.....	26
2.2. Materiales y métodos .....	28
2.3. Resultados .....	30
2.4. Discusión.....	33
2.5. Conclusiones.....	35
Referencias Bibliográficas.....	36
Capítulo III: Edad óptima de corte en Pasto Cuba OM - 22 ( <i>Pennisetum sp</i> ) en la producción de biomasa en el trópico húmedo .....	39
3.1. Introducción.....	42
3.2. Materiales y métodos .....	43
3.3. Resultados .....	44
3.4. Discusión.....	48
3.5. Conclusiones.....	51
Referencias Bibliográficas.....	52

Capítulo IV: Manejo de King Grass ( <i>Pennisetum purpureum</i> ), como alternativa para el sector ganadero.....	55
4.1.    Introducción.....	58
4.2.    Materiales y métodos .....	62
4.3.    Resultados .....	63
4.4.    Discusión.....	65
4.5.    Conclusiones.....	67
Referencias Bibliográficas.....	67
Capítulo IV: Forraje verde hidropónico de sorgo ( <i>Sorghum forrajero</i> ) y maíz ( <i>Zea mays</i> ) a dos densidades de siembra .....	71
5.1.    Introducción.....	74
5.2.    Materiales y métodos .....	75
5.3.    Resultados .....	77
5.4.    Discusión.....	80
5.5.    Conclusiones.....	82
Referencias Bibliográficas.....	82

**Fertilización y encalado  
para potenciar el  
rendimiento forrajero  
del maíz en Santo  
Domingo de los  
Tsáchilas**





# Fertilización y encalado para potenciar el rendimiento forrajero del maíz en Santo Domingo de los Tsáchilas

## *Fertilization and limeing to boost the forage yield of corn in Santo Domingo de los Tsáchilas*

Cargua-Chávez, Jessica Elizabeth <sup>1</sup>   Carrillo-Cruz, Adriana Isabel <sup>1</sup>    
Cedeño-García, Galo Alexander <sup>2</sup>  

<sup>1</sup> Ecuador, Santo Domingo, Instituto Superior Tecnológico Tsáchila

<sup>2</sup> Ecuador, Manabí, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López

 DOI / URL: <https://doi.org/10.55813/egaea.cl.42>

**Resumen:** Los suelos de Santo Domingo de los Tsáchilas en Ecuador, son andisoles ácidos por naturaleza, por lo que el encalado y la fertilización deben ser labores cruciales para potenciar el rendimiento forrajero del maíz. En este contexto, durante el 2021 al 2023 se desarrollaron experimentos de encalado y fertilización con nitrógeno, fósforo, potasio y azufre, con el fin de determinar dosis adecuadas de cada nutriente. En el primer experimento se probaron tres niveles de nitrógeno (50, 100 y 150 kg ha<sup>-1</sup>) y dos niveles de azufre (30 y 60 kg ha<sup>-1</sup>). En el segundo experimento se evaluaron tres dosis de potasio (50, 100 y 150 kg ha<sup>-1</sup>) y dos de fósforo (50 y 100 kg ha<sup>-1</sup>). En el tercer experimento se probaron tres niveles de dolomita (1,0, 1,5 y 2,0 t ha<sup>-1</sup>) combinadas con yeso agrícola en proporciones de 3:1. Los resultados obtenidos evidenciaron que la aplicación de 1,5 t ha<sup>-1</sup> de dolomita + 500 kg ha<sup>-1</sup> de yeso agrícola y niveles de fertilización de 100 kg de N, 50 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 100 de K<sub>2</sub>O y 30 kg de S, fueron suficientes para incrementar el rendimiento forrajero del maíz INIAP 543-QPM en suelos ácidos de Santo Domingo de los Tsáchilas.

**Palabras clave:** Zea mays, Andisol, Fertilización, Encalado, Forraje.

**Abstract:** The soils of Santo Domingo de los Tsáchilas in Ecuador are acidic andisols by nature, so liming and fertilization must be crucial tasks to enhance the forage yield of corn. In this context, during the 2021 to 2023, liming and fertilization experiments with nitrogen, phosphorus, potassium and sulfur were carried out, in order to determine adequate doses of each nutrient. In the first experiment, three levels of nitrogen (50, 100 and 150 kg ha<sup>-1</sup>) and two levels of sulfur (30 and 60 kg ha<sup>-1</sup>) were tested. In the second experiment, three doses of potassium (50, 100 and 150 kg ha<sup>-1</sup>) and two doses of phosphorus (50 and 100 kg ha<sup>-1</sup>) were evaluated. In the third experiment, three levels of dolomite lime (1.0, 1.5 and 2.0 t ha<sup>-1</sup>) were tested combined with agricultural gypsum in proportions of 3:1. The results obtained showed that the application of 1.5 t ha<sup>-1</sup> of dolomite lime + 500 kg ha<sup>-1</sup> of agricultural gypsum and fertilization levels of 100 kg of N, 50 kg of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 100 of K<sub>2</sub>O and 30 kg of S, were sufficient to increase the forage yield of INIAP 543-QPM corn in acidic soils of Santo Domingo de los Tsáchilas.

**Keywords:** Zea mays, Andisol, Fertilization, Liming, Forage.

## 1.1. Introducción

El maíz es un rubro de importancia para el Ecuador en su orden alimentario, social y económico, debido a que su cadena productiva satisface gran parte de las necesidades alimentarias de la población, genera empleo y sostiene la industria de lácteos, carnes y derivados (Analuiza et al., 2020). La provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, se caracteriza por poseer una de las ganaderías tropicales más desarrollada del país, donde se ha implementado programas de mejoramiento genético para potenciar la producción de leche y carne (Corral et al., 2021). A pesar de que Santo Domingo de los Tsáchilas se ubica en el trópico húmedo del Ecuador, y de recibir una gran cantidad de precipitaciones anualmente, más del 97% de su superficie agropecuaria se desarrolla bajo sistema de secano, donde al no contar con estructura de riego complementario, puede producirse escases de forraje para el ganado (Instituto Nacional de Estadísticas y Censo [INEC], 2022; Hidalgo et al., 2023).

En este contexto, la producción de maíz para forraje se ha venido implementado como estrategia para complementar la alimentación del ganado en épocas de escasez (Hidalgo et al., 2023). Así mismo, se ha venido desarrollado variedades de maíz con alta calidad proteica, para consumo en fresco y alimentación animal como ensilaje (Alarcón et al., 2019). Sin embargo, la producción agrícola no es tan sencilla en Santo Domingo de los Tsáchilas, debido a que la mayoría de sus suelos son ácidos de origen volcánico, con pH menores a 5,5 que dificultan la producción de los cultivos por la presencia y toxicidad de  $Al^{3+}$  (Calvache, 2014; Espinosa et al., 2022). Los suelos andisoles ácidos, muestran una fuerte acidez y alto contenido de  $Al^{3+}$  intercambiable que provoca toxicidad de las raíces. Además, por la presencia y dominancia de la arcilla alófana presentan una fuerte fijación de P (Takahashi & Dahlgren, 2016; Mihai et al., 2023).

Por otro lado, en lugares lluviosos como Santo Domingo de los Tsáchilas, que reciben precipitaciones superiores a 3000 mm año<sup>-1</sup>, promueven altas tasas de lixiviación de bases catiónicas como Ca, Mg y K, lo cual se asocia con una baja capacidad de intercambio catiónico, retención y desequilibrio de nutrientes, que limita fuertemente la producción de los cultivos. Por lo tanto, en suelos andisoles ácidos los valores de pH para el normal desarrollo y adecuada nutrición de los cultivos deben estar alrededor de 5.5 (García & Schlatter, 2012; Espinosa et al., 2022; Mihai et al., 2023). El encalado de suelos ácidos generalmente se promueve como una práctica de manejo eficaz para aumentar el pH del suelo, las concentraciones de cationes básicos y disminuir la toxicidad causada por el aluminio, hidrógeno y otros elementos como manganeso y hierro (Rahman et al., 2018; Enesi et al., 2023). El maíz destinado para la producción de forraje, requiere condiciones de suelo, necesidades nutricionales y niveles de



fertilización adecuados y balanceados para potenciar el rendimiento y la calidad forrajera (PDA, 2023; Sullivan et al., 2023). Varias investigaciones han determinado que la integración del encalado y la fertilización balanceada promueven significativas mejoras en el rendimiento del maíz.

Tomando en cuenta esto, Crusciol et al. (2019), describieron un aumento del 61% de rendimiento del maíz con encalado sobre el tratamiento control. Por otra parte, Qaswar et al., (2020) concluyeron que la aplicación de cal es una estrategia eficaz para mitigar la acidificación del suelo y aumentar uso eficiente fósforo mediante el aumento de los cationes básicos intercambiables y la reducción de los cationes ácidos para un alto rendimiento de maíz y trigo en suelos ácidos. Por su parte, Agegnehu et al. (2021) concluyeron que el encalado potencio el rendimiento del maíz entre un 111 a 181% con relación al control. Así mismo, Tshiabukole et al., (2022) determinaron que el encalado combinado con fertilización mineral, en las proporciones requeridas para el cultivo de maíz, mejoró alrededor del 50% la producción por unidad de área de ganancia de maíz en los suelos ácidos y Dugalic et al., (2023) concluyeron que el rendimiento de maíz con fertilización y encalado fue entre un 4,4% y un 9% mayor que en el tratamiento con solo fertilización en suelo ácido.

Actualmente, se cuenta con la variedad de maíz blanco de libre polinización INIAP 543 – QPM, que por su alta calidad proteica puede ser utilizado para elaboración de ensilaje (Limongi et al. 2019). Sin embargo, este material fue liberado para condiciones edafoclimáticas del litoral ecuatoriano, por lo que, bajo condiciones de suelos ácidos de Santo Domingo de los Tsáchilas no se había evaluado su potencial productivo como forraje en función del encalado y la fertilización. Por lo anterior, durante los años 2021, 2022 y 2023, se desarrollaron experimentos de encalado y fertilización con N, P, K y S para establecer un manejo básico de la fertilización del maíz INIAP 543 – QPM en Santo Domingo de los Tsáchilas.

## 1.2. Materiales y métodos

### 1.2.1. Localización

Las investigaciones se desarrollaron durante los años 2021, 2022 y 2023, en la granja experimental Mishilí perteneciente al Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila, localizada en el km 6½ de la vía Santo Domingo – Quevedo, en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador.

## 1.2.2. Material vegetal

El material vegetal utilizado fue la variedad de maíz de libre polinización INIAP 543 – QPM, liberada en el año 2019 por el Programa de maíz de la Estación Experimental Portoviejo del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Esta variedad fue desarrollada principalmente para consumo en fresco como choclo, pero también tiene potencial para ser usada como materia prima para ensilajes debido a su alta calidad proteínica, que en promedio es del 8,95% (Limongi et al., 2019).

## 1.2.3. Experimentos desarrollados

Se desarrollaron tres experimentos independientes que se describen a continuación:

**Experimento 1:** Efecto de la fertilización nitro – azufrada en el rendimiento forrajero del maíz INIAP 543 – QPM en Santo Domingo de los Tsáchilas

Este experimento se desarrolló durante las temporadas 2021 y 2022. Se probaron tres niveles de nitrógeno (50, 100 y 150 kg ha<sup>-1</sup>) y dos niveles de azufre (30 y 60 kg ha<sup>-1</sup>) más un tratamiento control con omisión de N y S. Como fuente de nitrógeno se utilizó nitrato de amonio y como fuente de azufre se utilizó sulfato de amonio y de magnesio. La fertilización nitrogenada fue colocada en tres fracciones, el 20% en etapa fenológica VE (hoja emergente), el 40% en la V6 (hoja seis) y el 40% en la V10 (hoja diez). La fertilización azufrada fue colocada en dos fracciones, el 50% en etapa VE y el 50% en la etapa V6. Además, la fertilización se complementó con 30 y 60 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O kg ha<sup>-1</sup>. El fósforo fue colocado 100% en la etapa VE como fosfato diamónico y el potasio se aplicó 50% en VE y 50% en V6 como muriato de potasio. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar en arreglo factorial A (nitrógeno) x B (azufre) + N (omisión NS), con siete tratamientos, tres replicas y 21 unidades experimentales. Las unidades experimentales fueron parcelas 24 m<sup>2</sup>, con distancias de siembra de 0,80 m y 0,25 m entre hileras y plantas, con una densidad de 50000 plantas ha<sup>-1</sup>. Las variables registradas fueron rendimiento de materia verde y seca. Los datos fueron analizados con ANOVA y la separación de medias con prueba de Tukey al 5% de probabilidades de error.

**Experimento 2:** Efecto de la fertilización con potasio y fósforo en el rendimiento forrajero del maíz INIAP 543 – QPM en Santo Domingo de los Tsáchilas.

El experimento se ejecutó durante las temporadas 2021 y 2022. Se probaron tres niveles de potasio (50, 100 y 150 kg ha<sup>-1</sup>) y dos niveles de fósforo (50 y 100 kg ha<sup>-1</sup>) más un tratamiento control con omisión de K y P. Como fuente de potasio se utilizó muriato de potasio y como fuente de fósforo se utilizó fosfato diamónico. La fertilización potásica fue colocada en dos fracciones, el 50% en etapa

fenológica VE (hoja emergente), el 50% en la V6 (hoja seis). La fertilización fosfatada fue colocada el 100% en la etapa VE. Además, se aplicó una fertilización básica de 100 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno, utilizando nitrato de amonio, que fue colocado en fracciones del 20, 40 y 40% en las etapas fenológicas VE, V6 y V10, respectivamente. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar en arreglo factorial A (potasio) x B (fósforo) + N (omisión PK), con siete tratamientos, tres replicas y 21 unidades experimentales. Las unidades experimentales fueron parcelas 24 m<sup>2</sup>, con distancias de siembra de 0,80 m y 0,25 m entre hileras y plantas, con una densidad de 50000 plantas ha<sup>-1</sup>. Las variables registradas fueron rendimiento de materia verde y seca. Los datos fueron analizados con ANOVA y la separación de medias con prueba de Tukey al 5% de probabilidades de error.

**Experimento 3:** Efecto del encalado sobre el rendimiento forrajero del maíz INIAP 543 – QPM y el pH del suelo en Santo Domingo de los Tsáchilas

El experimento se desarrolló durante las temporadas 2022 y 2023. Los tratamientos evaluados fueron tres niveles de cal dolomita [CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>] que fueron: T<sub>1</sub>: 1,0 t ha<sup>-1</sup>, T<sub>2</sub>: 1,5 t ha<sup>-1</sup>, T<sub>3</sub>: 2,0 t ha<sup>-1</sup> y T<sub>4</sub>: Control. La dolomita fue aplicada de forma combinada con yeso agrícola en proporción 3:1 con respecto a las respectivas dosis evaluadas, con la finalidad de darle mayor movilidad de la cal dolomita hacia las capas más profundas del suelo, puesto que la cal se aplicó al voleo en la superficie del suelo. Las dosis de yeso agrícola fueron 333, 500 y 666 kg ha<sup>-1</sup>, para la dosis de 1,0, 1,5 y 2,0 t ha<sup>-1</sup> de dolomita, respectivamente. La cal dolomita estuvo compuesta por 46% CaO y 12% MgO, con una granulometría malla 100. El pH inicial de la solución del suelo previo a la aplicación de los tratamientos de encalado fue de 5,07. Para el experimento se utilizó un diseño bloques completos al azar (DBCA) con cuatro tratamientos, cinco replicas y 20 unidades experimentales. Las unidades experimentales fueron parcelas 24 m<sup>2</sup>, con distancias de siembra de 0,80 m y 0,25 m entre hileras y plantas, con una densidad de 50000 plantas ha<sup>-1</sup>. Los tratamientos de cal dolomita fueron aplicados 30 días antes de la siembra del maíz en ambas temporadas evaluadas. La fertilización se realizó con 100, 50, 100 y 30 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O y S, respectivamente. Como fuente de S se utilizó sulfato de amonio, como fuente de fósforo el fosfato diamónico, como fuente de potasio el muriato de potasio y como fuente de nitrógeno el nitrato de amonio. El fertilizante nitrogenado fue aplicado en tres fracciones, colocando el 20% a la emergencia (VE), el 40% en la hoja 6 (V6) y el restante 40% en la hoja 10 (V10). El fósforo fue aplicado el 100% al momento de la emergencia del cultivo (VE). Los demás fertilizantes se aplicaron el 50% a la emergencia (VE) y el restante 50% a la hoja 6 (V10). Las variables registradas fueron pH final, rendimiento de materia verde y seca. Los datos fueron analizados con ANOVA y la separación de medias con prueba de Tukey al 5% de probabilidades de error.

## 1.2.4. Manejo específico de los experimentos

Previo a la siembra, la semilla fue tratada con imidacloprid + thiodicarb, en dosis de 25 mL kg<sup>-1</sup> de semilla. A los 10 días después de la siembra (DDS), se aplicó en “drench” el insecticida thiametoxam en dosis de 1 mL L<sup>-1</sup> agua. En base a los monitoreos de las poblaciones de insectos vectores (cicadelidos, pulgones, trips y crisomélidos), se realizó una aplicación fipronil, en dosis de 0,7 mL L<sup>-1</sup> agua. Se realizaron dos controles de gusano cogollero, para el primero se utilizó el insecticida Spinetoram en dosis de 0,5 mL L<sup>-1</sup> de agua, mientras que, para el segundo control, se aplicó el insecticida Lufenuron en dosis de 1,5 mL L<sup>-1</sup> de agua. Para el control preemergente de malezas, se aplicó la mezcla de los herbicidas Atrazina-80 + Pendimetalin en dosis de 1,5 + 3,0 litros ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Para el control posemergente de malezas, se aplicó MCPA en dosis de 1,5 L ha<sup>-1</sup>, más el herbicida nicosulfuron en dosis de 25 g ha<sup>-1</sup>.

## 1.3. Resultados

### 1.3.1. Efecto de la fertilización nitro – azufrada en el rendimiento forrajero del maíz INIAP 543 – QPM

El análisis de varianza no registró diferencias estadísticas significativas ( $p>0,05$ ) para la interacción nitrógeno x azufre en ambas temporadas evaluadas, lo cual indica que sus efectos fueron independientes. Por su parte, la fertilización nitrogenada afectó significativamente ( $p<0,05$ ) el rendimiento de masa verde y seca durante las temporadas 2021 y 2022, con respecto al tratamiento control. Entre niveles de nitrógeno no se dieron diferencias estadísticas, sin embargo, numéricamente la dosis de 100 kg ha<sup>-1</sup>, registró mayores rendimientos de materia verde y seca. En la temporada 2021 las dosis de 50, 100 y 150 kg ha<sup>-1</sup>, incrementaron el rendimiento de materia verde en un 18,84, 24,42 y 23,93% con respecto al tratamiento control. En la temporada 2022, los niveles de 50, 100 y 150 kg ha<sup>-1</sup>, incrementaron el rendimiento de materia verde en un 35,28, 41,04 y 37,81% con relación al tratamiento control (Tabla 1).

Tabla 1

*Efecto de tres niveles de nitrógeno en el rendimiento de materia verde y seca del maíz en un suelo andisol ácido*

Niveles de nitrógeno	Temporada 2021		Temporada 2022	
	Rendimiento materia verde (t ha <sup>-1</sup> )	Rendimiento de materia seca (t ha <sup>-1</sup> )	Rendimiento materia verde (t ha <sup>-1</sup> )	Rendimiento de materia seca (t ha <sup>-1</sup> )
50 kg ha <sup>-1</sup>	25,85 a <sup>1</sup>	6,26 a	27,95 a	7,69 a
100 kg ha <sup>-1</sup>	27,76 a	6,87 a	30,68 a	9,03 a
150 kg ha <sup>-1</sup>	27,58 a	6,75 a	29,09 a	8,24 a
Control	20,98 b	4,81 b	18,09 b	4,38 b
p-valor ANOVA	0,0096	0,0024	0,0008	0,0005
C.V. %	11,57	11,46	10,56	12,91

**Nota:** <sup>1</sup>Medias dentro de columnas con letras distintas, difieren estadísticamente según prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ).

El rendimiento de materia verde y seca fue influenciado significativamente ( $p < 0.05$ ) por la fertilización azufrada en ambas temporadas evaluadas, con respecto al tratamiento control. No se registró diferencias estadísticas entre las dosis de azufre, lo cual indicaría que la dosis de 30 kg ha<sup>-1</sup>, podría ser suficiente para la fertilización del maíz bajo las condiciones donde se desarrolló el experimento. Durante la temporada 2021, las dosis de 30 y 60 kg ha<sup>-1</sup> de azufre, incrementaron el rendimiento de materia verde en un 21,57 y 21,75% con respecto al tratamiento control. En la temporada 2022, las dosis de 30 y 60 kg ha<sup>-1</sup> de azufre, incrementaron el rendimiento de materia verde en un 41,78 y 34,00% con relación al tratamiento control (Tabla 2).

Los incrementos de rendimiento en materia seca producidos con las dosis de nitrógeno y azufre, fueron proporcionales a los conseguidos para materia verde, en ambas temporadas evaluadas. Los resultados logrados en ambas temporadas de siembra, demuestran que 100 kg de nitrógeno y 30 kg de azufre son suficientes para la fertilización del maíz INIAP 543-QPM en suelos de Santo Domingo de Tsáchilas.

Tabla 2

*Efecto de dos niveles de azufre en el rendimiento de materia verde y seca del maíz en un suelo andisol ácido*

Niveles de azufre	Temporada 2021		Temporada 2022	
	Rendimiento materia verde (t ha <sup>-1</sup> )	Rendimiento de materia seca (t ha <sup>-1</sup> )	Rendimiento materia verde (t ha <sup>-1</sup> )	Rendimiento de materia seca (t ha <sup>-1</sup> )
30 kg ha <sup>-1</sup>	26,75 a <sup>1</sup>	6,43 a	31,07 a	8,86 a
60 kg ha <sup>-1</sup>	26,81 a	6,62 a	27,41 a	7,78 a
Control	20,98 b	4,81 b	18,09 b	4,38 b
p-valor ANOVA	0,0381	0,0274	0,0354	0,0299
C.V. %	12,65	10,14	14,05	12,98

**Nota:** <sup>1</sup>Medias dentro de columnas con letras distintas, difieren estadísticamente según prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ).

### 1.3.2. Efecto de la fertilización con potasio y fósforo en el rendimiento forrajero del maíz INIAP 543 – QPM

Los resultados del análisis de varianza no evidenciaron diferencias estadísticas significativas ( $p>0,05$ ) para la interacción niveles de potasio x niveles de fósforo, lo cual denota la independencia de los efectos entre los factores. Los niveles de fertilización potásica evaluadas influyeron de manera significativa ( $p<0,05$ ) el rendimiento de materia verde y seca, con respecto al tratamiento control. En la temporada 2021 las dosis de 50, 100 y 150 kg ha<sup>-1</sup> de potasio, incrementaron el rendimiento de materia verde en un 19,67, 27,85 y 22,25% con relación al tratamiento control. Así mismo, durante la temporada 2022 los niveles de 50, 100 y 150 kg ha<sup>-1</sup> de potasio aumentaron el rendimiento de materia seca en un 18,56, 27,03 y 24,25% con respecto al tratamiento control (Tabla 3).

