

Agronomic evaluation of the growth and productivity of different grass varieties under variable slope conditions

María Verónica Taipe Taipe¹; Carlos Alberto Molina Hidrovo²; Carlos Wilson Vélez Mera³

¹INIAP- EETP- Responsable del Programa de Ganadería y Pastos. Magister en Producción Animal, Ph.D. (c)

²INIAP- EETP- Director. Magister en Producción Animal, mención nutrición en rumiantes

³NutriUp – Asesor técnico. Master en Educación, mención en Educación Técnica y profesional

*Corresponding Author: María Verónica Taipe Taipe

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17496476>

Article History	Abstract
Original Research Article	
Received: 10-10-2025	
Accepted: 19-10-2025	
Published: 31-10-2025	
Copyright © 2025 The Author(s): This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY-NC) which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium for non-commercial use provided the original author and source are credited.	
Citation: María Verónica Taipe Taipe; Carlos Alberto Molina Hidrovo; Carlos Wilson Vélez Mera. (2025). Agronomic evaluation of the growth and productivity of different grass varieties under variable slope conditions. UKR Journal of Agriculture and Veterinary Sciences (UKRJAVS), Volume 1(2), 30-39.	<i>Forage growth and quality are fundamental aspects aimed at the sustainable development of the livestock sector. Low productivity and poor quality limit the potential of livestock farming. Topography, as well as the use of varieties adapted to local conditions, can have a significant influence. Therefore, the objective of this study was to agronomically evaluate the growth and productivity of different grass varieties under conditions of variable slope. The research was conducted at the EETP, located at kilometer 5 of the Quevedo – El Empalme road, at an altitude of 75 meters above sea level. The recorded climatic parameters were: relative humidity 90.26%, sunlight duration 60.6 hours, temperature 26.3 °C, and precipitation 198 mm. A randomized complete block design (RCBD) with a split-plot arrangement was used, where topography (flat and sloped) was assigned to the main plot, and the species (<i>Panicum maximum</i> cv. Saboya, <i>Panicum maximum</i> cv. Mombasa, <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Xaraes, and <i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk) were assigned to the subplots. Agronomic and productive variables were evaluated. The data were analyzed using ANOVA and Tukey's test at a 5% significance level, with the statistical software INFOSTAT version 2020. The number of tillers was influenced by topography, with 9.16 and 11.16 tillers observed at 64 and 81 days of age, respectively, under sloped conditions. The highest dry matter yield was observed for the Basilisk cultivar in both flat and sloped topography, with yields of 11,079.14 and 15,540.32 kg DM ha⁻¹, respectively. It was concluded that the Basilisk variety had the highest yield under conditions of variable slope.</i> Keywords: Agronomic growth, <i>Panicum</i>, <i>Brachiaria</i>, Topography, Yield

Evaluación agronómica del crecimiento y productividad de diferentes variedades de pasto en condiciones de pendiente variable

Resumen

El crecimiento y la calidad del forraje son aspectos fundamentales orientados al desarrollo sustentable del sector ganadero. La baja productividad y su deficiente calidad, limita el potencial de la ganadería. La topografía, así como el uso de variedades adaptadas al medio, pueden ser influyentes. Por ello se buscó: Evaluar agrónomicamente el crecimiento y productividad de diferentes variedades de pasto en condiciones de pendiente variable. La investigación se realizó en la EETP, ubicada en el km 5 de la vía Quevedo – El Empalme, a 75 msnm de

altitud, los parámetros climatológicos fueron: HR 90,26%; Heliofanía 60,6 horas luz; Temperatura 26,3 °C; Precipitación 198 mm. Se utilizó DBCA en parcela dividida, la topografía (plano e inclinado) fue asignada a la parcela grande y las especies (*Panicum maximum* cv Saboya, *Panicum maximum* cv Mombasa, *Brachiaria brizantha* cv Xaraes, y *Brachiaria decumbens* cv Basilisk) a las parcelas pequeñas. Se evaluaron variables agronómicas y productivas. La información se analizó mediante ANOVA con la Prueba de Tukey al 5%, en el paquete estadístico INFOSTAT versión 2020. El número de macollos fue influenciado por la topografía obteniendo 9,16

y 11,16 macollos a los 64 y 81 días de edad respectivamente para topografía inclinada. Se observó mayor rendimiento de materia seca para el cultivar Basilisk en topografía plana e inclinada con 11079,14 y 15540,32 kgMSha⁻¹ respectivamente. Se concluye que la variedad Basilisk tuvo mayor rendimiento en condiciones de pendiente variable.

Palabras clave: crecimiento agronómico, panicum, brachiaria, topografía, rendimiento.

Introducción

El crecimiento y la calidad del forraje son aspectos fundamentales orientados al desarrollo sustentable del sector ganadero, especialmente en regiones del litoral ecuatoriano, donde las condiciones varían considerablemente. Las características edáficas, como los tipos de suelo, las pendientes, entre otras, juegan un papel crucial en la adaptación y el rendimiento de los cultivos forrajeros, lo que impacta directamente en la disponibilidad y la calidad de los nutrientes para los animales (Peters y Lascano, 2018).

Sin embargo, en estas regiones, los productores enfrentan limitaciones significativas debido a las irregularidades del terreno y el uso ineficiente de recursos hídricos, lo que afecta negativamente la producción de forraje de excelente calidad. La baja productividad y la calidad subóptima del forraje, limita el potencial de la ganadería y, por ende, la competitividad de los pequeños y medianos productores (Vera et al., 2020).

Un forraje de baja calidad no solo disminuye el rendimiento productivo del ganado, sino que también incrementa los costos de alimentación, ya que los productores se ven obligados a recurrir a suplementos comerciales más costosos (Ramírez et al., 2018).

