

Respuesta Agronómica y Económica del King Grass a Diferentes Alturas de Corte y Fertilización Orgánica

Agronomic and Economic Response of King Grass to Different Cutting Heights and Organic Fertilization

 Ingrid Alejandra Pinargote-Guerra^{1*},  Jean Carlos Pita-Zambrano²,  Miguel Angel Macay-Anchundia²

¹ Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador

² Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión El Carmen, Ecuador

Recibido: 15 de mayo de 2026. **Aceptado:** 30 de julio de 2026. **Publicado en línea:** 16 de agosto de 2026

*Autor de correspondencia: ipinargoteg@uteq.edu.ec

Resumen

Justificación: La respuesta del King Grass al manejo agronómico varía según las condiciones de cultivo. **Objetivo:** Evaluar el desarrollo fenológico, la producción de biomasa y la rentabilidad de King Grass sometido a tres alturas de corte y tres dosis de biol. **Metodología:** Diseño de bloques completos al azar con 12 tratamientos y tres repeticiones. Las alturas fueron 0, 10 y 20 cm, y las dosis 9, 18 y 27 ml de biol en 2,5 l de agua por parcela; se incluyó un control. Se midió altura, longitud y ancho de hoja, número de hojas, diámetro y número de tallos a intervalos de 15 días; la materia seca, biomasa verde y rentabilidad se determinaron a los 60 días. **Resultados:** La interacción altura × fertilización no fue significativa en las variables fenológicas ni en la biomasa. El corte a 0 cm favoreció ancho de hoja, número de hojas y diámetro del tallo; el corte a 20 cm presentó mayor altura inicial y número de tallos. El testigo alcanzó mayor longitud foliar y diámetro. La materia seca máxima fue 27,15% en T11, mientras T10 produjo 13 703,71 kg ha⁻¹ de materia verde y una relación beneficio/costo de 0,59. **Conclusión:** La fertilización con biol no superó al testigo y el corte a 0 cm ofreció la mejor combinación de producción y rentabilidad.

Palabras clave: altura de corte, biol, biomasa, King Grass, rentabilidad.

Abstract

Justification: The response of King Grass to agronomic management varies according to growing conditions. **Objective:** To evaluate the phenological development, biomass production, and profitability of King Grass subjected to three cutting heights and three biol doses. **Methodology:** A randomized complete block design with 12 treatments and three replications was used. Cutting heights were 0, 10, and 20 cm, and biol doses were 9, 18, and 27 ml diluted in 2.5 L of water per plot; a control treatment was included. Plant height, leaf length and width, number of leaves, stem diameter, and number of stems were measured at 15-day intervals; dry matter, green biomass, and profitability were determined at 60 days. **Results:** The cutting height × fertilization interaction was not significant for phenological variables or biomass. Cutting at 0 cm favored leaf width, number of leaves, and stem diameter, whereas cutting at 20 cm resulted in greater initial plant height and number of stems. The control showed greater leaf length and stem diameter. The highest dry matter content was 27.15% in T11, while T10 produced 13,703.71 kg ha⁻¹ of green biomass and a benefit-cost ratio of 0.59. **Conclusion:** Biol fertilization did not outperform the control, and cutting at 0 cm provided the best combination of production and profitability.

Keywords: cutting height, biol, biomass, King Grass, profitability.

Cita: Pinargote-Guerra, I. A., Pita-Zambrano, J. C., & Macay-Anchundia, M. A. (2026). Respuesta Agronómica y Económica del King Grass a Diferentes Alturas de Corte y Fertilización Orgánica. *Erevna Research Reports*, 4(2), e2026040. <https://doi.org/10.70171/q5xbg140>



INTRODUCCIÓN

El King Grass (*Pennisetum spp.*), es una gramínea perenne de crecimiento rápido utilizada en sistemas de corte y acarreo por su elevada capacidad de acumulación de forraje. Su importancia radica en que puede sostener la oferta de alimento durante periodos de escasez, aunque la cantidad y la calidad del material cosechado dependen del estado de madurez, del ambiente y del manejo agronómico. Estudios recientes confirman que el intervalo de cosecha modifica simultáneamente la producción de materia seca, la proporción de hojas y la concentración de proteína, de modo que el aumento de biomasa con la edad suele acompañarse de una reducción de la calidad nutricional (Islam et al., 2024; Tadele & Ayinshte, 2026).

La altura residual después del corte regula el área foliar remanente, las reservas disponibles para el rebrote y la persistencia de las macollas. Una altura elevada puede acelerar la respuesta inicial porque conserva tejido fotosintético, mientras un corte más bajo puede reducir la competencia de material envejecido y favorecer la emisión de hojas nuevas. El efecto final no es universal, pues varía con el cultivar, la edad de cosecha, la disponibilidad hídrica y la fertilidad del suelo. En Napier grass se han documentado respuestas diferenciadas de altura de planta, número de hojas, macollamiento y rendimiento ante cambios en el momento y la intensidad de cosecha (Lin et al., 2023; Oluwadele et al., 2024; Tadele & Ayinshte, 2026).