**Tabla 3**

*Efecto de tres niveles de potasio en el rendimiento de materia verde y seca del maíz en un suelo andisol ácido*

Niveles de potasio	Temporada 2021		Temporada 2022	
	Rendimiento materia verde (t ha <sup>-1</sup> )	Rendimiento de materia seca (t ha <sup>-1</sup> )	Rendimiento materia verde (t ha <sup>-1</sup> )	Rendimiento de materia seca (t ha <sup>-1</sup> )
50 kg ha <sup>-1</sup>	36,80 b <sup>1</sup>	8,06 b	37,55 b	8,13 b
100 kg ha <sup>-1</sup>	40,97 a	9,90 a	41,93 a	9,66 a
150 kg ha <sup>-1</sup>	38,02 ab	9,37 ab	40,37 a	9,16 a
Control	29,56 c	6,43 c	30,58 c	6,67 c
p-valor ANOVA	0,0128	0,0135	0,0189	0,0244
C.V. %	6,05	7,28	7,03	7,85

**Nota:** <sup>1</sup>Medias dentro de columnas con letras distintas, difieren estadísticamente según prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ).

El incremento de rendimiento de materia seca obtenido con los niveles de potasio probados, fueron proporcionales a los conseguidos con materia verde. Las dosis de fertilización fosfatada influyeron de forma significativa ( $p<0,05$ ) el rendimiento de materia verde y seca con relación al tratamiento control. Las dosis de 50 y 100 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> incrementaron el rendimiento de materia verde en un 23,40 y 21,67% con relación al tratamiento control en la temporada 2021. De la misma forma durante la temporada 2022, los niveles de 50 y 100 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> incrementaron el rendimiento de materia verde en un 22,23 y 20,05% con relación al tratamiento control (Tabla 4). En cuanto a producción de materia seca, los resultados también fueron proporcionales a los obtenidos en materia verde para todas las dosis de fósforo evaluadas en ambas temporadas de siembra. Los resultados logrados en esta investigación demuestran que bajo las condiciones donde se desarrolló la investigación, puede ser suficiente la aplicación de 100 y



50 kg ha<sup>-1</sup> de potasio y fósforo respectivamente, para la fertilización del maíz INIAP 543-QPM con fines forrajeros.

**Tabla 4**

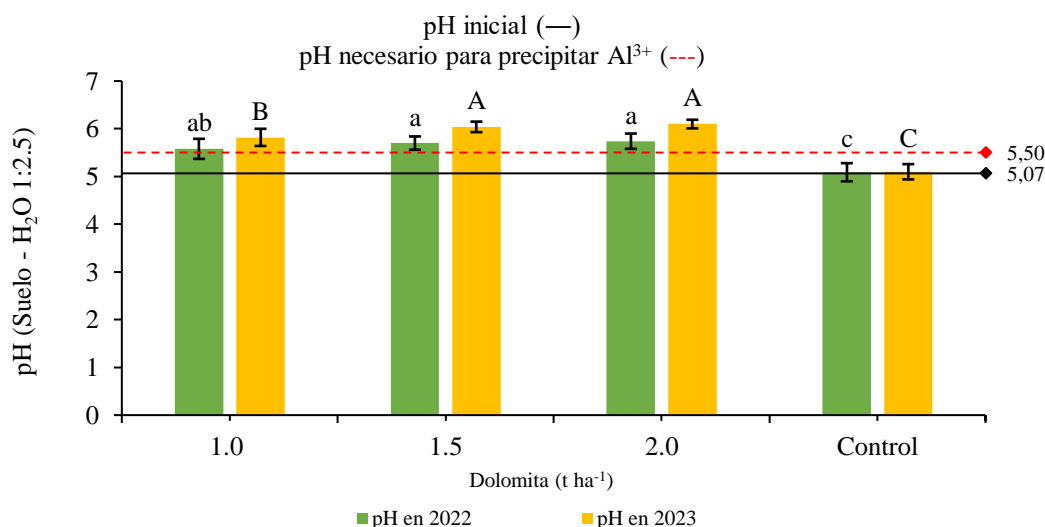
*Efecto de dos niveles de fósforo en el rendimiento de materia verde y seca del maíz en un suelo andisol ácido*

Niveles de fósforo	Temporada 2021		Temporada 2022	
	Rendimiento materia verde (t ha <sup>-1</sup> )	Rendimiento de materia seca (t ha <sup>-1</sup> )	Rendimiento materia verde (t ha <sup>-1</sup> )	Rendimiento de materia seca (t ha <sup>-1</sup> )
50 kg ha <sup>-1</sup>	38,59 a <sup>1</sup>	9,47 a	39,32 a	9,52 a
100 kg ha <sup>-1</sup>	37,74 a	8,96 a	38,25 a	9,26 a
Control	29,56 b	6,43 b	30,58 b	6,67 b
p-valor ANOVA	0,0132	0,0254	0,0017	0,0025
C.V. %	6,04	7,21	7,05	7,64

**Nota:** <sup>1</sup>Medias dentro de columnas con letras distintas, difieren estadísticamente según prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ).

### 1.3.3. Efecto del encalado sobre el rendimiento forrajero del maíz INIAP 543 – QPM y el pH del suelo

El encalado incrementó significativamente ( $p < 0,05$ ) el pH final del suelo en ambas épocas temporadas evaluadas, donde todas las dosis de dolomita lograron elevar el pH del suelo por encima de 5,5, que según varios autores es considerado un nivel suficiente para precipitar el Al<sup>3+</sup> en suelos tropicales ácidos, dado que niveles inferiores provocan la solubilización del Al<sup>3+</sup> en la solución del suelo y toxicidad a las raíces, perjudicando su crecimiento y la absorción de nutrientes. Con relación al pH inicial los niveles de encalado de 1,0, 1,5 y 2,0 t ha<sup>-1</sup>, lograron incrementar el pH final en un 9,14, 11,05 y 11,67%, respectivamente para la temporada del 2022. Mientras que, para la temporada de 2023, el incremento del pH final fue del 12,89, 16,06 y 16,89% con los niveles de 1,0, 1,5 y 2,0 t ha<sup>-1</sup> de dolomita, respectivamente, con relación al pH inicial (Figura 1). El mayor incremento del pH final en 2023 con respecto al 2022, posiblemente se debió al efecto residual de la primera aplicación de cal en 2022.

**Figura 1***Efecto de tres niveles de dolomita en el pH de un suelo andisol ácido*

**Nota:** Letras minúsculas en barras verdes y mayúsculas en barras amarillas, denotan diferencias de medias significativas para el año 2022 y 2023, respectivamente, de acuerdo a prueba de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ).

Los tratamientos de encalado influyeron significativamente ( $p < 0,05$ ) el rendimiento de materia verde y seca, en ambas temporadas de siembra evaluadas. En la temporada del 2022, las dosis de encalado de 1,0, 1,5 y 2,0 t ha<sup>-1</sup>, incrementaron el rendimiento de materia verde en un 32,56, 36,78 y 36,54%, con respecto al tratamiento sin encalado, en su orden respectivo. De manera similar, ocurrió con el rendimiento de materia seca, donde las dosis de encalado lograron un incremento del 35,36, 46,31 y 45,64% con relación al tratamiento control. Para la temporada del 2023, el rendimiento de materia verde del tratamiento control, fue superado en un 32,99, 36,70 y 35,48% por los niveles de dolomita de 1,0, 1,5 y 2,0 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente. De la misma forma, los tratamientos de encalado de 1,0, 1,5 y 2,0 t ha<sup>-1</sup>, incrementaron el rendimiento de materia seca en 46,11, 51,92 y 49,94% en comparación al tratamiento control sin encalado (Tabla 5).

Tabla 5

*Efecto de tres niveles de dolomita en el rendimiento de materia verde y seca del maíz en un suelo andisol ácido*

Niveles de dolomita [CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ]	Temporada 2022		Temporada 2023	
	Rendimiento materia verde (t ha <sup>-1</sup> )	Rendimiento de materia seca (t ha <sup>-1</sup> )	Rendimiento materia verde (t ha <sup>-1</sup> )	Rendimiento de materia seca (t ha <sup>-1</sup> )
1,0 t ha <sup>-1</sup>	44,75 b <sup>1</sup>	11,37 b	47,27 b	14,64 b
1,5 t ha <sup>-1</sup>	47,74 a	13,69 a	50,06 a	16,41 a
2,0 t ha <sup>-1</sup>	47,56 a	13,52 a	49,12 ab	15,76 ab
Control	30,18 c	7,35 c	31,69 c	7,89 c
p-valor ANOVA	0,0067	0,0069	0,0001	0,0005
C.V. %	11,2	14,03	7,13	9,65

**Nota:** <sup>1</sup>Medias dentro de columnas con letras distintas, difieren estadísticamente según prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ).

## 1.4. Discusión

Los resultados evidenciaron que la aplicación de 1,5 t ha<sup>-1</sup> de cal dolomita + 500 kg ha<sup>-1</sup> de yeso agrícola y niveles de fertilización de 100 kg de N, 50 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 100 de K<sub>2</sub>O y 30 kg de S, potencian el rendimiento forrajero del maíz INIAP 543-QPM en suelos ácidos de Santo Domingo de los Tsáchilas.

Los resultados logrados con la fertilización nitro-azufrada se asemejan a los logrados por Barrios et al. (2019), quienes reportaron mayores rendimientos en tres híbridos de maíz con dosis de 100 y 200 kg de N y 50 kg de S. Resultados cercanos fueron hallados por Swify et al. (2022), quienes reportaron rendimientos de grano y biomasa seca con combinaciones de fertilización nitro-azufrada de 150 kg ha<sup>-1</sup>. De manera similar, Kumar et al., (2022) alcanzaron mayores rendimientos y calidad de maíz con 120 kg de N y 40 kg de S. Los incrementos en la producción de forraje con dosis adecuadas de nitrógeno y azufre, pueden deberse a que estos nutrientes desempeñan funciones fisiológicas clave en el metabolismo vegetal. Entre esas funciones importantes del nitrógeno, destacan la formación de aminoácidos, proteínas y hormonas que contribuyen a la producción de biomasa y la calidad del grano, lo cual es deseable en la producción forrajera (Demari et al., 2016; Asibi et al., 2019). Así mismo, el azufre junto al nitrógeno también contribuye a formación de aminoácidos específicos que componen grupos de proteínas implicadas en el desarrollo de la biomasa y calidad del grano del maíz, por lo que es imposible conseguir rendimientos y calidad de granos en maíces forrajeros deficientes en azufre (Sutar et al., 2017; Ariraman et al., 2020).

Los resultados de fertilización fosforada son cercanos a los conseguidos por Onasanya et al. (2009), quienes determinaron que 40 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> fue

adecuado para potenciar el rendimiento de granos y biomasa del maíz. De la misma forma, los resultados logrados se asemejan a los obtenidos por Rashid y Iqbal (2012), quienes reportaron mayor rendimiento forrajero y calidad de grano en maíz con niveles de 53 y 37 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. En cuanto a la fertilización potásica, los resultados se asemejan a los obtenidos por Dantas et al. (2016) quienes consiguieron mayor rendimiento forrajero del maíz con 104 kg ha<sup>-1</sup> de potasio. Resultados cercanos fueron hallados por Sankadiya y Sanodiya (2021), quienes reportaron que niveles combinados de 70 y 60 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> lograron el mayor rendimiento de grano y biomasa seca del maíz. De forma similar, resultados logrados por Ahmed et al. (2021) quienes reportaron mejores rendimientos de granos y biomasa con 80 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

Los efectos en la mejora del rendimiento forrajero del maíz, se debe a los efectos benéficos aportados por el fósforo y potasio, dado que ambos nutrientes desempeñan funciones fisiológicas indispensables para el crecimiento, rendimiento y calidad del cultivo Li. En este sentido, el fósforo integra el ácido nucleico, tiene actividad metabólica y es necesario para la respiración celular. También participa en el almacenamiento de energía, metabolismo del azúcar, fijación de CO<sub>2</sub>, reacción y transformación enzimática (Lambers, 2022). Por su parte, el potasio funciona como activador de una serie de enzimas relacionadas con la resistencia a diferentes estreses ambientales, enfermedades y también relacionadas con la síntesis de carbohidratos, que a su vez aumentan la prosecución de biomasa (Mostofa et al., 2022).

Los resultados de producción de materia verde y seca logrados con los tratamientos de encalado, coinciden a los descritos por Crusciol et al. (2019), quienes reportaron en un sistema intercalado de maíz y pasto marandul, un incremento en el rendimiento forrajero del 22 y 164% con la combinación de cal dolomita + yeso, con respecto al tratamiento de dolomita pura y al tratamiento control, respectivamente; por lo que concluyeron que la aplicación superficial de cal dolomita + yeso es una herramienta esencial para la producción de alimentos en la agricultura tropical de cero labranza con acidez del suelo elevada. Resultados cercanos también fueron logrados por Kisić et al. (2021), quienes reportaron rendimiento de ensilaje de maíz entre 15 a 19 t ha<sup>-1</sup> con tratamientos de cal dolomita, en comparación al tratamiento control que solo alcanzó un rendimiento de ensilaje de 6,37 t ha<sup>-1</sup>. Así mismo, Wakwoya et al. (2022) reportaron una producción de biomasa de entre 18,35, 18,25 y 17,81 t ha<sup>-1</sup> con tratamientos de encalado a base de calcita y dolomita, con relación al tratamiento control que alcanzó 16,98 t ha<sup>-1</sup> de biomasa.

El rendimiento forrajero del maíz en función del encalado puede ser relacionado por el mejoramiento del pH en el suelo, dado que este fue incrementado por encima de 5,5, que según varios autores es considerado un nivel suficiente para precipitar el Al<sup>3+</sup> en suelos tropicales ácidos. Lo anterior es debido a que el encalado disminuye la acidez, aumenta el pH y los cationes del suelo, reduce el

efecto tóxico del aluminio en las raíces, y por ende, tienen mayor capacidad de absorción de nutrientes, previamente solubilizados y disponibles en la solución del suelo por el efecto de un pH adecuado (Rahman et al., 2018; Li et al., 2019; Agegnehu et al., 2021; Enesi et al., 2023)

## 1.5. Conclusiones

La fertilización y encalado fueron eficientes para incrementar el rendimiento forrajero del maíz INIAP 543-QPM en Santo Domingo de los Tsáchilas.

Niveles de fertilización de 100 y 30 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno y azufre fueron los más efectivos para potenciar el rendimiento de biomasa verde y seca del maíz INIAP 543-QPM.

La aplicación de 50 y 100 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo y potasio produjeron el mayor rendimiento de biomasa forrajera del maíz INIAP 543-QPM.

El encalado del suelo para la producción forrajera del maíz INIAP 543-QPM en Santo Domingo de los Tsáchilas, puede ser suficiente con 1,5 t ha<sup>-1</sup> de cal dolomita combinada con 500 kg ha<sup>-1</sup> de yeso agrícola.

## Referencias Bibliográficas

- Agegnehu, G., Amede, T., Erkossa, T., Yirga, C., Henry, C., Tyler, R., Nosworthy, M., Beyene, S. y Sileshi, G. (2021). Extent and management of acid soils for sustainable crop production system in the tropical agroecosystems: a review. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science*, 71:9, 852-869. <https://doi.org/10.1080/09064710.2021.1954239>
- Alarcón, D., Limongi, J., Zambrano, E. y Navarrete, J. (2019). Desarrollo de una variedad de maíz tropical de grano blanco con calidad de proteína para consumo en fresco. *Avances en Ciencias e Ingeniería* 11(17): 30 – 39. <https://doi.org/10.18272/aci.v11i1.1101>
- Analuisa, I., Guerrero, J., Fernández, J. y Rodríguez, O. (2020). Caracterización socioeconómica del agricultor maicero en la Provincia de Manabí mediante técnicas de análisis multivariantes. *Revista Podium*, 37, 1–16. <https://doi.org/10.31095/podium.2020.38.1>
- Ariraman, R., Pavan, A., Selvakumar, S., Sowmya, S. and Mansingh, D. (2020). Effect of sulphur nutrition on growth parameters, yield parameters, yield, nutrient uptake, quality and economics of maize: *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 2020; 9(6): 1632-1636: <https://doi.org/10.22271/phyto.2020.v9.i6x.13181>

- Asibi, E., Chai, Q. and Coulter, J. (2019). Mechanisms of nitrogen use in maize Aziiba. *Agronomy*, 9, 775; doi:10.3390/agronomy9120775
- Barrios, M., Rodríguez, G. and Álvarez, M. (2019). Effect of nitrogen-sulfur fertilization on yield and quality of three corn genotypes differing in endosperm texture. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, vol. 20, no. 3, pp. 565-577. doi.org/10.21930/rcta.vol20num3art:1591
- Calvache, M. (2014). El suelo y la productividad agrícola en la sierra del Ecuador. En: XIV Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo. [https://www.researchgate.net/publication/303298014\\_EL\\_SUELO\\_Y\\_LA\\_PRODUCTIVIDAD\\_AGRICOLA\\_EN\\_LA\\_SIERRA\\_DEL\\_ECUADOR](https://www.researchgate.net/publication/303298014_EL_SUELO_Y_LA_PRODUCTIVIDAD_AGRICOLA_EN_LA_SIERRA_DEL_ECUADOR)
- Corral, C., Zambrano, L., Pincay, D. y Calo, S. (2021). Impactos ambientales generados por la ganadería en la provincia de Santo Domingo de Tsáchilas. *UNESUM-Ciencias*. Publicación cuatrimestral. Vol. 5, Año 2021, No. 2 (Número Especial)
- Crusciol, C., Marques, R., Carneis Filho, A., Soratto, R., Costa, C., Neto, J., Castro, G., Pariz, C., Castilhos, A. y Franzluebbbers, A. (2019). Lime and gypsum combination improves crop and forage yields and estimated meat production and revenue in a variable charge tropical soil. *Nutr Cycl Agroecosyst*, 115, 347–372. <https://doi.org/10.1007/s10705-019-10017-0>
- Dantas, E., Garófalo, L. y Dantas, L. (2016). cCorn production for silage subjected to potassium fertilization and water depths. *American Journal of Plant Sciences*, 7, 671-676 <http://dx.doi.org/10.4236/ajps.2016.74059>
- Demari, G., Carvalho, I., Nardino, M., Szareski, V., Dellagostin, S., da Rosa, T., Follmann, D., Ndrade, M., Basso, C., Pedó, T., Aumonde, T. and Zimmer, P. (2016). Importance of nitrogen in maize production. *International Journal of Current Research* Vol. 8, Issue, 08, pp.36629-36634.
- Dugalić, M., Životić, L., Gajić, B. and Latković, D. (2024). Small doses of lime with common fertilizer practices improve soil characteristics and foster the sustainability of maize production. *Agronomy*, 14, 46. <https://doi.org/10.3390/agronomy14010046>
- Enesi, R., Dyck, M., Chang, S., Thilakarathna, M., Fan, X., Strelkov, S. y Gorim, L. (2023). Liming remediates soil acidity and improves crop yield and profitability - a meta-analysis. *Front. Agron.* 5:1194896. <https://doi.org/10.3389/fagro.2023.1194896>
- Espinosa, J., Moreno, J. y Bernal, G. (2022). Suelos del Ecuador, clasificación, uso y manejo. Instituto Geográfico Militar. Acidez y encalado de los suelos. International Plant Nutrition Institute, Quito, Ecuador. 67



- García, L. y Schlatter, J. (2012). Caracterización de suelos a lo largo de un gradiente altitudinal en Ecuador. Rev. Bras. Ciênc. Agrár. Recife, v.7, n.3, p.456-464. DOI:10.5039/agraria.v7i3a1736
- Hidalgo, P. (2023). Genotipos de maíz para la producción y conservación de forraje en forma de ensilaje. Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS. Vol. 5, Núm. 7. (Edición Especial 2023) Pág 358-371
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censo [INEC], (2022). Módulo de Información Ambiental y Tecnificación Agropecuaria, ESPAC 2021. Quito, Ecuador. 27 p.
- Kisić, I., Ćorić, R., Lončarić, Z., Jurković, D., Kajić, N., Ćorić, A., Jurina, D. y Delač, D. (2021). Effectiveness of different liming materials on some soil properties and yield of crops. Journal of Central European Agriculture, 22(2), 346-360. <https://doi.org/10.5513/JCEA01/22.2.3171>
- Kumar, D., Chaturvedi, D., Singh, T., Kumar, T. and Awadhiya, P. (2022). Effect of nitrogen and sulphur levels on growth, yield and quality of maize (*Zea mays* L.). The Pharma Innovation Journal; 11(1): 418-422
- Lamber, H. (2022). Phosphorus Acquisition and Utilization in Plants. Annual Review of Plant Biology. Biology is online at [plant.annualreviews.org](http://plant.annualreviews.org) <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-102720-125738>
- Li, Y., Cui, S., Chang, S. y Zhang, Q. (2019). Liming effects on soil pH and crop yield depend on lime material type, application method and rate, and crop species: a global meta-analysis. Journal of Soils and Sediments, 19, 1393–1406. <https://doi.org/10.1007/s11368-018-2120-2>
- Limongi, R., Alarcón, D. y Zambrano, E. (2019). Variedad INIAP 543-QPM con la calidad de proteína para el consumo en choclo en el litoral ecuatoriano. Portoviejo, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Portoviejo. (Plegable n° 444).
- Mihai, R., Melo, E., Terán, V., Espinoza, I., Pinto, E., y Catana, R. (2023). The Panoramic View of Ecuadorian Soil Nutrients (Deficit/Toxicity) from Different Climatic Regions and Their Possible Influence on the Metabolism of Important Crops. Toxics, 11, 123. <https://doi.org/10.3390/toxics11020123>
- Mostofa, M. Rahman, M., Ghosh, T., Kabir, A., Mostafa, A., Rahman, A., Mochida, K. and Phan, L. (2022). Potassium in planta Physiological adaptation to abiotic stresses. Plant Physiology and Biochemistry 186, 279-289
- Onasanya, R., Aiyelari, O., Onasanya, A., Oikeh, S., Nwile, F. and Oyelakin O. (2009). Growth and Yield Response of Maize (*Zea mays* L.) to Different