La topografía es el factor determinante en la producción del forraje (Jin, et al. 2008). El aspecto, altitud y pendiente son factores topográficos influyentes en la composición botánica, calidad y producción de los pastos y forrajes en estas áreas (Ates, 2011; Ates y Tekeli, 2011).

La pendiente es un componente topográfico clave que afecta al microclima local (Schulze, 2007) esto se debe a la variabilidad de radiación que cae sobre el suelo. La radiación solar, alimenta los procesos micro-meteorológicos (como el flujo de calor y la temperatura del suelo). El flujo térmico, las temperaturas superficiales y del aire, el viento y la evapotranspiración, forman un microclima, que a su vez determinan el establecimiento y crecimiento de plantas (Kumar, et al. 1997).

Según Endress, et al. (2007), el efecto de la pendiente podría considerarse como un motor principal, que regula la influencia de otros factores ambientales (por ejemplo,

aspecto de pendiente y humedad del suelo). Las pendientes más empinadas se caracterizan por tener suelos con baja retención de humedad en comparación con suelos ubicados en suaves laderas (Vetter, et al. 2006), estas condiciones son menos favorables para el desarrollo de las plantas, ya que ralentizan el ritmo en que estas invadan el terreno (Youcefi, et al. 2020).

Strenberg y Shoshany (2001) y Albaba (2014), determinaron que la pendiente tiene efectos significativos en la composición florística, la estructura y la densidad en los ecosistemas. Amezaga et al. (2004); Kirkby et al. (1990); Kutiel (1992); Ates (2011) mencionan que la pendiente da lugar a cambios en la morfología de las plantas, incrementando forrajes con un menor valor nutricional, dado a que las diferencias de radiación solar, afectan la temperatura superficial del suelo, la evaporación y la capacidad de retención de agua.

Ates, (2017) observó que ciertos rasgos agronómicos (rendimiento de materia verde y materia seca) y botánicos (índice de cobertura del suelo, altura de la vegetación y composición botánica) fueron afectados por la pendiente. Por lo tanto, utilizar pastos adaptados a las irregularidades del terreno, es esencial para asegurar la productividad en los sistemas ganaderos, especialmente en regiones donde dichas irregularidades son desafiantes. Los pastos adaptados, tienen capacidad para soportar estas fluctuaciones, manteniendo su crecimiento y calidad nutricional, garantizando la disponibilidad de alimento todos los días del año (Giraldo et al. 2018).

Las cultivares que han co-evolucionado en entornos particulares, desarrollan mecanismos que optimizan el uso de los recursos del suelo, reducen la necesidad de riego y/o aplicación intensiva de fertilizantes, lo que además disminuye los costos de producción para los ganaderos (Rodríguez y Pérez, 2020).

Los pastos adaptados, no solo logran expresar su potencial de crecimiento (Cruz et al. 2019) en su entorno natural, sino que también mantienen su calidad nutricional, importante para el desempeño productivo y reproductivo del ganado. Forrajes adaptados a las irregularidades del terreno, pueden tener un contenido mayor de proteínas, fibra digestible y minerales esenciales. Los animales que consumen pastos de mejor calidad tienen tasas de conversión alimentaria más altas y son más saludables, lo que impacta directamente en la producción secundaria (Cordero et al. 2020).

Cultivar pastos adaptados, también contribuye a la conservación del suelo, ya que muchas especies nativas o aclimatadas tienen sistemas radicales profundos que ayudan a prevenir la erosión del suelo y mejorar su estructura. Estos pastos pueden fijar nutrientes y aumentar la materia orgánica del suelo, promoviendo un ciclo más

sostenible de nutrientes. Además, al minimizar la necesidad de prácticas agrícolas intensivas, se reduce la degradación de los suelos y se mejora la biodiversidad del ecosistema (López et al. 2019).

Los sistemas ganaderos que utilizan pastos adaptados, tienden a requerir menos insumos externos, como fertilizantes o suplementos alimenticios, ya que las plantas se desarrollan mejor en su entorno natural. Esto no solo es ventajoso desde una perspectiva económica, sino que también promueve, una producción más sostenible, reduciendo la huella de carbono y los impactos asociados al uso de insumos artificiales (Lascano y Estrada, 2016).

En definitiva, el cultivar pastos adaptados a las irregularidades del terreno, ofrecen múltiples beneficios para la producción ganadera, desde la mejora en la eficiencia del uso de recursos hasta la sostenibilidad ecológica. Estos forrajes garantizan una mayor estabilidad en la producción y contribuyen a la conservación de los recursos naturales.

A pesar de ello, las investigaciones solo consideran tierras planas para ejecutar los ensayos. De allí que el INIAP trabaja arduamente para identificar y optimizar las especies forrajeras que mejor se adaptan a las irregularidades del terreno. Esto no solo contribuirá a mejorar la calidad del forraje disponible, sino que también permitirá el desarrollo de prácticas agrícolas amigables con el ambiente y con el uso eficiente de los recursos naturales.

Rodríguez et al. (2020) indicaron que las especies nativas y variedades naturalizadas tienen mayor cantidad de proteína cruda y mejor digestibilidad, lo que impacta directamente en el rendimiento animal. Pastos de los géneros *Panicum* y *Brachiaria* son ampliamente utilizados en zonas tropicales, debido a su tolerancia a la sequía y su capacidad de crecer en suelos de baja fertilidad (Giraldo et al. 2018). Las *Brachiaria decumbens* son reconocidos por su capacidad de mejorar la estructura del suelo y su resistencia a la compactación, lo que contribuye a la regeneración de áreas degradadas (López et al. 2019).

Materiales y Métodos

La investigación se realizó en la Estación Experimental Tropical Pichilingue (EETP), ubicada a 5 km de la vía Quevedo – El Empalme, cantón Mocache, provincia de Los Ríos. Los parámetros climatológicos promedio fueron: Humedad Relativas 90,26%; Heliofanía 60,6 horas luz; Temperatura 26,3 °C; Precipitación 198 mm (Navas, 2023). Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con arreglo de parcela dividida, la topografía (plano e inclinado) fue asignada a la parcela grande y las especies (*Panicum maximum* cv Saboya, *Panicum maximum* cv Mombasa, *Brachiaria brizantha* cv Xaraes, y *Brachiaria decumbens* cv Basilisk) fueron distribuidas en las parcelas

pequeñas, se ejecutaron cuatro repeticiones, constituyendo 32 unidades experimentales cada una de 24m² (3m x 8m) de área, se realizó un análisis de suelo por pendiente tomando 10 muestras al azar para conocer las características fisicoquímicas del mismo, como base para el manejo nutricional. Las variables evaluadas fueron: **Número de macollos.**- se contabilizó el número de macollos existentes por planta; **Altura de planta (cm).**- se midió desde la base del tallo hasta el ápice de la planta, utilizando un metro o regleta, de acuerdo al tamaño de la planta; **Largo de hoja (cm).**-se procedió a medir desde la base hasta el ápice de hoja basal; **Ancho de la hoja (cm).**- se midió el ancho en la parte media de la hoja basal; **Distancia entre nudos (cm).**- utilizando una cinta métrica se midió la distancia existente entre los dos primeros nudos; **Diámetro de tallo (mm).**- con ayuda de un calibrador de Vernier se midió el diámetro del tallo a los 10 cm desde su base; **Rendimiento de materia verde (kg ha⁻¹).**- se realizó el corte a 10 cm del nivel del suelo y se pesó el forraje usando una balanza digital. **Rendimiento de materia seca (kg ha⁻¹).**- de las plantas que se cortaron para el rendimiento de materia verde, se picó en pedazos entre 3 a 5 cm, se mezcló hasta obtener una muestra homogénea y se extrajo una submuestra de 1 kg que se secó en una estufa, luego se pesó su contenido de materia seca.

Antes de llevar a cabo los análisis estadísticos, se verificaron los datos generados tenían una distribución normal, para el efecto se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro y Wilks. Para determinar que las variables fuesen homogéneas se aplicó la prueba de homogeneidad Levene. Los datos se analizaron mediante un análisis de varianza (ANOVA) utilizando la Prueba de Tukey al 5% para determinar diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos, los datos se corrieron en el software estadístico INFOSTAT versión 2020.

Resultados y Discusiones

Variables agronómicas

Número de macollos

El número de macollos en pastos del género *Panicum* puede variar considerablemente según la especie, las condiciones ambientales, el manejo del pasto y la fase de crecimiento. En general, se ha observado que los cultivares de *Panicum* pueden formar desde unos pocos hasta decenas de macollos por planta, dependiendo de factores como la fertilidad del suelo y el régimen de riego (Baker y Ares, 2006; Sollenberger y Burns, 2010; Morrison y Moore, 2011).

Según Taipe y Molina (2024), una planta de *Panicum* alcanza un promedio de 47 macollos cuando se aplican bioestimulantes, como el macerado de restos de vegetales, cuyas fitohormonas, permiten incrementar la actividad enzimática y el metabolismo de la planta, ayudando al

crecimiento y rendimiento, debido a su mejora en el sistema radical.

El número de macollos en pastos del género *Brachiaria* puede variar según la especie, el manejo y las condiciones ambientales. En general, se ha reportado que las *Brachiaria* puede desarrollar entre 5 y 20 macollos por planta, aunque este número puede aumentar en condiciones óptimas (Morris y Tilley, 1993; Pérez y Rojas, 2001; Sollenberger y Burns, 2010; Morrison y Moore, 2011; Dubeux y Santos, 2017).

Wassie, et al. (2018) reportaron que el cultivar Eth. 13809 a los 120 días de edad tiene 45,56 macollos en topografías altas, 35,77 macollos en topografías bajas y 35,07 en topografías medias.

Los resultados de este estudio están por debajo de los valores reportados, sin embargo, se observó diferencias significativas con relación a la topografía, presentando los valores más altos 9,16 y 11,16 macollos a los 64 y 81 días

de edad respectivamente para topografía inclinada (Figura 1). Se observó dos rangos de significación para la interacción Topografía x Variedad a los 64, 71 y 81 días de edad, presentando los valores más bajos para la interacción A1B2 (Plano x Mombasa) con 8,05 macollos, A2B2(Inclinado x Mombasa) con 9,05 macollos y A1B2 (Plano x Mombasa) con 10,05 macollos respectivamente (Figura 2)

La cantidad de macollos es un atributo importante de los pastos ya que aumenta las posibilidades de supervivencia, tiene influencia en el área foliar y por ende en el rendimiento de materia verde y materia seca disponible (Skerman y Riveros, 1990). Además, es un indicador de la eficiencia en el uso de los recursos. La gran cantidad de macollos producidos por algunas especies de pastos les permite alcanzar el máximo crecimiento a una edad más temprana y recuperarse más rápido después de la defoliación (Laidlaw, 2005).