- Rates of Nitrogen and Phosphorus Fertilizers in Southern. World Journal of Agricultural Sciences 5 (4): 400-407.
- PDA, (2023). Maize fertiliser requirements. The potash developmente Association. Pág. 11
- Qaswar, M., Dongchu, L., Jing, H., Tianfu, H., Ahmed, W., Abbas, M., Lu, Z., Jiangxue, D., Haider, Z., Ullah, S., Huimin, Z. y Boren, W. (2020). Interaction of liming and long-term fertilization increased crop yield and phosphorus use efficiency (PUE) through mediating exchangeable cations in acidic soil under wheat–maize cropping System. Scientific Reports. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-76892-8>
- Rahman, M., Lee, S., Ji, H., Kabir, A., Jones, C., y Lee, K. (2018). Importance of Mineral Nutrition for Mitigating Aluminum Toxicity in Plants on Acidic Soils: Current Status and Opportunities. Int. J. Mol. Sci., 19, 3073. <https://doi.org/doi:10.3390/ijms19103073>
- Rashid, M. and Iqbal, M. (2012). Effect of phosphorus fertilizer on the yield and quality of maize (*Zea mays* L.) fodder on clay loam soil. The Journal of Animal & Plant Sciences, 22(1): 199-203
- Sankadiya, S. and Sanodiya, L. (2021). Effect of phosphorus and potassium levels on growth and yield of maize (*Zea mays* L.). The Pharma Innovation Journal 10(10): 1347-1350
- Sullivan, D., Downing, T., Brewer, L. and Hart, J. (2023). Silage Corn Nutrient Management Guide for Western Oregon. Oregon State University Extension Service. Pp. 20
- Sutar, R., Pujar, A. y Kumar, A. y Hepsur, N. (2018). Nutrición del azufre en el maíz: una revisión crítica. DOI: 10.18782/2320-7051.6092. Int. J. Pure App. Biosci. 5 (6): 1582-1596
- Swify, S., Avizienyte, D., Mazeika, R. and Braziene, Z. (2022). Comparative study effect of urea-sulfur fertilizers on nitrogen uptake and maize productivity. Plants 2022, 11, 3020. <https://doi.org/10.3390/plants11223020>
- Takahashi, T., y Dahlgren, R. (2016). Nature, properties and function of aluminum–humus complexes in volcanic soils. Geoderma. 263, 110-121. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2015.08.032>
- Tshiabukole, J., Khonde, G., Phongho, A., Ngoma, N., Vumilia, R. and Kankolongo, N. Liming and Mineral Fertilization of Acid Soils in Maize Crop within the Savannah of Southwestern of Democratic Republic of Congo. o. Open Access Library Journal, 9: e8412. <https://doi.org/10.4236/oalib.1108412>

Wakwoya, M., Woldeyohannis, W., y Yimamu, F. (2022). Effects of minimum tillage and liming on maize (*Zea mays* L.) yield components and selected properties of acid soils in Assosa Zone, West Ethiopia. Journal of Agriculture and Food Research, 8, 100301. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100301>



**Fertilización orgánica  
del pasto Mombasa  
(*Megathyrsus maximus*)  
bajo sombra de  
naranja (*Citrus sinensis*)**







## Fertilización orgánica del pasto Mombasa (*Megathyrsus maximus*) bajo sombra de naranja (*Citrus sinensis*)

### *Organic fertilization of Mombasa grass (Megathyrsus maximus) under the shade of orange (Citrus sinensis)*

Jácome Gómez, Leonardo   Valencia Enríquez, Ximena    
Rafael <sup>1</sup> Patricia <sup>1</sup>

Martínez Sotelo, María Cristina <sup>1</sup>  

<sup>1</sup> Ecuador, Santo Domingo, Instituto Superior Tecnológico Tsáchila

 DOI / URL: <https://doi.org/10.55813/egaea.cl.43>

**Resumen:** La aplicación de fertilizantes orgánicos es una alternativa que favorece la brotación y producción de los pastos bajo sombra. El objetivo fue evaluar el efecto de la fertilización orgánica con sombra de naranja para el desarrollo y rendimiento del pasto Mombasa durante la época seca, en Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, se emplearon los siguientes fertilizantes orgánicos: bovinaza, vermicompost, pollinaza, porquinaza, biofermentos, que se aplicaron al voleo al inicio de cada corte. Se efectuaron dos cortes del pasto, a los 45 días de iniciado el experimento, en cada uno se evaluaron altura de macolla, número de macollas·m<sup>-2</sup>, número de tallos·macolla<sup>-1</sup> y rendimiento de materia seca. Se encontraron efectos significativos (P<0,05) en todas las variables de corte de pasto, ubicándose con mejores promedios el primer corte. Los mejores resultados se obtuvieron con la aplicación de pollinaza con 69,71% de cobertura, 102,35 cm de altura de la macolla, 10,33 macollas·m<sup>-2</sup>, 1,58 kg·m<sup>-2</sup> de biomasa y 18,22 t·ha<sup>-1</sup>·año<sup>-1</sup>. Y el contenido más alto de proteína se obtuvo con el compost bovino con 13,42.

**Palabras clave:** Biomasa, Compost, Macolla, Mombasa, Pollinaza

#### **Abstract:**

The application of organic fertilizers is an alternative that favors the sprouting and production of grasses under shade. The objective was to evaluate the effect of organic fertilization with orange shade for the development and yield of Mombasa grass during the dry season, in Santo Domingo de los Tsachilas, Ecuador. A randomized complete block design with four repetitions was used, the following organic fertilizers were used: Beef, vermicompost, chicken manure, porquinazat, bioferments, which were applied broadcast at the beginning of each cut. Two cuts of the grass were made, 45 days after the experiment began, in each one tiller height, number of tillers·m<sup>-2</sup>, number of stems·tiller<sup>-1</sup> and dry matter yield were evaluated. Significant effects (P<0.05) were found in all grass cutting variables, with the first cut having the best averages. The best results were obtained with the application of manure with 69.71% coverage, 102.35 cm tiller

height, 10.33 tillers.m<sup>-2</sup>, 1.58 kg.m<sup>-2</sup> of biomass and 18.22 t.ha<sup>-1</sup>.year<sup>-1</sup>. And the highest protein content was obtained with bovine compost with 13.42%.

**Keywords:** Biomass, Compost, Tiller, Mombasa, Chicken manure.

## 2.1. Introducción

La cantidad y calidad de los pastos tropicales son factores importantes para la producción con herbívoros, como la cantidad de biomasa medida en kg de materia seca.m<sup>-2</sup> y la calidad de los pastos medida en la concentración foliar de diferentes macronutrientes como porcentaje de materia seca (Araujo, 2014). En Ecuador, el 45,74% de la superficie de la provincia Santo Domingo de los Tsáchilas (117.796 ha) está dedicada a la ganadería bovina (INEC, 2022) y cultivada con varios pastos, entre ellos Mombasa (*Megathyrsus maximus*). Esta especie se introdujo en América en 1967, presenta alta producción de forraje (33 t.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> de materia seca) y proporción hoja-tallo, buena calidad nutricional, rápida recuperación después del pastoreo y tolerancia a contenidos altos de humedad temporales en el suelo (Jank, 1995).

Una de las pasturas que se ha venido utilizando en la zona costera en los últimos tiempos es *Panicum maximun* cv. Mombasa, ésta ha tenido demanda por parte de los ganaderos debido a sus altos rendimientos, excelente aceptación por el ganado, además es un pasto de porte alto (puede llegar a medir hasta 2 metros), de manera que se puede usar tanto en pastoreo como en corte o ensilado, sin embargo, en ocasiones los productores desconocen el manejo adecuado de esta especie, por tal razón no se logran los rendimientos óptimos esperados por la misma (Rodríguez, 2009). Con la fertilización de los forrajes se puede observar un incremento en el contenido de nitrógeno (proteína), digestibilidad, altura de la planta, densidad, relación hoja-tallo y mayor producción de biomasa; los fertilizantes solo se deben suplir cuando el suelo tenga suficiente humedad y se encuentren en crecimiento activo (Cerdas, 2011).

El sombreado de los pastos modifica la morfoestructura, mejora la cantidad, la calidad y la digestibilidad del pasto o forraje, y consiguientemente, la ganancia diaria de peso del animal (Obispo et al., 2008; 2013). Entre otros beneficios de la inclusión de árboles y/o arbustos en los potreros -base de los sistemas silvopastoriles y agroforestales- se encuentran: el aporte de forraje, el aumento del bienestar animal ya que disminuye el estrés calórico (Ramírez et al., 2017) e incrementa el consumo del animal y el contenido de materia orgánica en el suelo (Encinozo et al., 2017). Además, contribuyen a la mitigación del cambio climático en la ganadería tropical (Milera, 2013). Por tanto, los sistemas agroforestales ofrecen beneficios ecológicos y económicos, por los ingresos o productos que se generan del sistema multipropósito animal-pasto-árbol. Es por ello que algunos productores de la provincia Santo Domingo de los Tsáchilas han

diversificado su sistema de producción de naranja Valencia (*Citrus sinensis*) con el pasto Mombasa y la cría de ganado vacuno.

La influencia de los árboles sobre la producción de las pasturas, considerando únicamente la intersección de la radiación solar, en una reducción en la producción de biomasa silvopastoril en forma integral, la producción y calidad de la biomasa de *Megathyrsus maximus* es afectada por el nivel de sombreamiento, el nivel alto de sombreado afecta negativamente el rendimiento de la pastura, contrariamente se mejora la calidad de la misma como alimento para los rumiantes, no hubo un efecto del nivel de sombra sobre el contenido de proteína cruda de la pastura; sin embargo, la disminución de los contenidos de las paredes celulares fue evidente (Díaz & Manzanares, 2008).

La baja calidad y cantidad de pastura se da por el mal manejo de pasto, no se le proporciona el tiempo apropiado de descanso después de haber sido pastoreado por los bovinos, poco son los ganaderos que implementa tecnología en este caso un sistema de rotación diaria, otra causa de la mala calidad y cantidad de las pasturas que se tiene en la zona es debido a que no se acostumbra a utilizar fertilizantes para obtener mayor desarrollo de los pasto, ni la implantación de leguminosas forrajeras para incrementar la nutrición (Tovar, 2016).

La mayoría de productores de la zona acuden a la fertilización mineral que resulta costosa y altamente contaminante para el ambiente, sin embargo, en varios sistemas de producción bovina de dicha provincia se ha observado que la producción y la calidad del pasto son de mediana a baja, debido a la falta de técnicas que favorezcan el desarrollo de la planta, entre las cuales se hallan el sombreado y la aplicación de abonos orgánicos. Es importante considerar a los pastos como un cultivo y realizar todas las actividades respectivas que mejoren su producción y una de ellas es la fertilización, una actividad que muy pocos ganaderos realizan debido demanda que esta produce es por esto que en la presente investigación se sugieren alternativas de cómo podemos producir insumos que mejoren la calidad y producción de estos pastos sin tener grandes inversiones debido a que todos los materiales que se usen para la fabricación de los mismos saldrán de los restos que produce las misma ganadería y el lugar de pastoreo. Ya que de ello depende para obtener un producto de mejor calidad y rentable para el ganadero (Patiño et al., 2019).

El abonado es una práctica corriente en la mayoría de las explotaciones agrícolas modernas. No obstante, aunque la evidencia existente indica que la producción de materia seca de hierba, en la mayoría de los suelos de la zona templada, se incrementaría notablemente mediante una fertilización adecuada, gran parte de los ganaderos siguen mostrándose ajenos a invertir en el abonado de sus praderas haciendo caso omiso a que el abonado del pasto es incrementar el margen económico a través de un aumento de la producción de materia seca. En aquellas explotaciones en las que el pastoreo proporciona la base de la

alimentación del sistema de producción animal, probablemente se justifica la escasa inversión en fertilizantes debido a sus estrechos márgenes económicos (Moscoso, 206).

Sin embargo, en Mombasa se requieren estudios sobre este tipo de técnicas. Por tal motivo, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la fertilización orgánica bajo el sombreado de naranja en el desarrollo y el rendimiento del pasto Mombasa.

## 2.2. Materiales y métodos

### 2.2.1. Ubicación

El experimento se realizó en la finca “La Maravilla”, con las coordenadas UTM X=775290, Y=9980960 y Z=513, en Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador. La unidad de producción se encuentra en una zona lluviosa tropical con promedios anuales de temperatura de 24,8°C, humedad relativa de 88%, precipitación de 3033 mm y heliofanía de 761 horas de brillo solar (INAMHI, 2022).

La precipitación se distribuye en dos períodos: uno de mayor precipitación de diciembre a mayo (198 a 607 mm·mes<sup>-1</sup>) y otro de menor precipitación de junio a noviembre (27 a 74 mm·mes<sup>-1</sup>) (INAMHI, 2022), denominados en la zona como periodo lluvioso y seco, respectivamente.

### 2.2.2. Material Vegetativo

Se utilizó como material vegetativo el pasto Mombasa (*Megathyrsus maximus*), de 480 días de edad, con una densidad de 9 plantas·m<sup>-2</sup>, cultivado en un suelo profundo oscuro del orden Andisoles, de textura franco arenosa con arcilla tipo alófana, medianamente ácido y con alto contenido de materia orgánica (Tabla 1).

**Tabla 1**

*Resultado de análisis de suelo del lugar en estudio*

pH	M.O. %	K meq/100g	Ca	Mg	NH <sub>4</sub>	P	S	Cu	B	Fe	Zn	Mn
5,83	5,53	0,09	3,00	0,37	38,69	6,55	4,16	8,30	0,16	176	3,60	7,60
Med. Acido	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Bajo	Medio	Bajo	Bajo	Alto	Medio	Medio

**Nota:** Profundidad 20 cm.

### 2.2.3. Diseño Experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Empleándose cinco tratamientos de fertilización orgánica que son especialmente desechos de explotaciones agropecuarias (Tabla 2). Cada tratamiento estuvo conformado por una parcela de 16m<sup>2</sup> (4m x 4m) con separación entre parcelas de 1 m, y la unidad experimental por una cuadrícula de 0,5m x 0,5m.

Para el porcentaje de sombra, se midió al mediodía (12:00 am.) y se consideró la proyección vertical de la copa de los árboles (área en m<sup>2</sup>) sobre la superficie de suelo cultivada con pasto (Alonso et al., 2006).

### 2.2.4. Manejo del experimento

Inicialmente, se realizó un corte de uniformidad al pasto, a 10 cm de altura del suelo con una motoguadaña (marca Sthil modelo FS-450); al día siguiente se hizo la aplicación de abonos orgánicos al voleo, con el cálculo de dosis de fertilizante utilizándose la extracción de nutrientes del pasto *Panicum* mejorado, eficiencia del fertilizante y el aporte del suelo en base al análisis del suelo.

**Tabla 2**

*Descripción de los fertilizantes orgánicos utilizados*

Tratamientos	Fertilizantes orgánicos	N - P - K - Mg %	M.O. %	Cantidad t.ha <sup>-1</sup>
T <sub>1</sub>	Bovinaza	1,46 - 0,55 - 0,58 - 0,44	37	4,05
T <sub>2</sub>	Vermicompost	1,90 - 0,95 - 1,79 - 0,54	62	3,40
T <sub>3</sub>	Pollinaza (ecoabonaza)	2,74 - 1,76 - 3,64 - 1,06	62	2,16
T <sub>4</sub>	Porquinaza (biocompost)	2,3 - 3,32 - 1,42 - 0,67	50	2,57
T <sub>5</sub>	Biofermentos (Bioway)	2,25 - 1,5 - 2,3 - 0,60	75	2,63

**Nota:** Autores (2024)

Se realizaron dos cortes cada 45 días, donde el pasto se manejó de la misma forma que en el primer corte. El control de arvenses se realizó mecánicamente (machete) a los 20 días del segundo corte. Los dos cortes se ubicaron en el periodo de menor precipitación.

En cuanto al cultivo del naranjo, al inicio del experimento se realizó una poda de mantenimiento inicial (fitosanitaria con ayuda de tijeras) y control de arvenses, mecánicamente. Ambos cultivos se mantuvieron bajo condiciones de secano. La precipitación durante la época de verano en el experimento fue de 117 y 121 mm por cada corte del pasto (INAMHI, 2022).

### 2.2.5. Variables de estudio

En cada corte del pasto, se lanzaron al azar tres cuadrículas de 0,5 m x 0,5 m en cada tratamiento, en las que se evaluaron las variables: altura de macolla, número de macollas·m<sup>-2</sup>, cobertura (%), relación hoja:tallo y rendimiento de

materia seca ( $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$ ). La altura de la macolla se midió con una cinta métrica desde la base hasta el ápice de uno de los tallos de la parte central de la macolla; el número de macollas se contó las macollas presentes por metro cuadrado. La cobertura mediante el porcentaje en un cuadrante. La relación hoja/tallo mediante la división del peso de las hojas sobre los tallos. El rendimiento de materia seca se determinó a través del secado de 1 kg, por unidad experimental de biomasa de la parte aérea de la macolla (hojas y tallos) en una estufa a 70°C durante 72 horas.

### 2.2.6. Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza mediante GLM del software InfoStat versión libre. Cuando los factores de estudio mostraron efectos significativos, se utilizó la prueba de Tukey para la comparación de medias.

## 2.3. Resultados

### 2.3.1. Variables de desarrollo del pasto mombasa

El efecto de los cortes mostró un efecto significativo ( $P \leq 0,05$ ) sobre todas las variables en estudio (Tabla 3), obteniéndose los valores más altos en el corte 1. Para la cobertura se observa tres rangos de significación, alcanzando el más alto porcentaje de cobertura la bovinaza con 71.96%, seguido por el vermicompost con 70,09%, mientras que el promedio más bajo fue con el testigo con 44,92% de cobertura. En la variable altura de la macolla se observa tres rangos de significación estadística y se ubica con mejor promedio a la pollinaza con 102,35 cm y el testigo con la menor altura de la macolla con 78,56 cm. En el número de macollas. $\text{m}^{-2}$  no se observaron diferencias significativas, pero se ubicó con mejor promedio a la pollinaza con 10,33 macollas. $\text{m}^{-2}$ , seguido por el vermicompost con 10,00 macollas. $\text{m}^{-2}$ . Para la relación hoja-tallo no se observa significación estadística, ubicándose con mejor promedio al vermicompost con 1,65 seguido por la pollinaza con 1,60.



Tabla 3

Efecto del desarrollo del pasto mombasa con la aplicación de fertilizantes orgánicos

Tratamientos	Cobertura (%)	Altura macolla (cm)	Número de Macollas.m <sup>2</sup>	Relación Hoja:Tallo
Efecto de Cortes				
Corte 1	65,60 a	99,13 a	11,45 a	1,73 a
Corte 2	59,94 b	82,15 b	7,28 b	1,34 b
Efecto de Tratamientos				
Bovinaza	71,96 a	97,79 a	9,33	1,46
Vermicompost	70,09 a	91,00 ab	10,00	1,65
Pollinaza	69,71 a	102,35 a	10,33	1,60
Porquinaza	54,63 bc	82,35 b	9,33	1,57
Biofermentos	65,33 ab	91,84 ab	8,67	1,48
Testigo	44,92 c	78,56 b	8,50	1,47
C.V. %	15,00	10,99	16,25	18,36
<i>p</i> -valor ANOVA				
Cortes	0,0444 *	<0,0001**	<0,0001**	<0,0001**
Tratamientos	<0,0001**	0,0002**	0,1396 NS	0,6680 NS

**Nota:** Medias con letras diferentes en la misma columna presentan diferencias, prueba Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

El efecto de los cortes mostró un efecto significativo ( $P \leq 0,05$ ) sobre todas las variables en estudio (Tabla 3), obteniéndose los valores más altos en el corte 1. Para la cobertura se observa tres rangos de significación, alcanzando el más alto porcentaje de cobertura la bovinaza con 71.96%, seguido por el vermicompost con 70,09%, mientras que el promedio más bajo fue con el testigo con 44,92% de cobertura. En la variable altura de la macolla se observa tres rangos de significación estadística y se ubica con mejor promedio a la pollinaza con 102,35 cm y el testigo con la menor altura de la macolla con 78,56 cm. En el número de macollas.m<sup>-2</sup> no se observaron diferencias significativas, pero se ubicó con mejor promedio a la pollinaza con 10,33 macollas.m<sup>-2</sup>, seguido por el vermicompost con 10.00 macollas.m<sup>-2</sup>. Para la relación hoja-tallo no se observa significación estadística, ubicándose con mejor promedio al vermicompost con 1,65 seguido por la pollinaza con 1,60.

### 2.3.2. Variables de producción del pasto mombasa

En la Tabla 4, sobre los rendimientos de pastos se observan diferencias significativas entre los cortes, obteniéndose mejor rendimiento en el primer corte superando con amplitud al segundo corte. En cuanto al efecto de los tratamientos para la producción de materia verde no se observa diferencias significativas, pero se ubica con mejor promedio a la pollinaza con 1,58 kg.m<sup>-2</sup>, seguido por la bovinaza con 1,43 kg.m<sup>-2</sup>, mientras que el testigo obtuvo la más baja producción con 1,02 kg.m<sup>-2</sup>. En cuanto al rendimiento de materia seca se observa dos rangos de significación, ubicándose con mejor promedio en el primer rango a los

compuestos de biofermentos con 18,63 t.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>, seguido por la pollinaza con 18,22 t.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>, mientras que el testigo con el más bajo rendimiento con 10,31 t.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>.

**Tabla 4**

*Rendimiento de biomasa y materia seca del pasto mombasa con la aplicación de abonos orgánicos*

Tratamientos	Materia Verde kg.m <sup>-2</sup>	Materia Seca (t.ha <sup>-1</sup> .año <sup>-1</sup> )
Efecto de Cortes		
Corte 1	1,84 a	22,52 a
Corte 2	0,78 b	9,63 b
Efecto de Tratamientos		
Compost Bovino	1,43	17,87 a
Vermicompost	1,34	16,84 ab
Pollinaza	1,58	18,22 a
Porquinaza	1,06	14,60 ab
Biofermentos	1,40	18,63 a
Testigo	1,02	10,31 b
C.V. %	20,77	20,49
p-valor ANOVA		
Cortes	<0,0001**	<0,0001**
Tratamientos	0,0550 NS	0,0132*

**Nota:** Medias con letras diferentes en la misma columna presentan diferencias, prueba Tukey (P≤0,05).

### 2.3.3. Variables de calidad del pasto mombasa

En la Tabla 5, sobre el contenido de materia seca, proteína, fibra, ceniza y otros en base a los resultados de un análisis bromatológico de la materia seca del pasto; se determina la calidad de un pasto principalmente por el contenido de proteína que estos presentan. Ubicándose con el más alto contenido de proteína a la aplicación de pollinaza con 13,42%, seguido por la bovinaza con 13,01% de proteína, y en último lugar el testigo con 10,17%; todos estos contenidos de proteína son altos en consideración a otras especies de panicum de la zona. En cuanto al mayor contenido de materia seca se ubicó con mejor promedio a la porquinaza con 17,17%. Así mismo el contenido más bajo de fibra lo presentó la pollinaza con 29,90% que sería de mejor calidad en la alimentación del ganado.