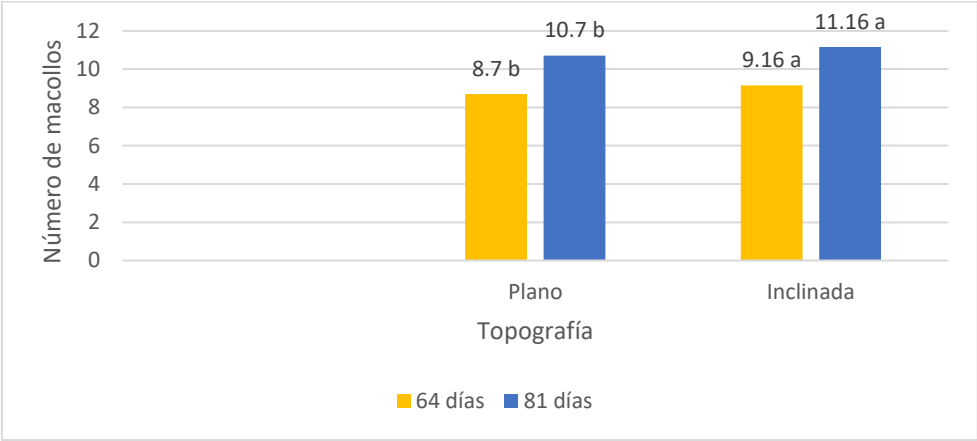


Figura 1. Número de macollos a los 64 y 81 días de edad, considerando la topografía.

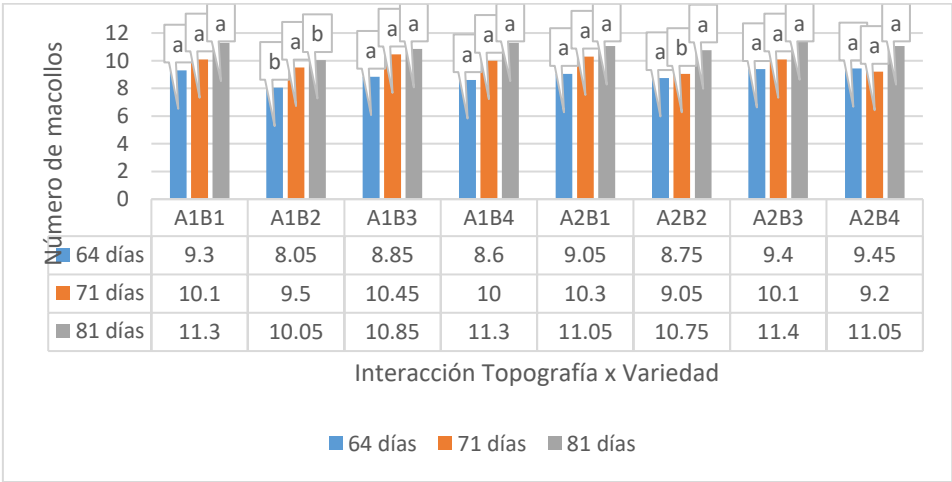


Figura 2. Número de macollos para la interacción Topografía x Variedad, a los 64, 71 y 81 días de edad.

A1=Plano, A2=Inclinado; B1= Saboya, B2=Mombasa, B3=Xaraes, B4=Basilisk

Altura de planta

La altura de la planta guarda una estrecha relación con la biomasa o cantidad de materia vegetal de un pasto y condicionan el régimen de pastoreo por los distintos requerimientos y adaptaciones de los herbívoros (Gómez, 2008). Sin embargo, puede no ser una estimación importante del rendimiento de biomasa esperado, pues un alto rendimiento podría deberse a una gran cantidad de macollos (Wassie, et al. 2018).

Los valores de altura de los pastos del género *Panicum* pueden variar significativamente entre terrenos en pendiente y planos, así como según las condiciones de manejo y el estado fenológico de la planta. Generalmente, en condiciones óptimas, los *Panicum* alcanzan alturas entre 60 a 120 cm en terrenos planos y de 40 a 80 cm en pendientes (Rao y Ferreira, 2006; Sollenberger y Burns, 2010; Valle y Siqueira, 2007)

Para Carlosama, (2020) estos pastos alcanzan una altura promedio de 134 cm. El *Panicum máximum* cv. Zuri,

alcanzó valores de 86,31; 122,30; 91,96 y 122,56 cm en altura de planta a los 20, 45, 60 y 90 días de edad cuando se sembró a una distancia de (0,60 x 0,60). Cunalata (2019) obtuvo como promedio 226 cm de altura del pasto Saboya (*Panicum máximum* Jacq.). Joaquín et al. (2009) indican que los pastos obtienen resultados positivos si se hace una fertilización nitrogenada. Herazo y Morelo (2008) obtuvieron plantas con alturas de 79,33 cm bajo un abonamiento de estiércol fluido y 86,00 cm con la fertilización de DAP+UREA a los 30 días de edad. Lemus et al. (2015) observaron alturas de 79,93 y 80,66 cm a los 60 días de edad del pasto Mombasa y Tanzania respectivamente. Taipe y Molina (2024) obtuvieron plantas de 139,52; 137,73 y 136,90 cm a los 34 días de edad, cuando aplicaron ADMF, MAXFUN y Lixiviado de cama de lombriz respetivamente.

Según Nguku, (2016) los cultivares de *B. brizantha*: Eth. 13726, Eth.13809 y Eth.1377 son más altos que los cultivares Llanero, MG4, Marandú, Piatá, Mulato II, Basilisk y Xaraes, en tierras secas de Kenia.

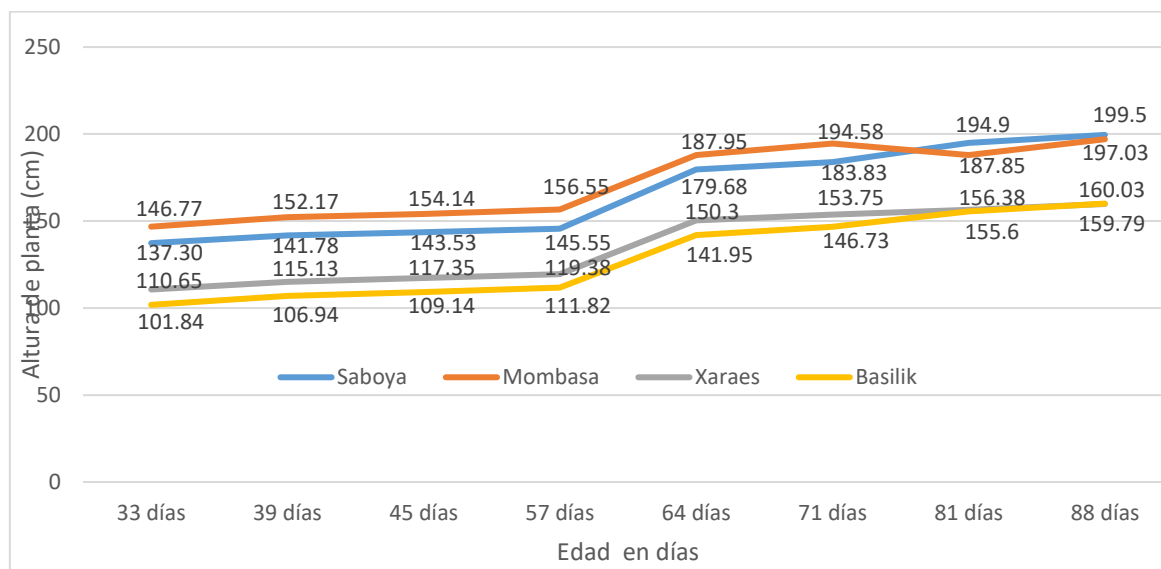


Figura 3. Altura de planta en topografía plana

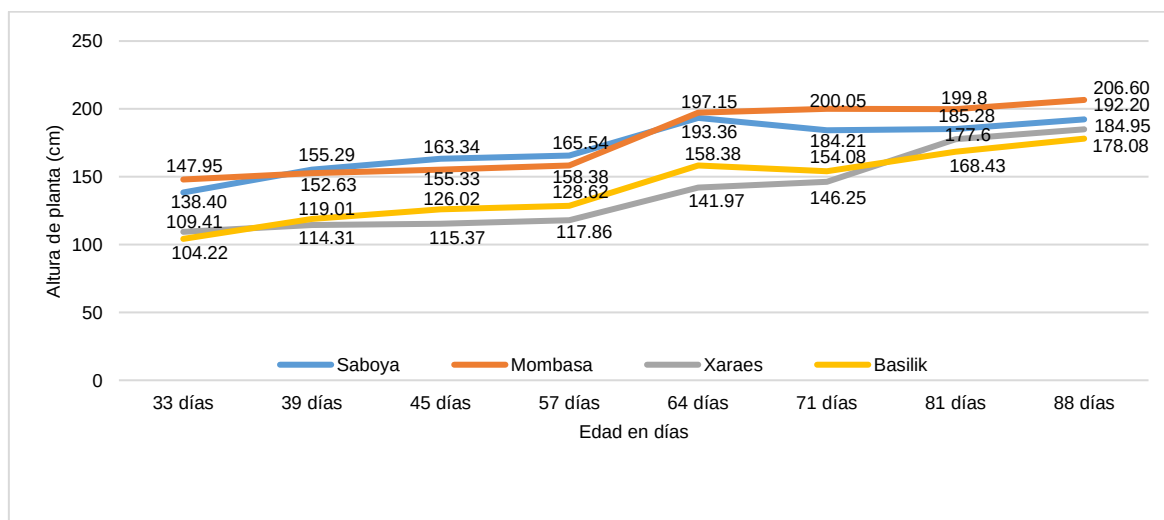


Figura 4. Altura de planta en topografía inclinada

En este estudio se observó diferencias significativas para variedades, considerando a los cultivares saboya y mombasa con los valores más altos en todas las edades, tanto para topografía plana como para inclinada (Figura 3 y 4). Y los cultivares xaraes y basilisk, resultaron iguales para la segunda categoría, la diferencia de la altura se debe al hábito de crecimiento de los panicum vs las brachiarias.

No se observó diferencias estadísticas para las variables: largo y ancho de hoja, distancia entre nudos y diámetro de tallo.

Variables productivas

Rendimiento de materia verde (MV)

El rendimiento de materia verde de *Panicum maximum*, puede variar según diversos factores como las condiciones climáticas, el manejo agronómico, el tipo y la pendiente del suelo. En condiciones óptimas, este pasto puede producir entre 15 y 30 tha^{-1} de materia verde al año. Sin embargo, en sistemas bien manejados, especialmente en suelos fértiles y con riego adecuado, se han reportado rendimientos de hasta 50 toneladas por hectárea. Es importante considerar prácticas de manejo como la fertilización, el control de plagas y enfermedades, y el pastoreo rotacional para maximizar el rendimiento (Sánchez y Pizarro, 2008).

Castañeda, (2021) al evaluar el pasto *Panicum máximum* cv. Tanzania, obtuvo rendimientos de 6,67; 7,43 y 8,93 tha^{-1} de MV por corte a los 35, 45 y 50 días de edad respectivamente.

La *Brachiaria brizantha* producen entre 10 a 20 tha^{-1} de MV por año, en condiciones óptimas (Dubeux et al. 2016). *Brachiaria decumbens* de 8 a 15 tha^{-1} de MV por año, dependiendo del manejo (Müller et al. 2019). *Brachiaria humidicola* 8 a 18 tha^{-1} de MV, especialmente en suelos húmedos (Tivane et al. 2020)

Los géneros *Brachiaria* y *Panicum* son los más cultivados en Brasil, presentando alta plasticidad fenotípica a suelos ácidos; además, en épocas de alta precipitación, presentan alto desempeño en cuanto a producción de biomasa forrajera (Euclides et al. 2008, 2019; Costa et al. 2021), pero, en el período seco, los macollos retardan el flujo tisular, evento que es evidente en pasturas de *Panicum* (Montagner et al. 2012), comprometiendo la nutrición de los animales en condiciones de pastoreo. Al respecto, Barbosa et al. (2018) encontraron que esto podría ser sorteado utilizando varios grupos funcionales de gramíneas, intercalando gramíneas más exigentes (*Panicum* spp.) con cultivares menos exigentes en términos de recursos abióticos (*Brachiaria* spp.), por lo que la oferta de forraje no sufriría altos impactos de reducción.