**Tabla 5**

*Análisis bromatológico del pasto Mombasa (Megathyrsus maximus)*

Trata- mientos	Abonos Orgánicos	Materia seca %	Proteín a %	Ext. Etére o %	Ceniz a %	Fibr a %	E.L.N. N otros %
T1	Bovinaza	15,61	13,01	3,28	13,49	32,9	40,32
T2	Vermicompost	15,75	12,75	3,64	13,27	33,9	39,44
T3	Pollinaza	14,39	13,42	3,43	14,21	29,9	42,04
T4	Porquinaza	17,17	10,96	3,23	13,89	32,3	42,62
T5	Biofermentos	16,16	11,48	3,57	14,16	34,0	39,79
T6	Testigo	12,56	10,17	2,79	16,25	38,4 5	39,34

**Nota:** Porcentaje (%) No es relevante, Autores (2024)

## 2.4. Discusión

Los resultados evidenciaron que en el primer corte obtuvo los mejores resultados en todo el experimento, por tratarse de la producción de un pasto mejorado tipo gramínea como es el caso del panicum del cultivar mombasa que tolera la sombra como es la de naranja valencia.

Para este tipo de sistema agroforestal con naranjos establecidos, sería conveniente la distribución de los árboles principalmente hacia el entorno de los potreros, o bien, el empleo de un marco de plantación superior al de 7 m x 7 m (posible raleo de algunos árboles), ya que no resultó beneficioso utilizar todos los árboles con esa separación. Con una densidad de árboles menor, se dispone de más espacio y mejor distribución de la radiación solar para el desarrollo y la producción del pasto (Jácome & Ramírez, 2021). Según Tovar (2016), el pasto Saboya con sombra obtuvo un rendimiento superior de 14,1 macollas.m<sup>-2</sup> a los 45 días de corte con una altura seleccionada de 40 cm siendo altamente significativo a estos resultados obtenidos en esta investigación.

Los fertilizantes orgánicos bien descompuestos resultado de excretas de pollos y cerdos presentan mejores resultados como los que menciona Viñan (2008), que fertilizantes resultado de un proceso de descomposición orgánica y aportar mayores beneficios estos regulan de nutrición vegetal de las pasturas, además de mejorar el intercambio de iones y asimilación de abonos minerales teniendo incidencia en el porcentaje de cobertura de las pasturas. Y lo expuesto por Maza (2015), que un fertilizante a base de pollinaza mejora la calidad del suelo y nutrición fisiológica de la planta según logrando un crecimiento significativo en comparación a los demás tratamientos, es por esto que el testigo presentó menor altura que los demás tratamientos evaluados ya que no se aplicó ningún fertilizante.

La atenuación lumínica por sombreado tiene la capacidad de ocasionar cambios positivos o negativos en las características morfoestructurales y fisiológicas, tales como: altura, perímetro de la macolla, número de hijos por planta, ancho de la hoja, número de tallos y macollas por planta, altura de rebrote, materia seca (Encinozo et al., 2017), área foliar, índice de área foliar, tasa de asimilación de CO<sub>2</sub>, alargamiento del tallo, entre otros. Además, en los pastos se han señalado incrementos en el contenido de nitrógeno y en la digestibilidad de la materia seca (Araujo, 2014).

Navarro y Corpas (2012), registraron mayor cantidad de macollas por planta cuando la mombasa se cultivó a plena exposición solar. Por otra parte, en el pasto Dallis (*Brachiaria decumbens Stapf*) se obtuvo que los tratamientos con sombreado (30 y 50%) y a plena exposición solar no afectaron el número de plantas por m<sup>2</sup>, debido a la tolerancia de este pasto a la sombra (Carrilho et al., 2012). El menor número de macollas·m<sup>-2</sup> observado en mombasa a plena exposición solar, se atribuye a una forma de compensación en el desarrollo de la planta por la mayor incidencia lumínica, dado que el pasto en dicha condición alcanzó mayor altura, número de tallos por macolla y rendimiento de materia seca.

En cuanto a la relación hoja:tallo los autores Díaz y Manzanares (2006), en su estudio manifiestan que en su estudio encontraron que los porcentajes de hojas eran mayores a medida que las frecuencias de cortes eran bajas, obteniendo en la condición con árboles y fertilización orgánica, en promedio porcentajes de 85 % en la frecuencia de corte de 15 días; en la frecuencia de cortes de 22 días se obtuvo un porcentaje de 74 %, terminando en la frecuencia de corte de 30 días en la cual se obtuvo el menor porcentaje con 70 % de hoja.

Con la aplicación de pollinaza se obtuvieron los mejores resultados de producción de biomasa, concordando con lo manifestado por Arteaga (2016), que la mayor producción se obtuvo con la aplicación de abonos de pollos con 440 kg/ha a 35 días de descanso y a partir de aplicación de insumos de desechos de animales donde los datos obtenidos en la investigación referente a la aplicación del fertilizante al pasto *Brachiaria*, presento una producción más baja; donde indicó que todos los tratamientos que fueron aplicado fertilizantes orgánicos obtuvieron mayor producción de materia verde por la rápida recuperación del pasto, esto guarda relación con nuestra investigación, al obtener que todos los tratamientos a los cuales se le aplicó una dosis de fertilizantes presentaran mayor producción de materia verde que el tratamiento sin fertilización.

De acuerdo a los resultados hallados por los autores Rendón y Villeda (2017), demostraron que no existen diferencias significativas ( $P>0.05$ ) por efecto del fraccionamiento de la fertilización sobre los valores obtenidos para la variable de porcentaje de materia seca. quien estudió los potenciales agro productivos de

dos variedades de *P. máximo* (Mombasa), determinaron que el rendimiento de materia seca total presentó los mejores resultados a los 45 días con (20,02 MS t.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>) para el pasto Mombasa. Estos datos fueron superiores a los obtenidos en este estudio

Según Obispo *et al.* (2013), la materia seca disminuye bajo sombra, pero la calidad del pasto mejora notablemente; en pasto guinea, los contenidos de proteína cruda fueron similares en todos los niveles de sombra, con tendencia numérica a ser mayor con el incremento del nivel de sombreado; y la digestibilidad mayor en las áreas con alto (>30%) y medio nivel de sombra (20-30%). En pastizales de guinea (70%) con estrella (*Cynodon nlemfuensis*) (28%), el sombreado también mejoró su calidad a través de cambios en los contenidos de proteína, disminución de las estructuras fibrosas, mayor digestibilidad y ganancia de peso de los animales.

Barén y Centeno (2017), concluyeron que al utilizar estiércol de aves se ve evidenciada un incremento de proteína en los pastos de corte así mismo consideraron que la calidad nutricional del pasto decrece con el incremento de los intervalos de corte, determinando que la edad óptima para el corte es de 45 a 60 días debido a que, a los 90 días, el contenido de proteína es muy bajo para las demandas normales de las funciones del rumen en vacas lecheras.

## 2.5. Conclusiones

Para la fertilización orgánica del pasto mombasa bajo sombra, se obtuvieron los mejores resultados con la aplicación de pollinaza, obteniéndose los mejores promedios en las variables de desarrollo del pasto con 71,96% de cobertura, 102,31 cm de altura de la macolla y 10,33 macolla.m2.

El mejor rendimiento de biomasa de pasto mombasa bajo sombra se obtuvo con la aplicación de pollinaza con una producción de 1,58 kg.m2, y el más alto rendimiento de materia seca se alcanzó con la aplicación de biofermentos con 18,63 t.ha-1.año-1, seguido de muy cerca por la pollinaza con 18,22 t.ha-1.año-1.

De acuerdo con la calidad del pasto por el valor nutritivo en base al análisis bromatológico el porcentaje más alto de proteína se consiguió con la pollinaza con 13,42%, seguido por la bovinaza con 13,01% de proteína.

Los mejores resultados de la investigación en época seca, se obtuvieron en el primer corte del pasto mombasa con 45 días de intervalo, por la mayor precipitación en este periodo.

## Referencias Bibliográficas

- Alonso, J., G. Febles, T. Ruiz y G. Achang. (2006). Efecto de la sombra en la gramínea asociada en un sistema silvopastoril de leucaena-guinea durante sus diferentes etapas. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 40(4): 503-511.
- Araujo, O. (2014). Calidad de los pastos tropicales y productividad animal. Logros y Desafíos de la Ganadería Doble Propósito. Fundación GIRARZ. Maracaibo, Zulia. Venezuela. Capítulo XXIV: 235-245.
- Arteaga, J. (2016). Producción y calidad forrajera de la mezcla *Brachiaria brizantha* -*Pueraria phaseoloides* a dos edades de descanso con fertilización. Escuela Politécnica del Ejército ESPE. Santo Domingo, Ecuador. pp. 1-49.
- Barén y Centeno, (2017). Valores nutritivos del pasto Cuba OM-22 (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum*), sometido a cuatro intervalos de corte en el valle del río carrizal. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí ESPAM. Calceta. Manabí, Ecuador. pp. 1-67.
- Carrilho, P., J. Alonso, L. Santos y R. Sampaio. (2012). Comportamiento vegetativo y reproductivo de *Brachiaria decumbens* vc. *Basilisk* bajo diferentes niveles de sombra. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 46(1): 85-90.
- Cerdas, R. (2011). Programa de fertilización de forrajes. Desarrollo de un módulo práctico para técnicos y estudiantes de ganadería de Guanacaste, Costa Rica. InterSedes de Investigaciones agrícolas. Revista electrónica de sedes regionales de la Universidad de Costa Rica. Vol. XII. N°. 24 pp. 109-128.
- Díaz, J. y Manzanares, E. (2008). Producción de biomasa de *Panicum maximum* cv Mombasa a tres frecuencias de corte y dos condiciones ambientales (con y sin árboles), en la hacienda “Las Mercedes”, Managua, Nicaragua. Tesis Universidad Nacional Agraria. Facultad de Ciencia Animal. p. 35.
- Encinozo, O., S. Camacaro, L. Pinto y L. Ríos. (2017). Efecto de la presencia de sombra en áreas de pastoreo de ovinos. 1. Selección de especies forrajeras. *Pastos y Forrajes* 40(1): 65-72.
- INAMHI. (2022). Datos de precipitación y temperatura. Red de estaciones meteorológicas e hidrológicas del Ecuador. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Disponible en: <https://inamhi.wixsite.com/inamhi/novedades>. Fecha de consulta: octubre 2023.



- INEC. (2022). Tabulados de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC 2022. Disponible en: [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac-2022/Tabulados%20ESPAC%202019.xlsx](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2022/Tabulados%20ESPAC%202019.xlsx). Fecha de consulta: octubre 2023.
- Jácome, L. y M. Ramírez. (2021). Incidencia del sombreado, biorreguladores y bioestimulantes en el desarrollo y rendimiento del pasto Mombaza (*Panicum maximum* Jacq). Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ) 38:382-403.
- Jank, L. (1995). Melhoramento e seleção de variedades de *Panicum maximum*. Anais do 12 Simpósio sobre Manejo da Pastagem. FEALD. Ed. Peixoto, A.M.; De Moura, J.C.; y De Faria, U.P.C.P. 329, A.V. Carlos Botelho, 1025, 13400-970, Piracicaba, SP. Brasil. pp. 21-58.
- Maza, W. (2015). Evaluación de tres especies forrajeras: Rye grass inglés (*Lolium perenne*) pasto azul (*Dactylis glomerata* L.) y trébol blanco (*Trifolium repens*) en dos pisos altitudinales del cantón Loja. Universidad de Loja, Ecuador. Obtenido de <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/11584/1/TESIS%20WILMER%20ALCIDES%20MAZA%20CHAMBA.pdf>
- Milera, M. (2013). Contribución de los sistemas silvopastoriles en la producción y el medio ambiente. Avances en Investigación Agropecuaria 17(3): 7-24.
- Moscoso, C. (2016). Determinación de la respuesta forrajera al uso de dos fuentes de Nitrógeno, Fósforo y Potasio (Gallinaza y un Fertilizante Completo) en potreros establecidos de Kikuyo, mejorados con Rye grass y Trébol blanco. Universidad de Cuenca, Ecuador. En línea: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/25581/3/Tesis.pdf>.
- Navarro, O. e I. Corpas. (2012). Evaluación de diferentes frecuencias de corte en guinea Mombaza, bajo condiciones de sol y sombra natural influenciada por el dosel del campano, Sucre. Revista Colombiana Ciencia Animal 4(2): 377-395.
- Obispo, N., Y. Espinoza, J. Gil, F. Ovalles y M. Rodríguez. (2008). Efecto del sombreado sobre la producción y calidad del pasto guinea (*Panicum maximum*) en un sistema silvopastoril. Zootecnia Tropical 26(3): 285-288.
- Obispo, N., Y. Espinoza, J. Gil, F. Ovalles, E. Cabrera y M. Pérez. (2013). Relación de la proporción de sombra en el potrero con el rendimiento, calidad del forraje y ganancia diaria de peso en novillos. Revista Científica FCV-LUZ 23(6): 531-536.
- Patiño, G., Salcedo R. y Navarro O. (2018). Calidad nutricional de Mombasa y Tanzania (*Megathyrsus maximus*, Jacq.) manejados a diferentes

frecuencias y alturas. Universidad de Sucre, Colombia. Vol 28. N° 1 pp. 27-37. DOI: <https://doi.org/10.21615/cesmvz.13.1.2>.

- Ramírez, M., A. Urdaneta, V. Urdaneta y D. García. (2017). Efecto de los tratamientos pregerminativos en la emergencia y en el desarrollo inicial del cotoperiz (*Talisia oliviformis*). Pastos y Forrajes 40(1): 16-22.
- Rendón, C. y Villeda, B. (2017). Evaluación de parámetros productivos y agronómicos del pasto Mombasa con cuatro periodos de aplicación de fertilizantes en la época de verano. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. pp. 1-36.
- Tovar, C. (2016). Variables morfológicas y de composición nutricional en dos cortes del pasto (*Megathyrsus maximus*) sometido a una altura y diferentes frecuencias de corte e intensidad lumínica en condiciones de sabanas de Sucre, Colombia. pp. 41-42.
- Viñan, J. (2008). Evaluación de diferentes niveles de humus en la producción de *Lolium perenne* explotada en el cantón Guano, provincia de Chimborazo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba – Ecuador.






**Edad óptima de corte  
en Pasto Cuba OM - 22  
(*Pennisetum sp*) en la  
producción de biomasa  
en el trópico húmedo**





## Edad óptima de corte en Pasto Cuba OM - 22 (*Pennisetum sp*) en la producción de biomasa en el trópico húmedo

### *Optimal mowing age of Cuba OM - 22 (*Pennisetum sp*) in biomass production in the humid tropics*

Mendoza Vélez, Carlos   Ronquillo Narváez, Estefany    
Fernando <sup>1</sup> Ximena <sup>1</sup>  
Jumbo Romero, Pablo Aníbal <sup>1</sup>  

<sup>1</sup> Ecuador, Santo Domingo, Instituto Superior Tecnológico Tsachila

 DOI / URL: <https://doi.org/10.55813/egaea.cl.44>

**Resumen:** El objetivo fue determinar la edad de corte óptima en producción de biomasa (50, 60, 70 días) en el pasto Cuba OM- 22 (*Pennisetum sp*). La investigación tuvo una duración de 133 días partiendo de los meses de julio hasta noviembre de 2021 considerándose época seca de acuerdo a datos del INAMHI, se conformó en 3 tratamientos y 7 repeticiones dando un total de 21 unidades experimentales, el diseño que se utilizó fue un DBCA. El estudio se lo realizó mediante el análisis de varianza (ANOVA) y la separación de las medias de Tukey. El tratamiento que obtuvo los mejores resultados es el T3 (70 días) con las siguientes variables altura del pasto 2,71 cm, peso del pasto 17,01 kg m<sup>-2</sup>, ancho de hoja 3,4 cm, largo de hoja 1,45 cm, producción por hectárea 170.100 kg ha<sup>-1</sup> y fibra 36,71 %. En lo que respecta materia seca el mejor resultado lo obtuvo el T2 (60 días) con un resultado de 36480,8 kg ha<sup>-1</sup> y proteína el T1 (50 días) con 13,98% quedando, así como los mejores tratamientos con respecto al análisis de varianza, lo cual queda comprobado que la edad de corte si influye el en porcentaje de proteína en el pasto Cuba OM-22 (*Pennisetum sp*).

**Palabras clave:** Días de corte, Análisis bromatológicos, Biomasa tema.

#### **Abstract:**

The objective was to determine the optimum cutting age for biomass production (50, 60, 70 days) in Cuba OM-22 (*Pennisetum sp*). The research had a duration of 133 days from July to November, considering the dry season according to INAMHI data. It consisted of 3 treatments and 7 replications giving a total of 21 experimental units, the design used was a DBCA. The study was carried out using analysis of variance (ANOVA) and Tukey's mean separation. The treatment that obtained the best results was T3 (70 days) with the following variables: grass height 2,71 cm, grass weight 17,01 kg m<sup>-2</sup>, leaf width 3,4 cm, leaf length 1,45 cm, production per hectare 170100 kg ha<sup>-1</sup> and fiber 36,71 %. Regarding dry matter, the best result was obtained by T2 (60 days) with a result of 36480.8 kg ha<sup>-1</sup> and protein by T1 (50 days) with 13,98%, thus being the best treatments with respect to the analysis of variance, which proves that the age of cutting does influence the percentage of protein in Cuba OM-22 grass (*Pennisetum sp*).



**Keywords:** Cutting days, Bromatological analysis, Biomass.

### 3.1. Introducción

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], (2018), las cifras actuales estiman que el 26% de la superficie terrestre mundial y el 70% de la superficie agrícola mundial están cubiertos por praderas, que contribuyen a la subsistencia de más de 800 millones de personas, son una fuente importante de alimentación para el ganado, el rápido aumento de la población, junto con los efectos del cambio climático, ha aumentado la presión sobre los pastizales del mundo, en particular en ambientes áridos y semiáridos.

Los pastos de corte para las regiones de trópico se comercializan en Colombia popularmente e indiscriminadamente con los siguientes nombres Elefante, Sorgo o Mijo, Mijo Perla, Pampa Verde, Indú o Camerún, King grass, Imperial, Morado, Taiwán, Hawái, Gramalote, Maralfalfa, Brasil y Cuba 22, entre otros ya que son la base fundamental de todo programa de alimentación en ganadería de trópico, puesto que proveen al animal de nutrientes como carbohidratos, proteína, aminoácidos, minerales y vitaminas, entre otros. Es un alimento muy completo, pero al mismo tiempo el más económico de toda la dieta para un bovino (Rua, 2015).

Jervis (2010), menciona que en Ecuador los sistemas de producción de ganado bovino dependen casi totalmente de los recursos forrajeros bajo pastoreo, los pastizales son el recurso disponible más abundante y barato para alimento de los animales. Por otra parte, de la superficie nacional con pastos, a la Región Costa le corresponde el 56,64%, a la Región Sierra el 28,43% y a la Región Oriental y Zonas no Delimitadas el 14,94%, por superficie son Saboya con 1.147.091 ha, otros pastos 639.915 ha, pasto miel 182.532 ha, gramalote 167 519 ha, Brachiaria 132.973 ha y raigrás 104.475 ha.

La provincia de Manabí cuenta con la mayor superficie de labor agropecuaria de las cuales 765.625 hectáreas, corresponden a pastos cultivados y naturales, concentrándose el mayor número de cabezas de ganado vacuno con 879.592, lo que representa el 21,31 % del total nacional siendo consumidos de tal manera; pasto verde 93,3%, ensilaje 1,5%, heno 0,7%, banano 1%, balanceado 0,2% y otra 3,4% (Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua [ESPAC], 2017).

Según Peñaherrera (2015), manifiesta en su tema de investigación “Producción y calidad forrajera de pasto Saboya (*Panicum máximum Jacq*) a diferentes edades y alturas de corte”, cultivado en Santo Domingo de los Tsáchilas, Parroquia Luz de América, en la evaluación realizada en el periodo de tiempo de 20, 30, 40, 50 y 60 días, que el mayor contenido de proteína tiene la interacción



20 cm de altura de residuo x 20 días de descanso con una media de 12,90% y el menor contenido de proteína tiene las interacciones 40 cm de altura de residuo x 50 días de descanso con media de 7,49%.

## 3.2. Materiales y métodos

### 3.2.1. Ubicación y duración

La parte experimental del proyecto se realizó en el rancho La Primavera comunidad el Rosario perteneciente a El Carmen, Manabí - Ecuador, situada a una altitud de 200 – 300 msnm la zona se considera trópico húmedo. El trabajo de campo tuvo una duración de 133 días partiendo con la siembra desde los meses de julio hasta noviembre considerándose época seca de acuerdo a datos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2018).

### 3.2.2. Métodos, enfoque y técnicas de investigación

En la presente investigación se utilizó el método experimental a campo abierto con pasto Cuba OM-22 (*Pennisetum sp*) con riego y fertilización de forma convencional.

El factor de estudio fue la edad de corte del pasto Cuba OM- 22 (*Pennisetum sp*) ya que se determinó la edad óptima para el corte en el cual se pudo identificar su valor nutritivo y su cantidad de biomasa por hectárea.

### 3.2.3. Variables respuestas

**Determinación de la biomasa forrajera por hectárea:** La cantidad de forraje se determinó por hectárea tomando como referencia un m<sup>2</sup> el cual fue sometido a la toma de datos como peso y altura utilizando una cinta métrica y una balanza digital.

**Altura de la planta:** Se determinó al momento de la primera cosecha, registrando los datos desde el nivel del suelo hasta el último trifolio.

**Producción materia seca (%):** Se determinó mediante análisis bromatológicos con los cuales obtuvo que tratamiento fue el mejor.

**Producción materia verde (kg ha<sup>-1</sup>):** Para obtener la producción de materia verde se determinó mediante un marco de tubo de pvc con la medida de un m<sup>2</sup> que se colocó dentro del pasto para pesar lo que abarcaba dentro del cuadro.

**Análisis bromatológicos:** Se realizó un análisis bromatológico para la determinación de proteína, fibra y materia seca que se obtendrá de los distintos cortes en las edades determinadas.

### 3.2.4. Diseño experimental

Se utilizó un diseño DBCA con tres tratamientos y siete repeticiones con lo que se obtuvo 21 unidades experimentales. La unidad experimental se conformó de 4 m<sup>2</sup>, con un área total de 84 m<sup>2</sup>, donde el registro de datos se realizó en el centro de la parcela, a continuación, se muestra el esquema del ADEVA.

### 3.2.5. Análisis estadístico

Los datos fueron sometidos a análisis de varianza (ADEVA) y la separación de medias con la prueba de Tukey al 5% de probabilidades de error. Además, se realizaron análisis de correlación y regresión.

### 3.2.6. Manejo específico del experimento

Se realizó la limpieza del área y se continuó con la división de las parcelas con un área de 4 m<sup>2</sup>, se arado el suelo, se trató la semilla, el corte de igualación se realizó a los 50 días, se continuó con los riegos de parcelas ya que el trabajo de campo se llevó a cabo en los meses de julio hasta noviembre 2021, los cuales son considerados como época seca, se prosiguió con una fertilización química cada 15 días con abono completo y una orgánica cada 8 días con abono orgánico “biol”, los intervalos de corte fueron de 50, 60, 70 días.

Para realizar cada corte se utilizó un marco de tubo pvc con medida de un m<sup>2</sup> que fue colocado dentro de cada parcela cosechando solo el pasto que quedó dentro de él, para luego ser sometidos a pesos y medidas utilizando una cinta métrica, balanza digital, por ende, recolectar datos que fueron utilizados en el proceso de tabulación. Cada tratamiento tuvo 10 días de diferencia entre cortes, cada uno de ellos fue sometido a un reposo de 6 horas antes de ser llevados al laboratorio para su respectivo análisis bromatológico.

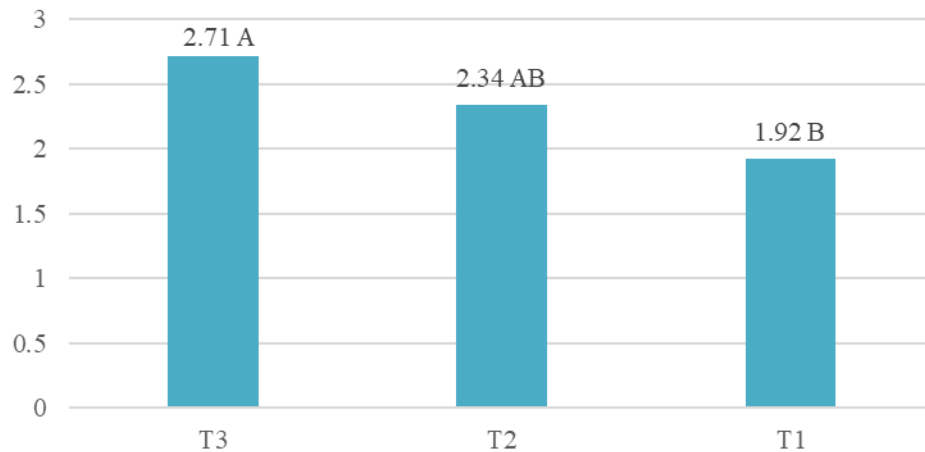
## 3.3. Resultados

### 3.3.1. Altura de planta

En la Figura 1, se observa que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, dando mejor respuesta el T3 (2,71 cm) seguido del T2 (2,34 cm) y por último el T1 (1,92 cm).

**Figura 1**

*Altura de la planta (cm)*



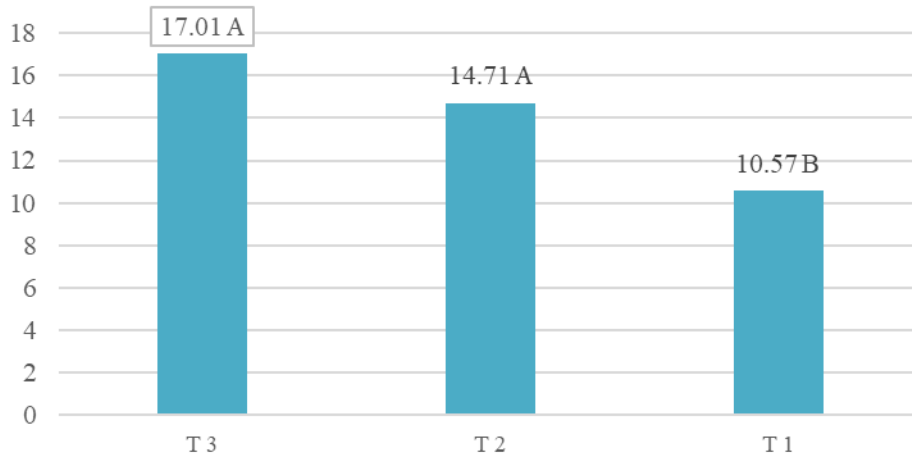
**Nota:** Autores (2024)

### 3.3.2. Peso materia verde

En la Figura 2, se puede apreciar diferencias altamente significativas entre los tres tratamientos obteniendo el mejor rendimiento en el T3 (17,01 kg m<sup>2</sup>), seguido el T2 (14,71 kg m<sup>2</sup>) y como último el T1 con un resultado inferior de 10,57 kg m<sup>2</sup>.

**Figura 2**

*Peso de materia verde (kg/m2)*



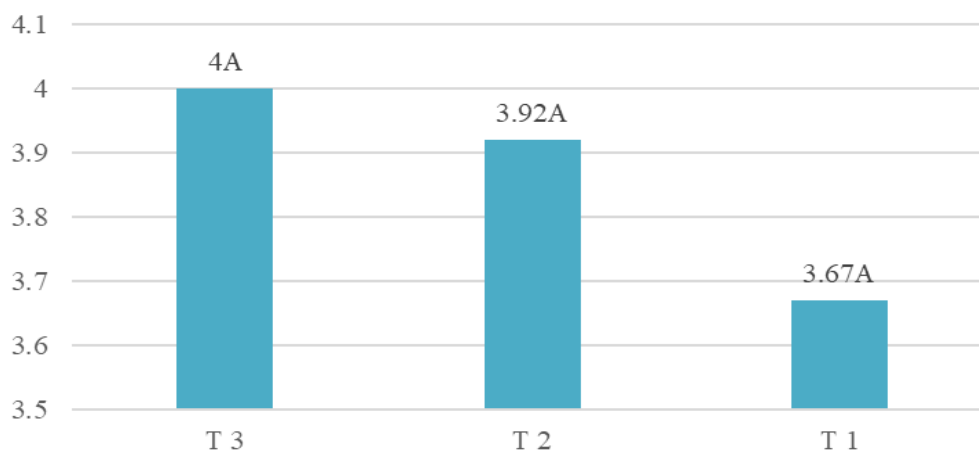
**Nota:** Autores (2024)

### 3.3.3. Ancho de hoja

En la Figura 3, se puede apreciar que existe diferencias altamente significativas entre los tres tratamientos obteniendo el mejor rendimiento en el T3 (17,01 kg m<sup>2</sup>), seguido el T2 (14,71 kg m<sup>2</sup>) y como último el T1 con un resultado inferior de 10,57 kg m<sup>2</sup>.

**Figura 3**

Ancho de hojas (cm)



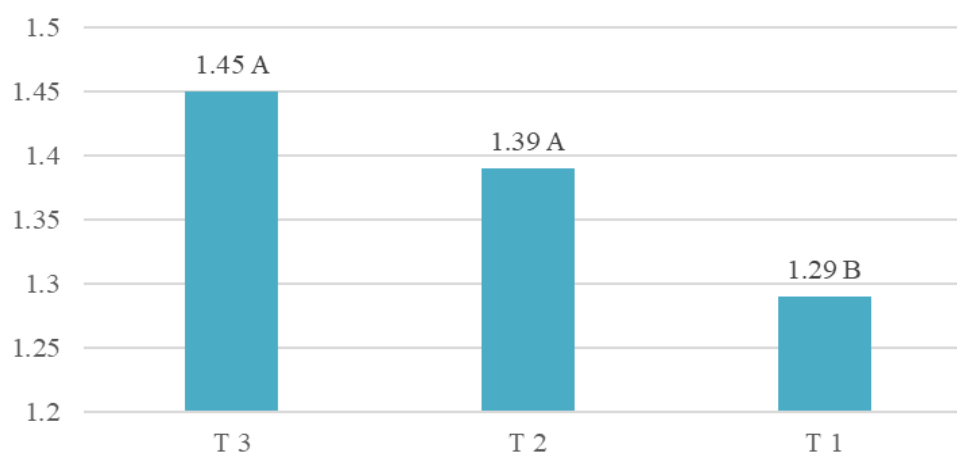
**Nota:** Autores (2024)

### 3.3.4. Largo de hoja

La Figura 4 muestra que en la variable ancho de hojas (cm) según el análisis de varianza no existe diferencia significativa entre tratamientos ya que se puede observar similitud en el porcentaje dando como resultado un T3 (4cm), seguido por T2 (3,92 cm) y un T1 (3,67 cm) debido a que la morfología de la hoja no es ancharse si no extenderse.

**Figura 4**

Largo de hojas (cm)



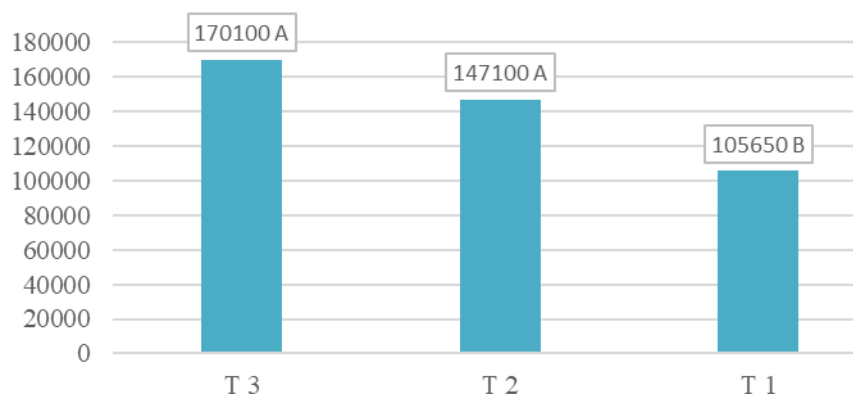
**Nota:** Autores (2024)

### 3.3.5. Producción por hectárea ( $\text{kg ha}^{-1}$ )

En la Figura 5, se observa que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos T3 ( $170100 \text{ kg ha}^{-1}$ ) y T2 ( $147100 \text{ kg ha}^{-1}$ ) con respecto al T1 ( $105650 \text{ kg ha}^{-1}$ ).

**Figura 5**

*Producción por hectárea ( $\text{kg ha}^{-1}$ )*



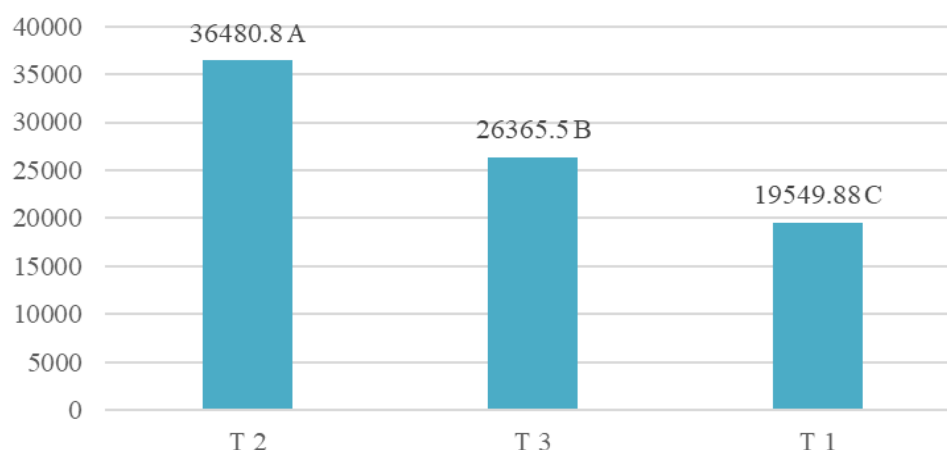
**Nota:** Autores (2024)

### 3.3.6. Porcentaje de materia seca ( $\text{kg ha}^{-1}$ )

En la variable porcentaje de materia seca presentado en la Figura 6, se observa que existe diferencia altamente significativa entre tratamientos dando la mejor respuesta el T2 (60 días) con  $36480,8 \text{ kg ha}^{-1}$ , seguido del T3 (70 días) con  $26365,5 \text{ kg ha}^{-1}$  y por último el tratamiento T1 (50 días) con  $19549,88 \text{ kg ha}^{-1}$ .

**Figura 6**

*Porcentaje de materia seca ( $\text{kg ha}^{-1}$ )*



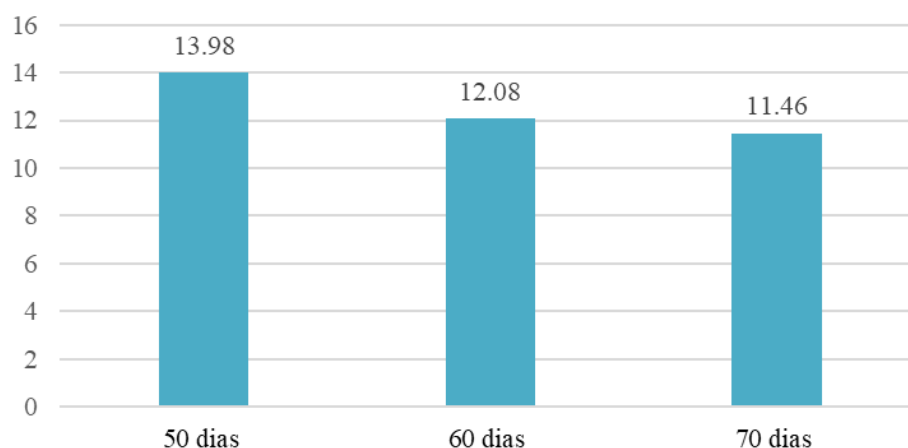
**Nota:** Autores (2024)

### 3.3.7. Porcentaje de proteína

En la Figura 7, se muestra el mejor porcentaje de proteína en el T1 (50 días) 13,98 %, seguido por el T2 (60 días) 12,08 % y T3 (70 días) 11,46 % admitiendo que a mayor edad menor proteína.

**Figura 7**

*Porcentaje de proteína (%)*



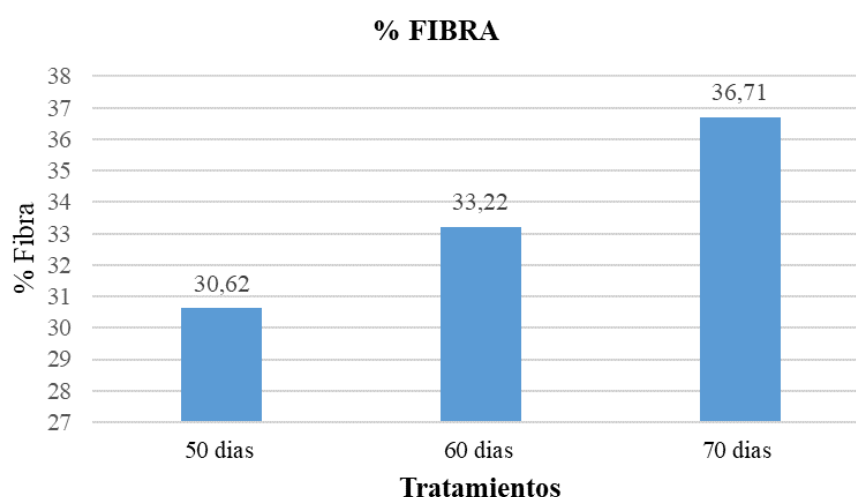
**Nota:** Autores (2024)

### 3.3.8. Porcentaje de fibra

En la Figura 8, se observa que el mayor porcentaje de fibra se encuentra en el T3 (70 días) con un total de 36,71% seguido T2 (60 días) 33,22% y el T1 (50 días) 30,62%.

**Figura 8**

*Porcentaje de fibra*



**Nota:** Autores (2024)



### 3.4. Discusión

#### 3.4.1. Altura de la planta (cm)

Los resultados obtenidos por Herrera (2010), en su trabajo de investigación “Modelos de acumulación de biomasa y calidad en las variedades de hierba elefante, Cuba CT-169, OM – 22 y King grass durante la estación lluviosa en el occidente de Cuba” la altura de pasto (Cuba OM-22) en cada uno de los tratamientos fue de 2,57 m, 3,18 m, 3,45 m y 3,93 m de altura a los 45, 60, 75 y 90 días al corte respectivamente debido a que las monocotiledóneas pueden alcanzar una altura hasta de 3,0 m.

Según Pastrana y Rivas, (2015), en su trabajo de investigación “Caracterización fenotípica de dos variedades de pastos, Cuba OM-22 y (*Pennisetum purpureum*) Cuba CT-169, en condiciones del trópico seco” afirman que el crecimiento y calidad de los pastos puede variar considerablemente de acuerdo con el manejo a que se someten, con efectos favorables o no según la especie de planta y las condiciones edafoclimáticas. Otros factores como la edad, altura de corte y fertilización mineral se encuentran entre los componentes que más determinan en las condiciones del trópico.

#### 3.4.2. Peso de materia verde (kg m<sup>-2</sup>)

Para Andrade (2008), citado por Barén y Centeno, (2017), en su trabajo de investigación “Valores nutritivos de pasto Cuba OM-22 (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum*) sometidos a cuatro intervalos de corte en el valle del río Carrizal” demostraron que la producción de biomasa tanto a los 70 como a los 90 días reflejó una gran capacidad productiva con medias generales de 110225,8 kg ha<sup>1</sup> y 125104,1 kg ha<sup>1</sup> respectivamente.

Según la investigación de Cerdas et al, (2021) establecieron que las dosis crecientes de nitrógeno causaron un incremento en la producción de biomasa verde en relación con aplicar 50 kg N por hectárea, de 28 %, 157 % y 159 % con 100, 150 y 200 kilogramos de nitrógeno por hectárea, a los 56 días de rebrote luego del corte de uniformidad. Pero entre las dosis de 150 kg N y 200 kg N por hectárea no existió diferencia significativa, en la producción de biomasa verde, la mejor dosis de fertilizante fue de 150 kg N ha<sup>-1</sup>.

#### 3.4.3. Ancho de hojas (cm)

Según Palma y Raudez, (2018), mencionan en su trabajo de investigación “Caracterización de dos cultivares de *Pennisetum sp*. Cuba CT-169 (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum tiphoides*) y Cuba OM-22 (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum*)” que la variable ancho de hoja va en aumento para los pastos Cuba CT-169 y Cuba OM-22, encontrando diferencias significativas en

todo el periodo de estudio , con un ancho mínimo de 1,6 cm para el pasto Cuba OM-22 y 1,4 cm para Cuba CT169 (7 días después de la siembra), con un máximo de ancho de hoja de (4,9 cm) para el CT169 y para el Cuba OM-22 de (6 cm) alcanzado a los 91 días.

#### 3.4.4. Largo de hojas (cm)

Desde el punto de vista de Palma y Raudez (2018), argumentan que para la variable largo de hojas observaron un crecimiento ascendente para el pasto CT-169 y Cuba OM-22.

#### 3.4.5. Producción por hectárea (kg ha<sup>-1</sup>)

Según Barén y Centeno (2017), los mayores resultados en producción de biomasa se dieron en el corte a los 90 días, alcanzando rendimientos de 52,46 kg ha<sup>-1</sup>, lo que es igual a 524.600 kg ha<sup>-1</sup>, el de menor rendimiento 27 kg ha<sup>-1</sup> o 270.000 kg ha<sup>-1</sup> fue para el corte a los 45 días debido a la edad de corte, a mayor tiempo mayor volumen de pasto.

En datos obtenidos por Vargas y Carvajal (2023) en su investigación “Productividad del pasto Cuba OM-22 bajo diferentes densidades de siembra y frecuencias de cosecha” en donde se evaluaron tres densidades de siembra, definidas por las distancias entre surcos, las cuales fueron: 70 cm (4375 kg biomasa ha<sup>-1</sup>), 85 cm (3.750 kg biomasa ha<sup>-1</sup>) y 100 cm (3125 kg biomasa ha<sup>-1</sup>) y dos frecuencias de cosecha, a los 45 y 70 días después del corte de uniformidad (DDU).

Olarte et al, (2022) manifiestan en su investigación sobre el “Efecto de la producción forrajera de pasturas nativas e introducidas sobre la producción de leche en la amazonia colombiana” hallaron diferencias significativas, para el pasto *P. purpureum* cv OM22 con 3.790 kg MS ha<sup>-1</sup> mayor al resto de pastos evaluados, seguido del pasto *B. brizantha* cv Toledo, y *B. ruziziensis* con 3.033 1 y 2.340 kg MS ha<sup>-1</sup> respectivamente, en contraste, el pasto con menor media de producción fue *Ischaemum indicum* con 829,33 kg MS ha<sup>-1</sup>. Igualmente, la precipitación presentó diferencia significativa sobre la producción de forraje (kg MS ha<sup>-1</sup>).

#### 3.4.6. Porcentaje de materia seca (kg ha<sup>-1</sup>)

Sotomayor (2017), menciona en su trabajo de investigación que el mejor tratamiento fue el T4 (60 días) con un porcentaje de materia seca de (39,25 %) utilizando fertilizante orgánico (Biol). González (2016), en su trabajo de investigación “Rendimiento del pasto King grass (*pennisetum purpureum* l. x *pennisetum typhoides*) con cuatro fórmulas de abonamiento” expresa que la producción de materia seca del forraje King Grass, la obtuvo en el tratamiento

(T3) que recibió como abono la fórmula (227-25-203) para producir 14 t ha<sup>-1</sup>) es la que tiene mayor materia seca con un 2,68 kg ha<sup>-1</sup>.

### 3.4.7. Porcentaje de proteína (%)

Arias (2015), afirma en su tesis basada en “Comportamiento agronómico y valor nutricional de tres variedades de pastos (*Pennisetum sp*)” presentó mayor valor de proteína con 14,67 %, Cuba Ct-115 con 11, 69 % y superiores al King Grass Morado con 6,81 % para las épocas de corte se encontró que a los 60 días obtuvieron el mayor porcentaje con 11,12 %. Los menores porcentajes con cortes a los 40 días fueron de 11,02 % y 50 días con 11,02 %.

Para Pastrana et al, (2015), en la prueba de significación estableció que, el corte de 45 días del pasto Cuba OM -22 alcanzó el mayor porcentaje de proteína cruda con un valor de 20,31% y el menor 15,98% para el corte a los 90 días.

La investigación realizada por Morocho et al, (2023) menciones en el análisis proximal y paredes celulares, el corte realizado a los 30 días registró un mayor contenido proteico, buena fracción mineral, menor porcentaje de fibra y sus componentes, además de un óptimo contenido de grasa; mientras que los cortes efectuados a los 45 y 60 días se vieron afectados por la madurez del híbrido, presentando parámetros no muy lejanos a los mostrados en los 30 días, demostrando que la edad de corte influye sobre la bondad nutritiva del pasto.

De acuerdo con Herrera, (2010), en su trabajo de investigación “Modelos de acumulación de biomasa y calidad en las variedades de hierba elefante, Cuba CT-169, OM – 22 y King grass durante la estación lluviosa en el occidente de Cuba” en lo que respecta a fibra del pasto Cuba OM-22 el mayor porcentaje se obtuvo a los 90 días con 37,92% y el de menor contenido fue de 32,19% a los 45 días, demostrando en su morfología que a más edad mayor fibra.

Los resultados obtenidos por Condori et al, (2018) en la fibra cruda obtenida bajo la producción en diferentes ambientes con la aplicación de biol bovino, muestra resultados similares, siendo el valor más alto de 26.73% en carpa y 20% de biol bovino, el valor más bajo fue de 22.41% para el mismo ambiente con la incorporación 40% de biol bovino.

## 3.5. Conclusiones

Se determinó que la mayor producción (kg ha<sup>-1</sup>) de materia verde en el pasto Cuba OM-22 fue en el T3 (70 días) con una producción de (170.100 kg ha<sup>-1</sup>) lo cual se comprueba que es el tiempo adecuado para obtener la mejor producción del forraje verde.

El mayor porcentaje de proteína en materia seca fue en el T1 (50 días) con 13,98% seguido, por el T2 (60 días) con 12,08 % y como porcentaje inferior el T3 (70 días) con 11,46%.