En este estudio, no se evidenció diferencias estadísticas para el rendimiento de materia verde (Tabla 1)

Rendimiento de materia seca (MS)

Castañeda (2021), al evaluar *Panicum máximum* cv. Tanzania observó rendimientos 1,10; 1,40 y 1,65 tha^{-1} de MS por corte a los 35, 45 y 56 días respectivamente, rendimiento que es directamente proporcional con la cantidad de forraje verde producido en sistema silvo pastoril intensivo.

Ramírez et al. (2010) estudiando el pasto *Panicum maximun* cv. Likoni en la región oriental de Cuba; a los 90 días de edad, obtuvo rendimientos de 7,23 tha^{-1} de MS por corte en invierno y 2,16 tha^{-1} de MS por corte en verano, indica que dichos valores están relacionados con los factores edafoclimáticos, ya que los valores mínimos se obtuvieron en regiones con menos precipitación, lo cual limita la eficiencia en los procesos fisiológicos y, por tanto, en el desarrollo de la planta.

Quintero et al. (2012) señalan que la evaporación es el factor climático con mayor influencia en el porcentaje de materia seca. Reportan que cuando el aire se seca alrededor de la superficie foliar, las estomas se cierran y la luz no es utilizada eficientemente, este comportamiento se relacionada con el aumento del proceso fotosintético y con ello, la síntesis de carbohidratos estructurales (celulosa, hemicelulosa y lignina), lo que trae consigo acumulación de materia seca.

Padilla, et al. (2002, citados en Verdecia et al. 2008) concluye que las plantas se desarrollaron en los meses de mayor intensidad luminosa, temperatura y precipitaciones, que son condiciones necesarias para que el pasto exprese su máximo potencial. Así también Padilla, et al. (2001), señaló que el déficit de humedad en el suelo, inhibe la asimilación del CO_2 , debido al cierre de las estomas y de esta forma disminuye la actividad fotosintética, con una reducción del crecimiento y desarrollo de la planta.

En la tabla 1 se observa diferencias estadísticas tanto para el porcentaje como para el rendimiento de materia seca, encontrándose con los valores más altos a la variedad Basilisk en topografía plana e inclinada con 11079,14 15540,32 kg ha^{-1} de MS respectivamente.

Tabla 1. Rendimiento de materia verde (MV) y materia seca (MS) en la evaluación de cuatro variedades en dos diferentes topografías.

Topografía	Variedad	Rendimiento MV kg.ha ⁻¹	Porcentaje MS	Rendimiento MS kg.ha ⁻¹
Plano	<i>Panicum maximum</i> cv Saboya	44667,71a	23,50b	10496,91b
Plano	<i>Panicum maximum</i> cv Mombasa	40264,58a	21,82c	8785,73c
Plano	<i>Brachiaria brizantha</i> cv Xaraes	38065,63a	23,83b	9071,04b
Plano	<i>Brachiaria decumbens</i> cv Basilisk	41697,92a	26,57a	11079,14a
Inclinada	<i>Panicum maximum</i> cv Saboya	44425,00a	23,48b	10430,99b
Inclinada	<i>Panicum maximum</i> cv Mombasa	55875,00a	22,19b	12398,66b
Inclinada	<i>Brachiaria brizantha</i> cv Xaraes	45255,00a	24,56b	11114,63b
Inclinada	<i>Brachiaria decumbens</i> cv Basilisk	53275,00a	29,17a	15540,32a
CV		29,50	7,97	7,97

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

Conclusiones

Con base en los resultados presentados se concluye que la variedad Basilisk se ha adaptado mejor a pendientes variables, aportando mayor cantidad de materia seca, lo que significa más forraje disponible para el ganado, mejor productividad y salud de los animales. Pastos con alto rendimiento de materia seca puede aprovechar mejor los recursos como el agua, la luz solar y los nutrientes del suelo, lo que contribuye a una producción más sostenible, mantienen la calidad del suelo y reducen la erosión, lo que es beneficioso para el medio ambiente. Al aumentar el rendimiento de materia seca puede traducirse en mayores ingresos para los ganaderos, al permitir un mejor aprovechamiento del terreno y una mayor producción de carne.

Agradecimiento

Al “Fondo de Investigación de Agrobiodiversidad, Semillas y Agricultura Sustentable – FIASA” por el financiamiento al proyecto “Generación de estrategias climáticamente inteligentes para la producción de biomasa forrajera y su transformación en proteína animal en el Litoral ecuatoriano” FIASA-EETP-2023-02 del cual fue parte esta actividad.

REFERENCIAS

1. Albaba, I. (2014). The effects of slope orientations on vegetation characteristics of Wadi Alquf forest reserve (WAFR) West Bank–Palestine. *International Journal of Agricultural and Soil Science*, 2, 118–125.
2. Amezaga, I., Mendarte, S., Albizu, I., Besga, G., Garbisu, C., & Onaindia, M. (2004). Grazing intensity, aspect, and slope effects on

limestone grassland structure. *Journal of Range Management*, 57(6), 606–612.