Los análisis bromatológicos en las diferentes etapas de corte (50, 60, 70 días) determinaron un intervalo óptimo de corte del pasto Cuba OM-22 (*Pennisetum sp*).

## Referencias Bibliográficas

- Arias, J. (2015). Comportamiento agronómico y valor nutricional de tres variedades de pastos *Pennisetum sp*. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/252/6/T-UTB-FACIAG-AGROP-000024.pdf>
- Barén, J. y Centeno, L. (2017). Valores nutritivos de pasto Cuba OM-22 (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum*) sometido a cuatro intervalos de corte en el valle del río Carrizal. Calceta. <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/649/1/TA70.pdf>
- Cerdas, R.; Vidal, E. y Vargas, J. (2021). Productividad del pasto Cuba OM-22 (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum*) con distintas dosis de fertilización nitrogenada. InterSedes, 22(45), 136-161. DOI 10.15517/isucr.v22i45.47069. ISSN 2215-2458. <http://dx.doi.org/10.15517/isucr.v22i45.47069>.
- Condori, S., Ruiz, P., Ticona, O. y Chipana, G. (2018). Eficiencia del uso del agua y características bromatológicas de maralfalfa (*Pennisetum sp.*) bajo la aplicación de biol bovino en la Estación Experimental Choquenaira. Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales, 5(2), 68-80. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S240916182018000200009&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S240916182018000200009&lng=es&tlng=es)
- Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) - Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC), (2017). Ganado Bovino. Consultado en línea (julio 14 del 2016). Disponible en: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/procesador-de-estadisticas-agropecuarias-3/>.
- FAO (2018). AGP - Praderas, pastizales y cultivos forrajeros. <https://goo.gl/CsVaKw>
- Herrera, R. (2010). Modelos de acumulación de biomasa y calidad en las variedades de hierba elefante, Cuba CT-169, OM – 22 y King grass

- durante la estación lluviosa en el occidente de Cuba. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 44, 189.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI. (2018). Plan Anual Terminado 2018. [http://www.serviciometeorologico.gob.ec/Lotaip/Planificacion/2018/DICIE MBRE/GPR\\_2018.pdf](http://www.serviciometeorologico.gob.ec/Lotaip/Planificacion/2018/DICIE MBRE/GPR_2018.pdf).
- Jervis, M. (2010). Manejo de pastos tropicales. II seminario internacional de agresología. Quito, 22 y 23 julio.
- Morocho, G.; Toalombo, P.; Guevara, H y Jiménez, S. (2023) Evaluación del potencial forrajero y composición nutricional del pasto híbrido Cuba OM-22 (*Pennisetum purpureum* Schumach x *Pennisetum glaucum* L.) a tres edades de corte. Archivo Zootenia. 72 (278): 128-142. <https://www.uco.es/ucopress/az/index.php/az/>
- Olarte, I., Martínez, R., Motta, P., Herrera, W., Medina, E. y Toledo, V. (2022). Efecto de la producción forrajera de pasturas nativas e introducidas sobre la producción de leche en la Amazonia Colombiana. Revista Facultad de Ciencias Agropecuarias -FAGROPEC. Universidad de la Amazonia. Vol. 14 (1), <https://doi.org/10.47847/fagropec.v14n1a1>
- Palma, D. y Raudez, M. (2018). Caracterización de dos cultivares de *Pennisetum sp.* cuba CT-169 (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum tiphoides*) y Cuba OM-22 (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum*)
- Pastrana, C. R., Alonso, L., Ríos, M., Reyes, N., y Mendieta, B. (2015). Caracterización fenotípica de dos variedades de pastos, *Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum* (Cuba OM-22 y *Pennisetum purpureum* (Cuba CT-169), en condiciones del trópico seco, El Plantel 2014. (Tesis de grado) Universidad Nacional Agraria <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf01p293.pdf>
- Peñaherrera, A. (2015). "Producción y calidad forrajera de pasto saboya (*Panicum máximum* Jacq) a diferentes edades y alturas de corte". (Tesis de Grado) Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/10228>.
- Rua, M. (2015). Pastos de corte para el trópico. Artículo técnico-ganadería de carne. Cultura empresarial ganadera, Colombia [https://www.engormix.com/ganaderia/pasturas-tropicales/pastos-corte-tropico\\_a27580/](https://www.engormix.com/ganaderia/pasturas-tropicales/pastos-corte-tropico_a27580/)
- Sotomayor, B. (2017). Aplicación de varias concentraciones de bio fermentados enriquecidos con nitrógeno como abono foliar para la producción de pastos (Cuba OM-22 y Cuba CT169) en la zona de Vines. (Tesis de Grado) Universidad de Guayaquil.

Vargas, J. C. y Carvajal, I. (2023) Productividad del pasto Cuba OM-22 bajo diferentes densidades de siembra y frecuencias de cosecha. InterSedes, 24(49), 216-237.



## **Manejo de King Grass (*Pennisetum purpureum*), como alternativa para el sector ganadero**





## Manejo de King Grass (*Pennisetum purpureum*), como alternativa para el sector ganadero

### *Management of King Grass (Pennisetum purpureum), as an alternative for the livestock sector*

Montero De la Cueva, José   Chica Solórzano, Holger Froilán <sup>1</sup>    
Vicente <sup>1</sup>

Cárdenas Carrión, Jorge Adrian <sup>1</sup>  

<sup>1</sup> Ecuador, Santo Domingo, Instituto Superior Tecnológico Tsachila

 DOI / URL: <https://doi.org/10.55813/egaea.cl.45>

**Resumen:** Esta investigación se realizó con la finalidad de aportar información para los productores ganaderos de la zona de Santo Domingo sobre alternativas forrajeras, para mejorar la producción ganadera, donde se evaluó la composición bromatológica y comportamiento agronómico de dos variedades de King Grass (*Pennisetum purpureum*) y el comportamiento del pasto a los 60 días de corte. El ensayo fue una comparación de dos variedades de *Pennisetum*. Los datos fueron procesados mediante Student. El mejor porcentaje de proteína lo presentó la V2 (King grass morado) con el 13,31 % y la V1 (King grass verde) con el 12,4%, con respecto al porcentaje de fibra la V1 obtuvo el 38,46% y la V2 el 34,6%, en la altura de planta la V1 presentó mejores resultados con 165,33 cm con respecto a la V2 con 126,07 cm, en cuanto a la producción de biomasa a los 60 días de corte la V1, obtuvo 9.223 kg ha<sup>-1</sup> de MS, en comparación al V2 con 8.454 kg<sup>-1</sup> de MS a los 60 días, por lo que podemos analizar que en cuanto a producción de biomasa el King grass verde presenta mejores resultado, pero el King grass morado presenta porcentajes de proteína más elevados.

**Palabras clave:** Forraje verde, Proteína, Fibra.

#### **Abstract:**

This research was carried out with the purpose of providing information for livestock producers in the Santo Domingo area on forage alternatives, to improve livestock production, where the bromatological composition and agronomic behavior of two varieties of King Grass (*Pennisetum purpureum*) and the behavior of the grass after 60 days of cutting. The trial was a comparison of two varieties of *Pennisetum*. The data were processed using Tstudent. The best percentage of protein was presented by V2 (purple King grass) with 13,31% and V1 (green King grass) with 12,4%, with respect to the fiber percentage, V1 obtained 38,46% and V2 34,6%, in plant height V1 presented better results with 165.33 cm compared to V2 with 126,07 cm, in terms of biomass production after 60 days of cutting V1, obtained 9223 kg ha<sup>-1</sup> of DM, compared to V2 with 8454 kg<sup>-1</sup> of DM at 60 days, so we can analyze that in terms of biomass production the green King grass presents better results, but the purple King grass It has higher protein percentages.

**Keywords:** Green fodder, Protein, Fiber.

## 4.1. Introducción

En el año 2021 la superficie plantada de pastos cultivados fue de 2381970 hectáreas; siendo la Saboya, pasto mixto y miel las más representativas a nivel nacional (Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC], 2022). León et al., (2018), manifiesta que la zona de Santo Domingo cuenta con una zona que dispone de una condición ecológica muy favorable para la producción de ganado tanto carne y leche, con 204000 hectáreas, que representan el 66% de la producción de pastos, pero lastimosamente los productores ganaderos no realizan un buen trabajo en el manejo de los pastizales y desconocen las bondades de estos ya que las condiciones del suelo y falta de abonos influyen en el crecimiento y producción.

Para la alimentación de animales herbívoros en granja, los pastos son la principal fuente de alimentación, y la más económica, con un buen manejo pueden proporcionar la calidad nutricional adecuada o necesaria para que desarrollen todas las funciones fisiológicas para una mejor producción, esto se puede dar por pastoreo, por corte, procesados como heno y ensilaje (Guerrero, 2012). Franco (2015), comenta que en la actualidad los ganaderos se ven con la necesidad de incrementar la capacidad de carga, mejorar la calidad de la alimentación de los animales en menor tiempo y a menor, esto se logra perfectamente con la implementación de cultivos forrajeros intensivos, ya sea con leguminosas arbustivas (*Cratylia argentea*), o con pastos de corte ya que lo constituyen especies de origen africano incluyendo las gramíneas, entre ellas las del género *Brachiaria* y de las de corte los del género *Pennisetum* respectivamente.

Los productores buscan alternativas disponibles que aporten volumen y a la vez calidad para la producción, para suplir las necesidades de la ganadería, una de estas alternativas son los pastos de corte como los *Pennisetum*, que se caracterizan por tener buena producción de biomasa y con cualidades bromatológicas aceptables, para la producción de carne y leche, pero para obtener estos altos índices productivos debemos considerar algunos factores como suelo, clima, prácticas culturales que ayuden a obtener mayor producción por hectárea (Arias, 2012).

Según Prudencio et al., (2020), la utilización de pastos de corte para la alimentación animal disminuye el desperdicio de forraje, optimizando su uso, lo cual no sucede con pastos para pastoreo, donde el desperdicio es alto si no se maneja un buen sistema de pastoreo, ya que elimina el sobrepastoreo, las plantas forrajeras de corte son de gran utilidad para producir mayor cantidad de biomasa sin causar afectaciones al medio ambiente. Cortes y Olarte (2018),

comenta que los pastos de corte juegan un papel muy importante en la alimentación animal ya que ayuda a incrementar la producción pecuaria sin afectar el medio ambiente o ecosistema, existen algunas especies forrajeras, las principales son del género *Pennisetum* con materiales como el pasto Elefante, King Grass morado o Camerún, King Grass, Gramalote y Maralfalfa.

El pasto King Grass (*Pennisetum purpureum*) es de origen africano, por su resistencia a climas cálidos se lo ha introducido en todas las regiones del trópico y subtropical, por su tamaño es considerado un pasto de corte para la alimentación de herbívoros, esencialmente en época seca, donde la cantidad y calidad de las praderas se comprimen a más del 50% de su potencial. Los pastos de corte tienen un potencial en la ganadería y se pueden alcanzar resultados de producción importantes brindando una alternativa viable para las ganaderías intensificando la producción. Es una elección buena para el complemento nutricional en el ganado y con muy buena apetencia, donde a base de investigaciones muestra que este es el resultado entre el cruce del pasto elefante, *Pennisetum sp.* (Cortes y Olarte, 2018)

El pasto King Grass (*Pennisetum purpureum*) se adapta muy bien en los climas tropicales, crece en matorrales, su tallo presenta forma cilíndrica y semileñosas, sus hojas tienen una longitud larga y un poco anchas sin vellosidades; la mayoría de los pastos son de coloración verde y sus estolones ayudan a que la propagación sea más rápida, debido al enraizamiento acelerado (León et al, 2018). Este pasto es una gramínea perenne que forma macollos, se desarrolla con un límite de 7 m de alto, formando numerosos tallos sólidos de 1 a 2,5 m de alto, las hojas miden aproximadamente de 1 m de largo y 4 cm de ancho, La inflorescencia es una espiga simple de cinco a 30 cm de largo, protegidas de espiguilla. En la espiguilla hay de uno a cinco flores y por lo general solo dos flores; la inferior esta estéril, la superior bisexual y fértil. Se cultiva numerosamente y es utilizada para corte, por su alto rendimiento, digestibilidad y valor nutritivo (Alarcón et al, 2014)

Ordaz et al. (2018), con su tema de investigación en la composición química del pasto King Grass (*Pennisetum purpureum Schumacher*), a diferente intervalo de corte observó que la máxima calidad del King Grass se registra si se cosecha a 60 d con 9,56% de proteína cruda, mientras que a 75 y 90 d presenta 8.70 y 8.42%, respectivamente por ende la calidad nutritiva del King Grass es variable y ha demostrado que el pasto King Grass es el cultivo del género *Pennisetum* con mayor rendimiento anual de materia seca (20 a 28 t ha<sup>-1</sup>) en comparación a otras variedades es decir que a mayor cantidad de fertilización con abonos orgánicos, se mostrarán mejores resultados en el valor nutricional ya que esta gramínea puede ser utilizada en ganadería como un pasto de corte por su alta producción de forraje y buen nivel nutricional ya que representa un material que ha demostrado en el tiempo ser un potencial que satisface tanto en volumen, calidad nutricional y contribución al desarrollo productivo de la ganadería.



Los ganaderos ven la necesidad de mejorar la capacidad de carga de sus hatos, para obtener rendimiento en su producción, por lo que la implementación de cultivos forrajeros, como leguminosas arbustivas, especies no convencionales como el botón de oro (*Tithonia diversifolia*), Morera (*Morus alba*) o con pastos de corte, pueden llegar a aumentar el número de animales por superficie y mayor producción sea tanto carne como leche, ya que evita el gasto de energía por parte de los animales durante el pastoreo, minimiza el desperdicio de forrajes, elimina el pisoteo y compactación del suelo (Cortes & Olarte, 2018). Según Alarcón et al., (2014), la producción de corte de este pasto se da entre 4 y 6 meses, bajo las investigaciones realizadas se hace el primer corte a los dos meses, este corte se puede realizar con machete o guadaña, procurando dejarlo en unos diez cm del suelo garantizando el crecimiento para el siguiente corte, puede llegar a producir entre 47,3 a 52,8 t ha<sup>-1</sup>, los cortes se realizan a una altura de 10 a 25 cm del suelo.

El pasto King grass, es un híbrido proveniente del *Pennisetum purpureum* x *Pennisetum typhoides*, se adapta a zonas desde el nivel del mar hasta los 2.200 m de altitud, con rangos de temperatura entre los 18 y 30 °C, con precipitaciones de al menos 1.000 mm anual, tolera muy bien la sequía, y una buena capacidad de rebrote a inicios de lluvias, prefiere suelos fértiles y francos, neutros o ligeramente ácidos, con buen drenaje, no tolera el exceso de humedad (Serrano & Salazar, 2010).

Según Chacón y Vargas (2010), el pasto king grass como cualquier otro pasto, el mayor porcentaje de proteína lo tiene a los 60 días que está apto para el consumo animal con un 9,56%, a los 75 días, con 8,70% y a los 90 días, con 8,42, aumentando la cantidad de fibra, por lo que recomienda suministrar a edades tempranas (60 días) para que el animal aproveche todos los nutrientes que este puede aportar. Rodríguez (2021), en su investigación manifiesta que el pasto king grass a los 60 días puede llegar a producir hasta 18,5 t ha<sup>-1</sup>, por corte y una producción de materia seca de 11,5 t ha<sup>-1</sup>

Arias (2012), recomienda para una mejor producción realizar un programa de fertilización con abonos orgánicos, para mejorar la calidad y cantidad de forraje, optimizando los beneficios principales como la fuente de alimentación, niveles de proteínas, energías, vitaminas, que proveen a la nutrición, siendo esencial para poder fomentar el desarrollo y las funciones fisiológicas del animal. El pasto King Grass es una excelente fuente alimenticia para los bovinos, cuyos entre otros animales en la época seca, brindando entre 70 a 80 t ha año<sup>-1</sup>, siendo un intervalo exacto para el corte en 45 a 60 días, obteniendo valor en proteína de 8 %, mostrando digestibilidad in vitro de 64 % ideal para el rumiante sin causar efectos secundarios durante su consumo.

Según Larios et al., (2018), se puede realizar cortes entre los 40 y 75 días, aportando un 9% de proteína y un contenido de fibra en detergente neutro (FDN)



de 72%, con un 2,2% de K en sus hojas (% de MS), calcio 0,23%, fósforo 0,13% y magnesio 0,11% como los valores promedios para este tipo de forraje, en cuanto a la energía Serrano y Salazar (2010), registró en su investigación un promedio de 1,45 Mcal kg<sup>-1</sup> MS.

Ovando (2019), manifiesta que el pasto *Pennisetum purpureum* se propaga asexualmente por estolones, que posean de 3 a 5 yemas, para poder obtener la mayor cantidad de brotes, en una hectárea se necesitara un promedio de 2 toneladas de material vegetativo para la siembra, el establecimiento de este pasto a su primer corte se recomienda a los 90 a 120 días, para que su sistema radicular se desarrolle óptimamente, y tenga una larga producción.

Según Cortes y Olarte (2018), comenta que la semilla del king grass tiene de 10 a 15 % de germinación, por lo que recomienda sembrarla por material vegetativo, no utilizar semilla ni muy tierna ni muy vieja; la edad del pasto para utilizar la semilla debe tener un promedio entre 80 y 90 días de edad para asegurar una buena calidad, su cantidad depende del sistema de siembra, se debe depositar la semilla a una profundidad adecuada, si la semilla queda muy superficial, puede alcanzar altas temperaturas ocasionando deshidratación, en siembras demasiado profundas no alcanzan a emerger, por lo que no se desarrollarían, y se va a tener pérdida de semillas o estacas, se recomienda sembrar a 0,5 m<sup>2</sup> por semilla, el corte se lo debe de realizar lo más cerca del suelo, a unos 5 o 10 cm. esto va a depender donde esté ubicado las reservas para el rebrote, el personal que vaya hacer el corte debe tener precaución, para evitar daños en los macollos. Los cortes deben realizarse cada 35 a 45 días en época de lluvias y hasta cada 60 días en verano o cuando el pasto alcance una altura de 1,20 a 1,50 con corte al ras del suelo.

De los *Pennisetum* el King grass morado, es una de las variedades más resistente a las plagas y enfermedades, soporta sequía, alta producción de biomasa y por contener altos porcentajes de azúcares es muy palatable, utilizarlos en sistemas intensivos permiten incrementar la carga animal, por lo que ha sido introducido en los sistemas de producción de los productores de Santo Domingo, uno de los problemas que se ha presentado en este cultivo es el desconocimiento del tiempo de corte óptimo, cuando se corta muy tierno, se obtiene bajo contenido de materia seca (MS) y si lo cosechamos a una madurez muy avanzada, este ha perdido la mayor cantidad de su valor nutritivo, la composición química o bromatológica del pasto varía de acuerdo con las prácticas de manejo (Ramírez, 2013).

Según Mera (2023), estos pastos en condiciones de humedad y fertilidad adecuada, pueden producir de 50 a 70 toneladas de forraje verde/corte, y de 10 a 14 toneladas por hectárea de materia seca/corte, realizando cortes entre 45 a 60 días, obteniendo de 6 a 8 cortes por año.

## 4.2. Materiales y métodos

### 4.2.1. Ubicación y condiciones ambientales

La presente investigación se realizó en la ciudad de Santo Domingo, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, en la granja experimental Mishilí perteneciente al Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila de la carrera de Tecnología Superior en Producción Agrícola, la cual está ubicada en la vía Quevedo km 6 ½.

**Tabla 1**

*Condiciones agrometeorológicas de Santo Domingo*

Descripción	Promedio
Temperatura media	22,9°C
Altitud	655 msnm
Clima	Tropical húmedo
Precipitación anual	2280 mm
% de humedad	88%
Horas luz	700 a 800 horas/año

**Nota:** Gobierno Autónomo descentralizado Municipal de Santo Domingo (2015)

En esta investigación se realizó una comparación de dos variedades de *Pennisetum*, lo que se realizó un análisis estadístico mediante Student.

### 4.2.2. Variables en estudio

**Valor nutricional del pasto King Grass:** Para establecer el valor nutricional del pasto King Grass se tomó tres plantas al azar tomando un kg por tratamiento para determinar mediante análisis bromatológico en el laboratorio.

**Altura de planta:** Se tomó al azar en cada parcela con la ayuda del flexómetro, se midió desde la parte basal de la planta hasta el ápice de la hoja.

**Porcentaje de materia seca:** se tomó muestras al azar en cada parcela y se analizó en laboratorio.

**Producción por corte ha<sup>-1</sup>:** Se tomó muestras al azar en cada parcela con la ayuda de un cuadrante de 1 m<sup>2</sup>.

### 4.2.3. Manejo del Experimento

**Corte de igualación:** El corte de igualación se realizó a 10 cm de la línea del suelo según indican los estudios sobre el pasto King Grass (*Pennisetum purpureum*).

**Control de arvense:** La limpieza de arvense en las macollas del pasto, por toda el área de las parcelas y del terreno dentro de la investigación fomentada, se

realizó de forma manual, operando con materiales como: machete, rastrillo, azadón, entre otros instrumentos.

**Aplicación de abono:** Al momento que se realizó el respectivo corte de igualación del pasto King Grass, se aplicó un biol supermagro como fertilizante orgánico, este fertilizante se aplicó cada 15 días, la forma de aplicación fue en drench, 4 cc/litro de agua.

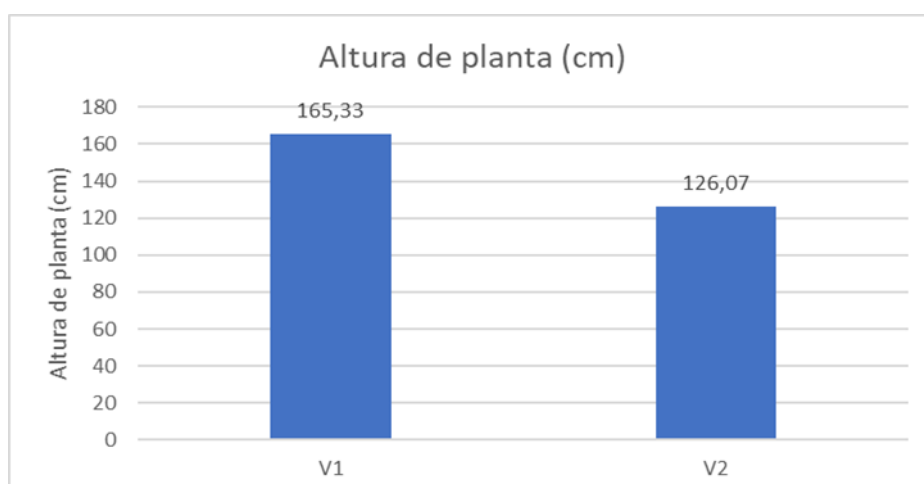
## 4.3. Resultados

### 4.3.1. Altura de planta

Se puede observar que en las dos variedades de King Grass verde y morado existen diferencias altamente significativas ( $p > 0,05$ ), dando mejor resultado, la V1 pasto verde con el 165,33 cm, en la variable, altura de planta, el menor resultado se dio en la V2 pasto morado con 126,07 cm.

**Figura 1**

*Altura de planta*



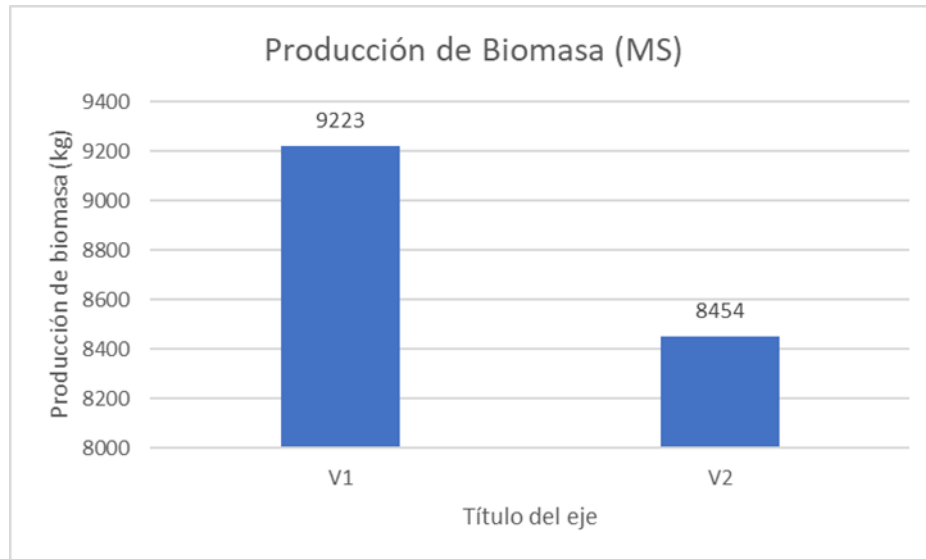
**Nota:** Autores (2024)

### 4.3.2. Producción de biomasa (MS)

En la variable producción de biomasa se observa que existe diferencias significativas dando mejor respuesta la V1 con 9.223 kg ha<sup>-1</sup> de MS, en comparación al V2 con 8.454 kg ha<sup>-1</sup> de MS, por corte a los 60 días.

**Figura 2**

*Producción de Biomasa (MS)*



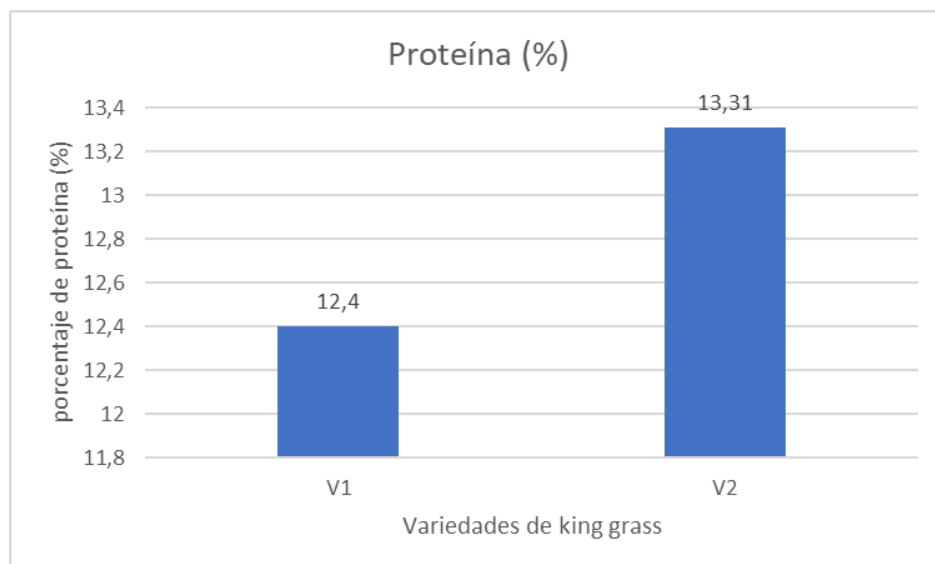
**Nota:** Autores (2024)

### 4.3.3. Valor nutricional del King grass (*Pennisetum purpureum*)

Para el contenido de proteína se observa que existen diferencias significativas, dando mejor resultado la V2 (King grass morado), presentando 13,31%, en comparación a la V1 (King grass verde), con 12,4%.

**Figura 3**

*Porcentaje de proteína de las variedades de King grass*

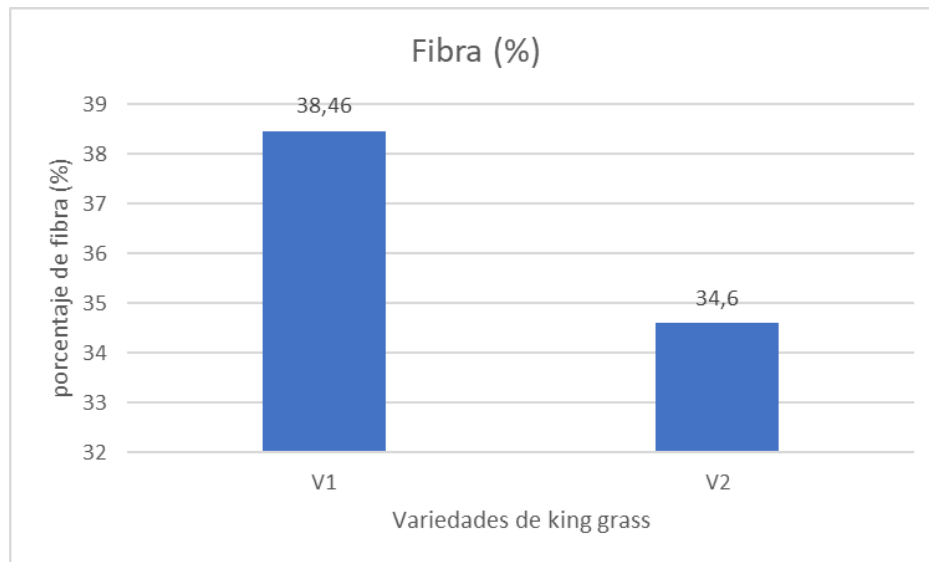


**Nota:** Autores (2024)

Para el contenido de fibra se puede observar que los resultados son inversos a la variable porcentaje de proteína, dando la V1 el 38,46% de fibra en comparación a la V2 con 34,6%.

**Figura 4**

*Contenido de fibra en las variedades de King grass*

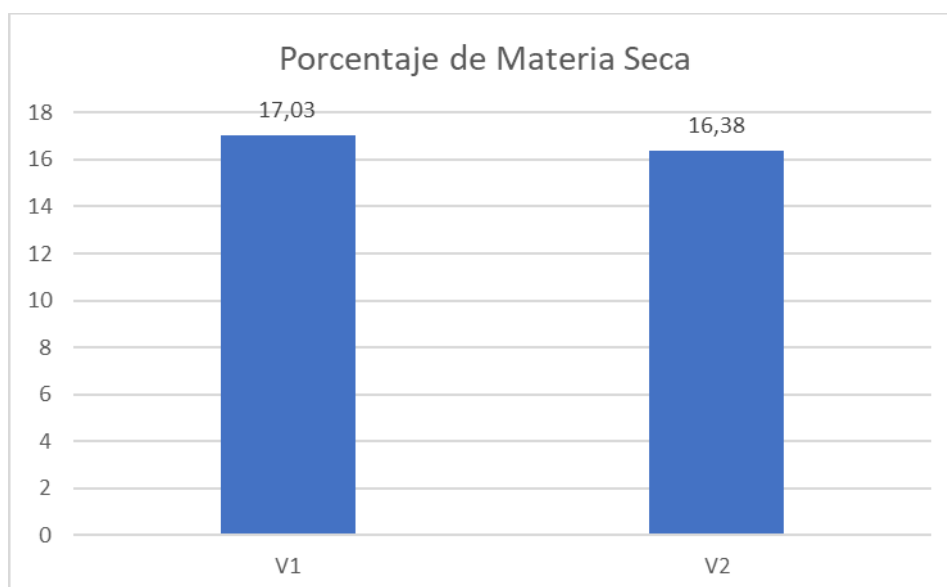


**Nota:** Autores (2024)

En el contenido de materia seca, Figura 3, se observa que no existe diferencias, pero el tratamiento V1 (King grass verde), tiene un mejor porcentaje de materia seca con 17,03 % con respecto al V2 (King grass morado) con 16,38 %.

**Figura 5**

*Contenido de Materia Seca en las variedades de King Grass*



**Nota:** Autores (2024)

## 4.4. Discusión

### Proteína

Los resultados encontrados en el presente estudio son inferiores a los obtenidos por Sotomayor y Macía (2017), “Aplicación de varias concentraciones de biofermentado enriquecidos con nitrógeno como abono foliar para la producción de pasto King Grass en la zona de Vinces - Ecuador” de acuerdo con los resultados logrados del laboratorio realizados a los 60 días manifiestan que el pasto King Grass adquirió un 23,63 % de proteína.

Mera (2023), en su investigación “Efecto de la frecuencia de corte en el rendimiento y composición química del king grass morado (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum typhoides*) en Manglaralto, Santa Elena, obtuvo porcentajes de proteína del 13,55 a los 45 días y del 12% a los 75 días, siendo similares a lo reportado por la presente investigación.

### Fibra

Los resultados encontrados en el presente estudio son superiores a los obtenidos por Ordaz et al., (2018), con el tema de su proyecto Composición química del pasto King Grass (*Pennisetum purpureum* Schumach) a diferente intervalo de corte” quienes reportaron que el rendimiento más alto fue el 30% de fibra a los 60 días, con el manejo de Biol, por lo que podemos concluir que entre más mayor es el porcentaje de proteína de un pasto el porcentaje de fibra disminuye,

Mera (2023), obtuvo porcentajes a los 45 días con el 33,66 %, a los 60 días 34,15%, a los 75 días 37,17% de fibra, siendo similares a los reportado por la presente investigación, por lo que se demuestra que entre más maduro es el pasto, mayor es el porcentaje de fibra

### Porcentaje de materia seca

Según Chacón et al., (2010), en su investigación manifiesta porcentajes de materia seca del King grass verde del 13,03 % a los 60 días de corte, siendo inferior a los resultados obtenidos en la presente investigación.

### Altura de planta

Los resultados encontrados en el presente estudio son inferiores a la investigación de Sotomayor y Macía (2017), obtuvo alturas de hasta 2,50 m promedio, a los 60 días siendo superior a los presentados por la presente investigación,

### Producción de biomasa (MS)

Estos resultados son inferiores a los datos obtenidos por Rodríguez (2021), quien en su investigación “Comportamiento agronómico del pasto king grass morado



(*Pennisetum purpureum*) a diferentes edades de corte en la parroquia Manglaralto provincia de Santa Elena” determinó que el T3 (60 días) obtuvo los mejores resultados con una producción de materia seca de 11500 kg ha<sup>-1</sup>.

Mera (2023), en su investigación, reporta resultados de 13330 kg h<sup>-1</sup>a MS, por corte, siendo superiores a los reportado por la presente investigación.

## 4.5. Conclusiones

Las dos variedades del pasto King Grass (*Pennisetum purpureum*), aportan con excelente calidad y cantidad de forraje, lo que le hace un excelente forraje para la alimentación tanto para ganado bovino como para cualquier especie herbívora, mejorando la producción de carne y leche.

Los contenidos nutricionales de las dos variedades van a depender de la edad de corte, como han manifestado varios investigadores, que entre más maduro esté el pasto, el contenido de proteína se reduce, aumentando la cantidad de fibra y materia seca.

## Referencias Bibliográficas

- Alarcón, R., Herrera, J., Rey, A., Pérez, J. y Hernandez, G. (2014). Producción de King Grass como alimento para el ganado vacuno con riego por aspersión de baja intensidad. Ciencias Técnicas Agropecuarias, 23(2), 40-44. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93231238007>
- Arias, J. (2012). Comportamiento agronómico y valor nutricional de tres variedades de pastos *pennisetum* para corte en la zona de Pichilingue provincia de Los Ríos, 5 10 Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/252/T-UTB-FACIAG-AGROP-000024.pdf?sequence=6&isAllowed=y>
- Chacón, A. y Vargas, C. (2010). Consumo de *Pennisetum purpureum* cv. King Grass a tres edades de cosecha en caprinos. Agronomía Mesoamericana, 21(2), 278-272. Obtenido de [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1659-13212010000200005](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212010000200005)
- Cortes, D. y Olarte, O. (2018). Pasto de corte king grass morado (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum typhoides*), una esperanza forrajera en la colonia agrícola de Acacias. ECAPMA, 5-8. Obtenido de <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/workpaper/article/view/2772/2858>

- Franco, J. (2015). Niveles de contenido ruminal en ensilaje del pasto king grass morado (*Pennisetum spp*) y valoración bromatológica en cuatro tiempos de conservación, 33-36. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/05b147c2-1a53-4611-9198-2761c7ea7735/content>
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Santo Domingo. (2015). Santo Domingo 2030 el futuro de Chilachito. Santo Domingo, Ecuador. Obtenido de [https://www.santodomingo.gob.ec/docs/transparencia/2018/05-Mayo/Anexos/s\)/PDOT%202030/PDOT%202030%20SANTO%20DOMI NGO.pdf](https://www.santodomingo.gob.ec/docs/transparencia/2018/05-Mayo/Anexos/s)/PDOT%202030/PDOT%202030%20SANTO%20DOMI NGO.pdf)
- Guerrero, J. (2012). Comportamiento agronómico y valor nutricional de tres pastos de corte king grass (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum typhoides*), king grass morado (*Pennisetum spp*) y maralfalfa (*Pennisetum hybridum*) en el recinto La Independencia del cantón Ponce Enríquez, 34-46. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/5185cde0-9b01-42ca-9f5f-0fad63c992e4/content>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2022). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2021. Obtenido de [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac-2021/Principales%20resultados-ESPAC\\_2021.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2021/Principales%20resultados-ESPAC_2021.pdf)
- Larios C., Arévalo de Gauggel. G. y Matamoros, I,. (2018). Calidad nutricional de tres forrajes tropicales cosechados a diferentes edades de corte en Zamorano, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras. 36 p. <http://hdl.handle.net/11036/5854>
- León, R., Bonifaz, N. y Francisco, G. (2018). Pastos y forrajes del Ecuador: siembra y producción de pasturas, 34-47. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19019/4/PASTOS%20Y%20FORRAJES%20DEL%20ECUADOR%202021.pdf>
- Mera, W. (2023). Efecto de la frecuencia de corte en el rendimiento y composición química del king grass morado (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum typhoides*) en Manglalaralto, Santa Elena, 20-27. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/9617/1/UPSE-TIA-2023-0001.pdf>
- Ordaz, R., Sosa, E., Mendoza, S., Améndola, R., Reyes, S., Ortega, E. y Hernández, A. (2018). Composición química del pasto king grass (*Pennisetum purpureum Schumach*) a diferente intervalo de corte. Agro

- Productividad, 11(5), 134-139. Obtenido de <https://core.ac.uk/reader/249320199>
- Ovando, E., Maldonado, J., Guerra, C., Ovando, M., Valle, F. y Gálvez, L. (2019). Caracterización morfológica de 15 pastos de la especie *Pennisetum purpureum*. *Agroproductividad*, 12(12), 39-45. doi:<https://doi.org/10.32854/agrop.vi0.1484>
- Prudencio, D., Hidalgo, Y., Chagray, N., Airahuacho, F. y Maguiña, R. (2020). Producción y calidad forrajera de tres especies del género *Pennisetum* en el valle Alto Andino de Ancash. *Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 7(1), 21-29. Obtenido de [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2409-16182020000100004](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-16182020000100004)
- Ramirez, J. (2013). Valor nutritivo y rendimiento del pasto king grass morado (*Pennisetum purpureum*), cosechado a cuatro edades de rebrote, durante el segundo año de establecimiento, Santo Domingo, 20-28. Obtenido de [https://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/19841/1/6559\\_1.pdf](https://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/19841/1/6559_1.pdf)
- Rodriguez, J. (2021). Comportamiento agronómico del pasto king grass morado (*Pennisetum purpureum*) a diferentes edades de corte en la parroquia Manglaralto provincia de Santa Elena, 20-32. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/6519/1/UPSE-TIA-2021-0131.pdf>
- Serrano, J. y Salazar, T. (2010). Valoración nutricional del pasto king grass (*Pennisetum purpureum* x *pennisetum typhoides*), in vitro y a cuatro niveles de fertilización nitrogenada y época de corte. 25-36. Obtenido de <https://repositorio.espm.edu.ec/bitstream/42000/513/9/TMV19.pdf>
- Sotomayor, G. y Macía, B. (2017). Aplicación de varias concentraciones de biofermentados enriquecidos con nitrógeno como abono foliar para la producción de pasto en la zona de Vines – Ecuador, 22-43. Obtenido de <https://repositorio.ug.edu.ec/server/api/core/bitstreams/602454b4-3dff-4ed9-8a7f-a0eacd51a9c2/content>



**Forraje verde  
hidropónico de sorgo  
(*Sorghum forrajero*) y  
maíz (*Zea mays*) a dos  
densidades de siembra**







## Forraje verde hidropónico de sorgo (*Sorghum forrajero*) y maíz (*Zea mays*) a dos densidades de siembra

### *Hydroponic green forage of sorghum (Sorghum forrajero) and corn (Zea mays) at two planting densities*

González Buitrón, Karina Tatiana <sup>1</sup>   González Sanango, Holger <sup>1</sup>    
Coello Merchán, Betsy Maribel <sup>1</sup>  

<sup>1</sup> Ecuador, Santo Domingo, Instituto Superior Tecnológico Tsáchila

 DOI / URL: <https://doi.org/10.55813/egaea.cl.46>

**Resumen:** La siguiente investigación se realizó en Santo Domingo de los Tsáchilas, donde se evaluaron dos gramíneas (maíz y sorgo) bajo el sistema de FVH a diferentes densidades de siembra (2,0 kg/m<sup>2</sup> y 2,5 kg/m<sup>2</sup>), donde los mejores resultados en comportamiento agronómico fue para la densidad de 2,5 kg/m<sup>2</sup> con los siguientes valores altura de planta para el maíz con 27,88 cm como para el sorgo con 18,60 cm, longitud de raíz en el maíz 24,50 cm y sorgo 10,08 cm, diámetro de planta para el maíz 4,14 mm a diferencia del sorgo que obtuvo 1,14 mm en la densidad de siembra de 2,0 kg. En las variables porcentaje de materia seca, proteína y porcentaje de germinación las dos densidades obtuvieron los mismos valores con 69% de materia seca para el maíz y 28% para el sorgo, proteína 20,63 % para el maíz y 17,38% para el sorgo y en porcentaje de germinación 96% para el sorgo y 85% para el maíz. Entre las especies de gramíneas utilizadas el maíz obtuvo los mejores resultados tanto en comportamiento agronómico como nutricional.

**Palabras clave:** Gramíneas forrajeras, Rendimiento, Calidad nutritiva.

#### **Abstract:**

The following research was carried out at Santo Domingo de los Tsachilas, where two grasses (corn and *sorghum*) were evaluated under the FVH system at different planting densities (2.0 kg/m<sup>2</sup> and 2.5 kg/m<sup>2</sup>), where the best results in agronomic performance were for the 2.5 kg/m<sup>2</sup> density with the following values: plant height for corn with 27.88 cm and for *sorghum* with 18.60 cm, root length for corn 24.50 cm and *sorghum* 10.08 cm, plant diameter for corn 4.14 mm as opposed to *sorghum* which obtained 1.14 mm at the 2.0 kg/m<sup>2</sup> planting density. In the variables dry matter percentage, protein and germination percentage, the two densities obtained the same values with 69% of dry matter for corn and 28% for *sorghum*, protein 20.63% for corn and 17.38% for *sorghum* and in germination percentage 96% for *sorghum* and 85% for corn. Among the grass species used, corn obtained the best results in both agronomic and nutritional performance.

**Keywords:** Forage grasses, Yields, Nutritional quality.

## 5.1. Introducción

Según Zegal (2016), sostiene que el forraje verde hidropónico (FVH) es el producto obtenido a partir del proceso de germinación de semillas de gramíneas o leguminosas (trigo, avena, cebada, maíz, etc.) que después de 12 días se cosecha y se suministra a los animales (bovinos, ovinos, caprinos, equinos, porcinos, conejos y aves de corral) como alimento. Su masa forrajera es completa: hojas, tallos, semillas y raíces, lo que se consigue gracias al poder germinativo de la semilla, al agua y a la energía solar.

La producción de FVH es sólo una de las derivaciones prácticas del uso del cultivo sin suelo o hidroponía y se remonta al siglo XVII, cuando el científico irlandés Robert Boyle (1627-1691) realizó los primeros experimentos sobre el cultivo en agua, unos años más tarde, a finales del siglo XVII, John Wood Ward produjo granos germinados utilizando agua de distintas fuentes y comparó distintas concentraciones de nutrientes para el riego de los granos, así como la composición del forraje resultante (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 2019).

De acuerdo a Martínez (2006), en México igual que al resto del mundo está siendo afectado por el cambio climático mayormente en los sectores agropecuarios reduciendo la producción e los niveles de rendimiento de los cultivos tanto en cantidad y calidad, por lo cual obligados a crear y adoptar nuevas alternativas para contrarrestar los problemas que están afectando al sector agrícola y población en general, una de las mejores alternativas es la producción de FVH capaz de producir alimento en épocas de escases de condiciones favorables para la producción de pastizales, el (FVH) brinda ventajas como forraje fresco de alta palatabilidad con alto valor nutricional.

El FVH es un complemento alimenticio y nutricional que puede añadirse a la dieta de todos los animales de granja, es una tecnología con varias ventajas para el productor, ya que reduce los costes de producción, el tiempo de producción de piensos, la compactación del suelo debida al sobrepastoreo, la contaminación del agua. También aumenta la tasa de producción y reproducción de los animales y es muy apetecible y fácil de digerir para los animales, en las porciones adecuadas (Chavarría, 2018; Aguirre, 2011).

La hidroponía es una técnica que se desarrolló en culturas y civilizaciones antiguas como medio de subsistencia, hoy en día es una técnica muy importante para la para la producción mundial de forraje. La diferencia es que ninguna de las fases de crecimiento requiere el suelo como fuente de apoyo o nutrientes para el cultivo, las plantas toman los nutrientes directamente del agua y los disuelven en agua con todos los nutrientes esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas (Lizcano & Romero, 2023).

## 5.2. Materiales y métodos

### 5.2.1. Ubicación y Duración

La presente investigación se realizó en la Granja Experimental Mishilí, que pertenece al Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila, ubicada en el km 6 de la vía Quevedo, al final de la ciudadela del chofer, con las siguientes coordenadas UTM: X= 699573; Y= 9966799 y Z= 462.