3. Ates, E. (2011). Some chemical and morphological properties of five clover species (*Trifolium* sp.) at different aspects of pasture in Belovets village (Razgrad), Bulgaria. *International Journal of Plant Production*, 5(3), 255–262.
4. Ates, E., & Tekeli, A. S. (2011). Changes of some morphological and forage quality properties depending on different pasture aspects in sweet pea (*Lathyrus odoratus* L.). *Romanian Journal of Grasslands and Forage Crops*, 3, 31–38.
5. Ates, E. (2017). Efecto de aspectos de la pendiente, la vegetación y pastos antropogénicos en dos tratamientos de pastoreo. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 34, 236.
6. Baker, J. M., & Ares, A. (2006). *Panicum* grasses in the southeastern United States. *Agronomy Journal*, 98(4), 948–955.
7. Barbosa, R. A., Medeiros Neto, C., Zimmer, A. H., et al. (2018). Alternativas para o estabelecimento de consórcios de gramíneas tropicais. Embrapa.
8. Carlosama Ibijes, X. A. (2020). Influencia de aliso (*Alnus nepalensis* D. Don.) en sistema silvopastoril, en la parroquia Jacinto Jijón y

- Caamaño, provincia del Carchi. [Tesis de licenciatura, Universidad Técnica del Norte].
9. Castañeda Sánchez, K. A. (2021). Efecto de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham, en la retención de humedad del suelo, producción y calidad nutricional del *Panicum maximum* cv. Tanzania en el sistema silvopastoril intensivo y en el sistema típico del productor, en época de lluvia, en Chiquimula. [Trabajo de graduación, Universidad de San Carlos de Guatemala].
 10. Cordero, A., et al. (2020). Mejoramiento de forrajes adaptados a la sequía en regiones tropicales. *Agroforestería para el Desarrollo*.
 11. Costa, C. M., Difante, G. S., Costa, A. B. G., et al. (2021). Grazing intensity as a management strategy in tropical grasses for beef cattle production: A meta-analysis. *Animal*, 15, 100192.
<https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100192>
 12. Cruz, J., et al. (2019). Adaptación de forrajes tropicales en zonas de clima variable. *Revista de Producción Animal*, 18(2), 45–60.
 13. Dubeux Jr, J. C. B., & Santos, M. M. (2017). Productivity and sustainability of *Brachiaria* pastures. *Forage and Grazinglands*, 15(1), 1–10.
 14. Endress, B. A., Naylor, B. J., Parks, C. G., & Radosevich, S. R. (2007). Landscape factors influencing the abundance and dominance of the invasive plant *Potentilla recta*. *Rangeland Ecology & Management*, 60(3), 218–224.
 15. Euclides, V. P. B., Macedo, M. C. M., Zimmer, A. H., et al. (2008). Avaliação dos capins Mombaça e Massai sob pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37(1), 18–26.
 16. Flores, P., et al. (2023). Ecofisiología de pastos tropicales: Estrategias para el cambio climático. *Agricultura Sostenible*, 25(1), 67–81.
 17. García, M., et al. (2021). Mejora genética y manejo de forrajes: Implicaciones para la producción ganadera. *Journal of Livestock Science*, 14(3), 123–138.
 18. Giraldo, L., et al. (2018). Evaluación de gramíneas forrajeras en sistemas ganaderos bajo condiciones de estrés hídrico. *Revista de Producción Animal*.
 19. Gómez, D. (2008). Métodos para el estudio de pastos: Caracterización, ecología y valoración.
 20. Gxasheka, M., Gajana, C. S., & Dlamini, P. (2023). The role of topographic and soil factors on woody plant encroachment in mountainous rangelands: A mini literature review. *Heliyon*, 9(10), e20615.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20615>
 21. Jin, X. M., Zhang, Y. K., Schaepman, M. E., Clever, J. G. P. W., & Su, Z. (2008). Impact of elevation and aspect on the spatial distribution of vegetation in the Qilian mountain area with remote sensing data. *International Society for Photogrammetry and Remote Sensing*, 37, 1385–1390.
 22. Kirkby, M. J., Atkinson, K., & Lockwood, J. (1990). Aspect, vegetation cover and erosion on semi-arid hillslopes. In *Vegetation and Erosion* (pp. 1–20). John Wiley & Sons.
 23. Kumar, L., Skidmore, A. K., & Knowles, E. (1997). Modelling topographic variation in solar radiation in a GIS environment. *International Journal of Geographical Information Science*, 11(5), 475–497.
 24. Kutiel, P. (1992). Slope aspect effect on soil and vegetation in a Mediterranean ecosystem. *Israel Journal of Botany*, 41, 243–250.
 25. Laidlaw, A. (2005). The relationship between tiller appearance in spring and contribution of dry-matter yield in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) cultivars differing in heading date. *Grass and Forage Science*, 60(2), 200–209.
 26. Lascano, C. E., & Estrada, J. (2016). El uso de forrajes mejorados para reducir costos en la producción ganadera. *Pastos Tropicales*, 35(2), 120–130.
 27. León, J. (2000). *Botánica de los cultivos tropicales* (3.ª ed.). IICA.
 28. López, G., et al. (2019). Manejo de pastizales y calidad forrajera en sistemas ganaderos tropicales. *Ciencia y Suelo*.

29. Montagner, D. B., Nascimento Júnior, D., Vilela, H. H., et al. (2012). Tillering dynamics in pastures of guinea grass subjected to grazing severities under intermittent stocking. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41(3), 544–549.
30. Morris, R. A., & Tilley, J. M. (1993). Morphological characteristics of *Brachiaria* species. *Tropical Grasslands*, 27, 109–114.
31. Morrison, J. A., & Moore, K. J. (2011). Regrowth characteristics of warm-season grasses. *Crop Science*, 51(5), 2074–2081.
32. Navas Coello, C. (2023). Valores diarios registrados en diciembre 2023. Unidad de Documentación, Estación Experimental Tropical Pichilingue, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
33. Nguku, S., Musimba, N., Njarui, D., Mwobobia, R., & Kaindi, E. (2016). Effects of acid scarification on germination of the genus *Brachiaria* grass cultivars. *International Journal of Scientific Research and Innovative Technology*, 3(1), 45–50.
34. Padilla, C., Colom, S., Díaz, M. F., Cino, D. M., & Curbelo, F. (2001). Efecto del intercalamiento de *Vigna unguiculata* y *Zea maíz* en el establecimiento de *Leucaena leucocephala* vc Perú y *Panicum maximum* vc Likoni. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 35(2), 167–173.
35. Pérez, E., & Rojas, L. (2001). El manejo de pastos de *Brachiaria* en sistemas de producción animal. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 10(1), 45–55.
36. Pérez, L., & López, H. (2022). Impactos del cambio climático en la calidad del forraje. *Agroecología y Sistemas Sostenibles*, 7(4), 89–102.
37. Peters, M., & Lascano, C. E. (2018). Forrajes tropicales y su adaptación a condiciones edafoclimáticas diversas: implicaciones para la producción ganadera. *Agroecología y Desarrollo Sostenible*, 12(3), 215–228.
38. Quintero, B. C., Clavero, T., Castro del Rincón, C., del Villar, A., & Araujo Febres, O. (2012). Efecto de los factores climáticos y altura de corte sobre el valor nutritivo y producción de materia seca del pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Mott). *Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia*, 12(1), 81–94.
39. Ramírez, F., et al. (2018). Estrategias para mejorar la calidad del forraje en sistemas de producción ganadera. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 19(4), 101–112.
40. Ramírez, J. L., Verdecia, D., Leonard, I., & Álvarez, Y. (2010). Rendimiento de materia seca y calidad nutritiva del pasto *Panicum maximum* vc. Likoni en un suelo fluvisol de la región oriental de Cuba. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 11(7), 1–14.
41. Rao, I. M., & Ferreira, A. (2006). Forage and grazing land management in the tropics. *Pasture and Forage Science*, 61(1), 23–34.
42. Rodríguez, A., & Pérez, M. (2020). Pastos tolerantes a la sequía: una alternativa frente al cambio climático. *Agroforestería Tropical*.
43. Rodríguez, A., et al. (2020). Efecto del manejo del pastoreo en la calidad del forraje en regiones tropicales. *Revista de Producción Animal Sostenible*, 11(2), 30–40.
44. Sánchez, E. E., & Pizarro, E. (2008). Evaluación del rendimiento de forrajes en pastos tropicales. En *Forrajes Tropicales: Estructura y Composición*. Ediciones INTA.
45. Schulze, R. E., Maharaj, M., Warburton, M. L., Gers, C. J., Horan, M. J. C., Kunz, R. P., & Clark, D. J. (2007). *South African atlas of climatology and agrohydrology*. Water Research Commission, Pretoria, RSA. WRC Report, 1489(1), 06.
46. Skerman, P. J., & Riveros, F. (1990). *Tropical grasses* (FAO Plant Production and Protection Series No. 23). Food and Agriculture Organisation.
47. Sollenberger, L. E., & Burns, J. C. (2010). Forage management in the tropics. *Tropical Grasslands*, 44(1), 1–12.
48. Stenberg, M., & Shoshany, M. (2001). Influence of slope aspect on Mediterranean woody formations: Comparison of a semiarid

- and an arid site in Israel. *Ecological Research*, 16, 335–345.
49. Taïpe-Taïpe, M. V., & Molina-Hidrovo, C. A. (2024). Evaluación de promotores de crecimiento en el cultivo de *Panicum maximum* cv. Mombasa. *Revista de Ciencias Agropecuarias ALLPA*, 7(14), 40–63. <https://doi.org/10.56124/allpa.v7i14.0077>
 50. Valle, C. B., & Siqueira, E. A. (2007). Responses of *Panicum* species to different management practices. *Tropical Grasslands*, 41(2), 83–92.
 51. Vera, P., et al. (2020). Limitantes edafoclimáticas en la producción de forraje en el trópico. *Ecosistemas y Recursos Naturales*, 9(2), 55–71.
 52. Verdecia, D. M., Ramírez, J. L., Leonard, I., Pascual, Y., & López, Y. (2008). Rendimiento y componentes del valor nutritivo del *Panicum maximum* cv. Tanzania. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 9(5), 1–9.
 53. Vetter, S., Goqwana, W. M., Bond, W. J., & Trollope, W. W. (2006). Effects of land tenure, geology and topography on vegetation and soils of two grassland types in South Africa. *African Journal of Range and Forage Science*, 23(1), 13–27.
 54. Wassie, W. A., Tsegay, B. A., Wolde, A. T., et al. (2018). Evaluation of morphological characteristics, yield and nutritive value of *Brachiaria* grass ecotypes in northwestern Ethiopia. *Agriculture & Food Security*, 7, 89. <https://doi.org/10.1186/s40066-018-0239-4>
 55. Weatherspark. (2024). El clima y el tiempo promedio en todo el año en Calceta – Ecuador. <https://es.weatherspark.com/y/18310/Clima-promedio-en-Calceta-Ecuador-durante-todo-el-a%C3%B1o>
 56. Wright, A. H. (1997). *Flora de las gramíneas de Puerto Rico*.
 57. Youcefi, M. N., Bouhoun, M. D., Kemassi, A., & El-Hadj, M. D. O. (2020). Relationship between topography and the distribution of matorral plant species in the Saharan Atlas: Case of Djebel Amour, Algeria. *Acta Ecologica Sinica*, 40(3), 237–246.