### 5.2.2. Factores en estudio

Factor A (cereales)

Maíz

Sorgo

Factor B (Densidades de siembra)

2,0 kg.m<sup>-2</sup>

2,5 kg.m<sup>-2</sup>

### 5.2.3. Diseño experimental

Se utilizó Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial 2x2, resultando cuatro tratamientos con cinco repeticiones y 20 unidades experimentales. La unidad experimental estuvo conformada por una bandeja de forraje verde hidropónico.

Los datos fueron analizados a través del análisis de varianza (ADEVA) con el 95% de confianza, y la separación de medias con la prueba de Tukey al 5% de probabilidades de error.

### 5.2.4. Variables de estudio

**Porcentaje de germinación:** Para esto se utilizó la técnica de observación y se aplicó la fórmula:

$$\text{Germinación (\%)} = \frac{\text{Número de semillas germinadas normales}}{\text{número de semillas totales}} \times 100$$

**Altura de la planta:** Esta variable se realizó al momento de la cosecha y con la ayuda de un flexómetro se registró la altura de panta en centímetros (cm). Se registró el dato de 10 plantas al azar, desde la base del tallo, hasta el punto más alto de la última hoja apical.

**Longitud de raíz:** Con la ayuda del flexómetro se midió la longitud de la raíz desde el cuello del tallo hasta la punta de la raíz, la unidad de medida fue en centímetros (cm). Este dato se registró al momento de la cosecha.

**Rendimiento peso fresco ( $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$ ):** Este dato se registró al momento de la cosecha y se pesó la biomasa fresca con una balanza gramera para posteriormente calcular el rendimiento.

**Rendimiento de materia seca ( $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$ ):** Para esta variable se pesó 100 gramos de materia fresca con la ayuda de la balanza gramera y se colocó en la estufa a una temperatura de 70 °C por 24 horas, pasado el tiempo establecido se registró el peso seco en gramos (g), para posteriormente calcular el rendimiento de materia seca.

**Materia seca (%):** Para esta variable se utilizó la siguiente fórmula.

$$\% \text{ MS} = \frac{\text{Peso Seco } (\frac{\text{kg}}{\text{m}^2})}{\text{Peso Humedo } (\frac{\text{kg}}{\text{m}^2})} * 100$$

**Proteína (%):** Se tomaron las muestras y se enviaron al laboratorio, para que mediante el método de Kjeldahl se determine el porcentaje de nitrógeno, para luego transformarlo en proteína.

### 5.2.5. Manejo del experimento

Para la implementación del ensayo se realizó una construcción parecida a una estantería de cuatro pisos con metal para el sostén de las bandejas con una inclinación del 3% para el drenaje del agua. Tubos PVC colocados al final de las bandejas para la recolección del agua y poder reutilizarla.

**Preparación de la semilla:** Se lavó y desinfectaron las semillas con hipoclorito de sodio al 1%, luego se procedió a seleccionar las semillas (que no estén partidas o afectadas con gorgojo).

**Remojo:** Dejas las semillas en remojo durante 24 horas, transcurrido ese tiempo se sacó las semillas y se volvió a lavar para dejarlas nuevamente el remojo por 48 horas.

**Siembra:** Se realizó la siembra de las semillas en las bandejas y se las cubrió con plástico para que la temperatura esté uniforme y las semillas germinen en su totalidad.

**Riego:** El riego se lo realizó como se establece la norma de general de elaboración de forraje verde hidropónico

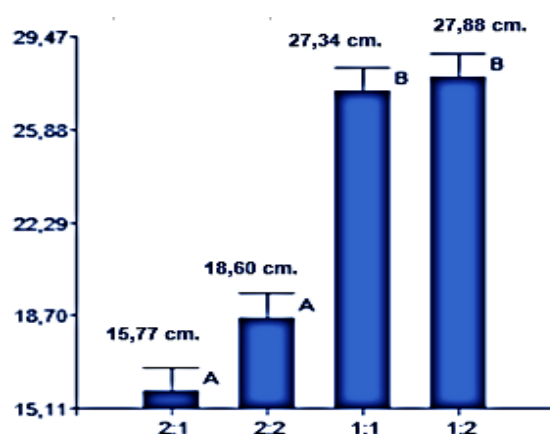
## 5.3. Resultados

### 5.3.1. Altura de planta

En la Figura 1, se muestra los resultados de la variable altura de planta, donde el tratamiento 1 (maíz) muestra una altura de 27,34 cm para la densidad de 2,0 kg y 27,88 cm para la densidad de 2,5 kg, mientras que tratamiento 2 (sorgo forrajero) la altura de las plántulas fue de 15,77 cm para la densidad de 2,0 kg y 18,60 cm para la densidad de 2,5 kg.

**Figura 1**

*Altura de planta de maíz y sorgo en FVH*



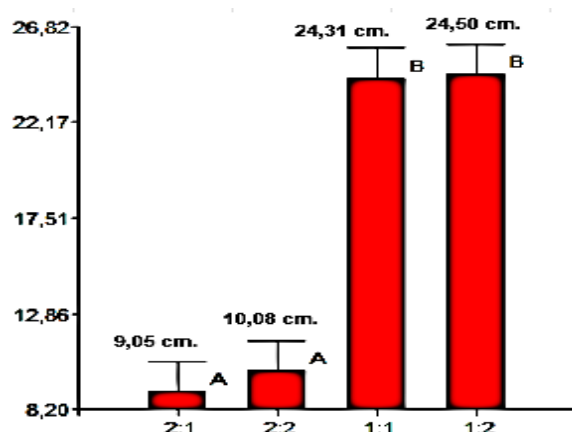
**Nota:** Autores (2024)

### 5.3.2. Longitud de raíz

La Figura 2, muestra que la longitud de raíz para el tratamiento 1 (maíz) fue de 24,31 cm para la densidad de 2,0 kg, mientras que para la densidad de 2,5 kg fue de 24,50 cm y el tratamiento 2 (sorgo forrajero) con la densidad de 2,0 kg fue de 9,05 cm y 10,08 cm para la densidad de 2,5 Kg

**Figura 2**

*Longitud de la raíz del maíz y sorgo en FVH*



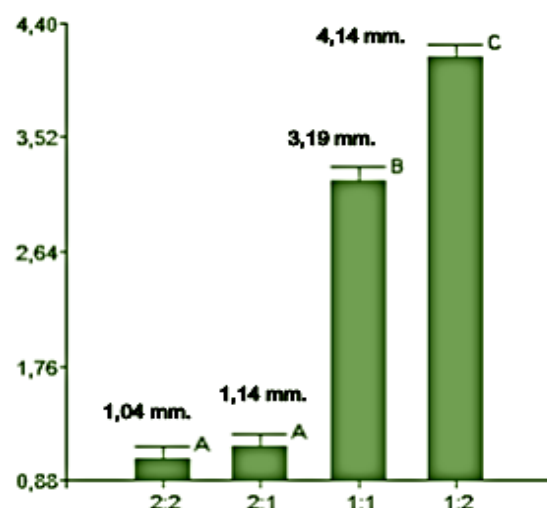
**Nota:** Autores (2024)

### 5.3.3. Diámetro de la planta

En la Figura 3, el diámetro de la planta que presentó los mejores resultados fue el tratamiento 1 (maíz) con una densidad de siembra 2,5 kg, con un diámetro de 4,14 mm, seguido de 3,19 mm para la densidad de 2,0 kg, para el tratamiento 2 (sorgo forrajero) el mejor resultado fue de 1,14 mm en la densidad de 2,0 kg seguido por 1,04 mm para la densidad de 2,5 kg.

**Figura 3**

*Diámetro de la planta del maíz y sorgo en FVH*



**Nota:** Autores (2024)

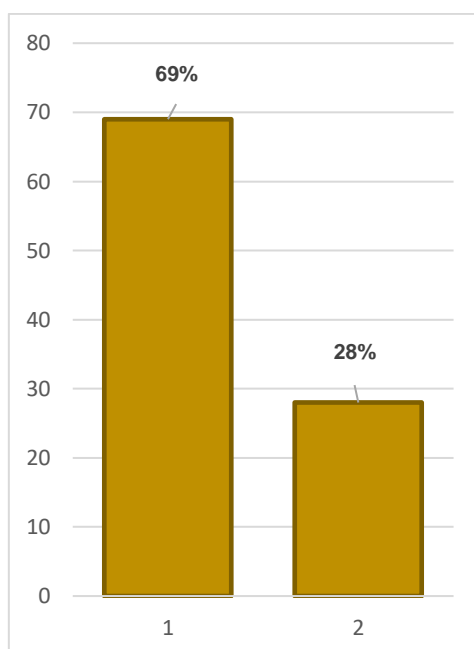


### 5.3.4. Materia seca (%)

El porcentaje de materia seca como refleja la Figura 4, arrojaron los siguientes resultados para el tratamiento 1 que corresponde a la semilla de Maíz (*Zea Mays*) en las dos densidades estudiadas fueron de 69% mientras que para el tratamiento 2 con la semilla de sorgo (*Sorghum Forrajero*) se obtuvo un porcentaje de 28%.

**Figura 4**

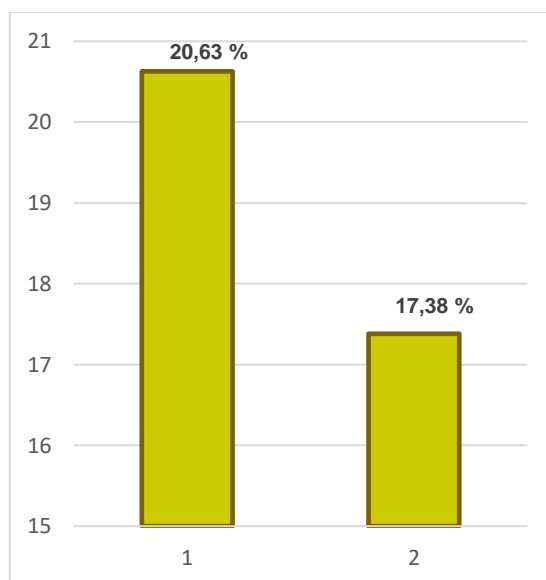
*Contenido de materia seca del maíz y sorgo*



**Nota:** Autores (2024)

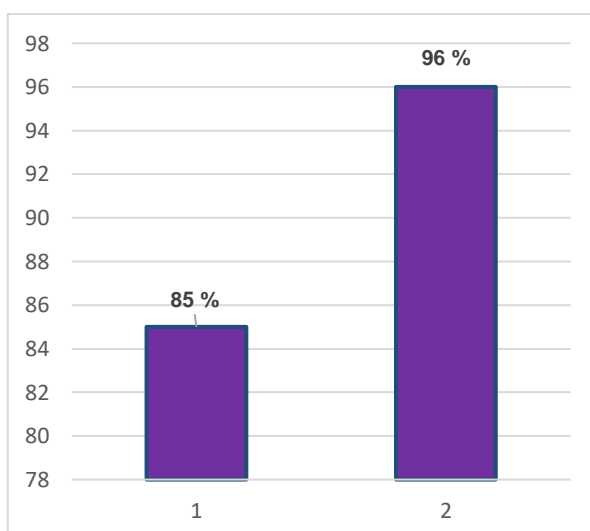
### 5.3.5. Proteína (%)

La Figura 5, muestra que para el tratamiento 1 (maíz) se obtuvo un porcentaje de 20,63% de proteína en las dos densidades de siembra mientras que para el tratamiento 2 (sorgo forrajero) se obtuvo un valor de 17,38 % de proteína.

**Figura 5***Porcentaje de Proteína***Nota:** Autores (2024)

### 5.3.6. Germinación (%)

El porcentaje de germinación presentados en la Figura 6, indican que el tratamiento de maíz (*Zea mays*) mostró un 85% y con la semilla sorgo (*Sorghum Forrajero*) se obtuvo un porcentaje de 96% de germinación, eso demuestra que para la técnica de forraje verde hidropónico se debe utilizar la semilla de sorgo ya que obtuvo un mayor porcentaje de germinación.

**Figura 6***Porcentaje de germinación***Nota:** Autores (2024)

## 5.4. Discusión

**Altura de planta:** Interpretando estos resultados, Reyes (2015) sugiere que la altura de plantas de FVH de maíz crecen en un promedio, 23,32 cm a 26,72 en un rango de tiempo de 15 a 20 días, a esto debemos incluir que influye temperatura, ambiente y variedad directamente al óptimo crecimiento.

Moyano y Sánchez, (2012) proponen que la cosecha de una plántula de sorgo en condiciones FVH debería ser entre los 9 y 12 días de siembra en bandeja o relacionarlo con un promedio de altura de 25 cm, dependiendo las condiciones climáticas y los intervalos de riego.

**Longitud de la raíz:** Los estudios realizados por León, (2005) en su investigación tiene como resultado una longitud en maíz de 20,01 cm esto puede darse a los factores clima y variedad de las semillas.

Frente a nuestra investigación la medida (cm) en longitud de raíz del sorgo fue de en promedio 9,05 a 10,08 cm, comparado con Gonzales y García, (2015) media promedio fue de 7,77 cm en longitud de raíz, expresando que tuvimos una mayor medida en la investigación.

**Diámetro de planta:** Según el estudio que realizó García (2019), los resultados que ellos obtuvieron en el diámetro de la planta fueron de 1,53 mm. esa fue la más alta ya que el método que ellos utilizaron fue de tres densidades de siembra, comparando con nuestra investigación el resultado que obtuvimos fue de 4,40 mm. de diámetro.

El estudio que realizó Pérez (2022), el resultado obtenido en su investigación fue 4 mm de diámetro de la planta, comparada con la investigación realizada donde se obtuvo un valor mayor de 4,40 mm. de diámetro de la planta, eso quiere decir que nuestros resultados siguen siendo mayor.

**Rendimiento de materia seca:** El resultado que se obtuvo de MS fue de 69% este resultado fue el T1 a comparación con la investigación de Sarzosa (2022), que en rendimiento fue de 10.68% siendo un valor menor que el presentado en la investigación.

Según Moscoso (2020), los resultados de materia seca fueron de 20,43% comparando con los obtenidos en la investigación que de 69% se puede expresar que existió un rendimiento mayor en la investigación planteada.

**Proteína:** El porcentaje de proteína que se obtuvo en la investigación con la especie de maíz fue del 20,63% comparado con los de Hidalgo (2012), que realizó un estudio de FVH en el cultivo maíz y los resultados de proteína fue de 18,88% expresando que la investigación presentada presentó un mayor porcentaje en proteína.

El estudio realizado por Orozco (2020), los valores de proteína fueron de 14.1% comparado con la investigación realizada que fue de 20,63%, que son valores altos.

**Germinación:** En el estudio que realizado por Olano (2017) nos indica que el porcentaje de germinación más alta que obtuvieron fue del sorgo escobero que superó en 8.67% al rendimiento de maíz por metro cuadrado.

La investigación que realizó Duran (2020) nos comenta que el porcentaje de germinación que alcanzó en el cultivo de maíz fue de 86,33%, esto supero al porcentaje de germinación que se logró en el trabajo presentado en el cultivo maíz, pero en el cultivo de sorgo se consiguió un porcentaje mayor que fue de 96%.

## 5.5. Conclusiones

En cuanto a la valoración agronómica de las dos especies forrajeras maíz (*Zea mays*) y sorgo (*Sorghum*) los mejores resultados se obtuvieron con la densidad de siembra de 2,5 kg con los siguientes valores; altura de planta para el maíz con 27,88 cm como para el sorgo con 18,60 cm, longitud de raíz en el maíz 24,50 cm y sorgo 10,08 cm, diámetro de planta para el maíz 4,14 mm a diferencia del sorgo que obtuvo 1,14 mm en la densidad de siembra de 2,0 kg.

En cuanto a la calidad nutricional y rendimiento las dos densidades de siembra se comportaron de la misma forma tanto para el maíz (*Zea mays*) como para el sorgo (*Sorghum*) donde se evidenciaron los siguientes valores, 69% de materia seca para el maíz y 28% para el sorgo, proteína 20,63 % para el maíz y 17,38% para el sorgo y en porcentaje de germinación 96% para el sorgo y 85% para el maíz.

La mejor densidad de siembra tanto para el maíz (*Zea mays*) como para el sorgo (*Sorghum*) fue la de 2,5 kg m<sup>-2</sup> ya que con esta se obtuvieron los mejores resultados en la mayoría de las variables estudiadas.

## Referencias Bibliográficas

- Chavarría, A. (2018). El forraje verde hidropónico (FVH), de maíz como alternativa alimenticia y nutricional para todos los animales de la granja. UNAN-León.  
<http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/handle/123456789/9201>
- Duran, M. (2020). Evaluación del rendimiento de maíz y cebada en forraje verde hidropónico. Repositorio ULEAM.

<https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/3341/3/ULEAM-AGRO-0095.pdf>

- García, C. (2019). Evaluación del efecto productivo del forraje verde hidropónico de maíz y sorgo a tres densidades de siembra y su efecto sobre el comportamiento productivo en cabras en el CNIA-INTA, 2018. Tesis de ingeniería, Universidad Nacional de Ingeniería, Managua. Nicaragua. <https://core.ac.uk/download/pdf/336876926.pdf>
- Gonzales, J. y García, M. (2015). Evaluación de tres tipos de fertilizantes en la producción de forraje verde hidropónico de sorgo (*Sorghum bicolor* L.) en invernadero no convencional, La Trinidad, Estelí. Universidad Nacional Agraria Facultad de Ciencia Animal, Managua, Nicaragua. <https://repositorio.una.edu.ni/3166/1/tnf04g643p.pdf>
- Hidalgo, G. (2012). Evaluación del Forraje Verde Hidropónico de Maíz y Cebada, con Diferentes Dosis de Siembra para las Etapas de Crecimiento y Engorde de Cuyes. DSpace ESPOCH. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1813>
- León, S. (2005). Efecto del fotoperiodo en la producción de FVH de maíz con diferentes soluciones nutritivas para la alimentación de conejos en el periodo de engorde. Tesis de Grado. Escuela Superior de Chimborazo. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1783/1/17T0753.pdf>
- Lizcano y Romero (2023). Implementación de forraje verde hidropónico (FVH) como suplemento nutricional en aves de traspatio. Dictum. <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/handle/20.500.12558/5157>
- Martínez, D. (2006). Invernaderos para producción de forraje verde hidropónico, tipos y características. Tesis de especialización, Centro de investigación en química aplicada, Saltillo Coahuila. <https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/454/1/Damian%20Martinez%20Gomez1.pdf>
- Moscoso, C. (2020). Comparación del rendimiento de forraje verde hidropónico con maíz lluteño y maíz comercial, utilizando cuatro calidades de agua. Idesia vol.38 no.3 Arica. [https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-34292020000300113&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-34292020000300113&script=sci_arttext)
- Moyano, L. y Sánchez, H. (2012). Comportamiento de la proteína de forraje verde hidropónico en función del tiempo de cosecha. Revista sistemas agroecológicos, 3(2). 10p. <http://www.agro.unc.edu.ar/~paginafacu/archivos/00V%20Jornadas%20Integradas%20de%20Investigacion%20y%20Extension%20.pdf>
- Olano, A. (2017). Porcentaje de Iluminación en Cámara Oscura en Germinado Hidropónico de Maíz (*Zea Mays*) y Sorgo Escobero (*Sorghum Vulgare*)

- cosechado a los Quince días. Repositorio Institucional UNPRG  
<https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/1438>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, (2019). Forraje verde hidropónico.  
<https://www.fao.org/3/ah472s/ah472s00.pdf>
- Orozco, A. (2020). Evaluación de tres productos desinfectantes sobre semillas de maíz y cebada para la producción en la tecnología de Forraje Verde Hidropónico. Revistas UNED. ISSN2215-5651. Vol.23, N. °2.  
<https://revistas.uned.ac.cr/index.php/repertorio/article/view/3180/4265>
- Pérez, H. (2022). Producción de forraje verde hidropónico de maíz mejorado del ICTA de Guatemala. Revista Científica del Sistema de Estudios de Postgrado. 5(2). 21-34. DOI: <https://doi.org/10.36958/sep.v5i2.116>
- Reyes, Y. (2015). Efecto de soluciones nutritivas y tiempos de cosecha en el rendimiento y calidad nutricional del forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays*) en Santa Elena. La Libertad. UPSE, Matriz. Facultad de Ciencias del Agrarias. 95p.
- Sarzosa, E.G. (2022). Efecto del biol de estiércol de conejo en el desarrollo del forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays* L.). [Trabajo de Titulación modalidad Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo]. UCE.
- Zegal, M. (2016). Producción de forraje verde hidropónico de maíz con riego de agua cada 24 horas. Abanico vet vol.6 no.1 Tepic México.  
[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2448-61322016000100029](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-61322016000100029)



# RESUMEN

Se examina estrategias para optimizar la alimentación de rumiantes mediante el cultivo y manejo de diferentes forrajes en Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador. En el primer capítulo, se destaca cómo el encalado y la fertilización mejoran el rendimiento del maíz, enfatizando en dosis óptimas de nutrientes. El segundo capítulo aborda la fertilización orgánica del pasto Mombasa bajo sombra de naranja, resaltando la superioridad de la pollinaza en el incremento de rendimiento y calidad del forraje. Los capítulos siguientes se centran en la edad óptima de corte para maximizar la biomasa del pasto Cuba OM-22, el manejo del King Grass como alternativa forrajera para el sector ganadero, y el desarrollo del forraje verde hidropónico de sorgo y maíz a dos densidades de siembra, demostrando que técnicas específicas de manejo y cultivo pueden significativamente influir en la productividad y sostenibilidad de la alimentación rumiante. A través de estos estudios, el libro propone soluciones prácticas y sustentables para mejorar la nutrición de rumiantes en entornos tropicales.

**Palabras Clave:** forraje, encalado, rumiantes, fertilización orgánica.

## Abstract

Strategies to optimize ruminant feeding through the cultivation and management of different forages in Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador, are examined. The first chapter highlights how liming and fertilization improve corn yields, emphasizing optimal nutrient doses. The second chapter discusses organic fertilization of Mombasa grass under orange shade, highlighting the superiority of pollinaza in increasing yield and forage quality. The following chapters focus on the optimal cutting age to maximize biomass of Cuba OM-22 grass, the management of King Grass as a forage alternative for the livestock sector, and the development of hydroponic green forage from sorghum and corn at two planting densities, demonstrating that specific management and cultivation techniques can significantly influence the productivity and sustainability of ruminant feeding. Through these studies, the book proposes practical and sustainable solutions to improve ruminant nutrition in tropical environments.

**Keywords:** forage, liming, ruminants, organic fertilization.



<http://www.editorialgrupo-aea.com>



[Editorial Grupo AeA](#)

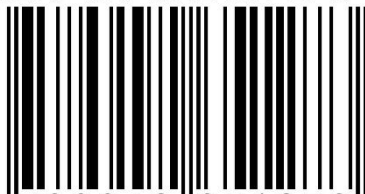


[editorialgrupoea](#)



[Editorial Grupo AEA](#)

ISBN: 978-9942-651-27-3



9 789942 651273