La fertilización constituye otro componente central del manejo (López, 2020). King Grass presenta alta capacidad de absorción de nutrientes y puede responder a la adición de nitrógeno, potasio o fuentes orgánicas (Rivera Espinosa et al., 2022); sin embargo, una respuesta productiva depende de que el nutriente aplicado sea limitante y de que la dosis, el momento y la forma de aplicación sean adecuados (Paniagua-Molina et al., 2026). Botero-Londoño et al. (2021) observaron que la fertilización y la edad de corte alteraron la producción de biomasa y la captación de nutrientes, mientras que Gonçalves et al. (2022) registraron incrementos de productividad con dosis elevadas de biofertilizante. A su vez, Dokbua et al. (2021) mostraron que la respuesta del pasto híbrido fue más marcada al nitrógeno que al potasio, lo que evidencia que no todas las fuentes o dosis generan el mismo efecto. En este sentido, la respuesta del forraje a la fertilización debe analizarse conjuntamente con las condiciones de manejo y el momento de cosecha, debido a que estos factores pueden modificar la acumulación de biomasa y el aprovechamiento de los nutrientes. Asimismo, el uso de fertilizantes orgánicos requiere valorar si el incremento productivo obtenido compensa la cantidad aplicada y los costos asociados a su utilización (Botero-Londoño et al., 2021; Gonçalves et al., 2022).

En el cantón El Carmen, donde la ganadería depende de forrajes tropicales, resulta necesario identificar prácticas que aumenten la disponibilidad de pasto sin elevar innecesariamente los costos. La evaluación conjunta de la altura de corte y la fertilización permite determinar alternativas de manejo orientadas a mantener la productividad del cultivo y favorecer su aprovechamiento como recurso forrajero (Espinoza-Guerra et al., 2026). Además, incorporar el análisis económico permite establecer si las respuestas agronómicas obtenidas justifican los costos derivados de cada tratamiento. De esta manera, la valoración productiva y económica aporta criterios para seleccionar prácticas de manejo aplicables a las condiciones locales. Por tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de las alturas de corte y las dosis de fertilización orgánica sobre el desarrollo fenológico, la producción de biomasa y la rentabilidad del King Grass. Se planteó que al menos una combinación de altura de corte y dosis de biol modificaría significativamente las variables evaluadas.

METODOLOGÍA

Ubicación y Condiciones del Estudio

El ensayo se realizó durante la época seca en la Granja Experimental Río Suma de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión El Carmen, ubicada en el km 25 de la vía Santo Domingo–Chone, cantón El Carmen, provincia de Manabí, Ecuador. El documento fuente situó el predio entre 200 y 300 m s. n. m. y caracterizó el entorno como tropical húmedo. Las referencias meteorológicas regionales reportaron temperaturas medias cercanas a 24 °C, precipitaciones anuales superiores a 2 300 mm y humedad relativa de 85% a 87%.

Diseño Experimental y Tratamientos

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 12 tratamientos y tres repeticiones, para un total de 36 unidades experimentales. Cada parcela midió 9 m² (3 m × 3 m), y el área útil de muestreo fue 1 m² en la zona central para disminuir el efecto de borde. El factor A correspondió a tres alturas de corte: 0, 10 y 20 cm. El factor B incluyó 9, 18 y 27 ml de biol diluidos en 2,5 l de agua por parcela, equivalentes a 50%, 100% y 150% de la dosis de referencia, además de un testigo sin fertilización.

Tabla 1. Combinación de Factores en los 12 Tratamientos

Tratamiento	Altura de corte (cm)	Dosis de biol (ml)
T1	0	9 (50%)
T2	10	9 (50%)
T3	20	9 (50%)
T4	0	18 (100%)
T5	10	18 (100%)
T6	20	18 (100%)
T7	0	27 (150%)
T8	10	27 (150%)
T9	20	27 (150%)
T10	0	Sin fertilización
T11	10	Sin fertilización
T12	20	Sin fertilización

Nota. Cada tratamiento tuvo tres repeticiones; la dosis se diluyó en 2,5 l de agua por parcela de 9 m².

Variables

Se evaluó la altura de planta, longitud de hoja, ancho de hoja, número de hojas, diámetro del tallo y número de tallos. La altura se midió con cinta métrica desde el nivel del suelo; la longitud foliar, desde la base de la lámina hasta el ápice; y el ancho, en el tercio medio de una hoja representativa. El diámetro se determinó con calibrador en la porción media del tallo. El número de hojas y tallos se contabilizó dentro de un marco de 1 m × 1 m. Las mediciones se realizaron a los 15, 30, 45 y 60 días después del corte. A los 60 días se cosechó la biomasa verde del área útil y se pesó con balanza. Para materia seca se tomó una muestra de 100 g por parcela y se deshidrató en horno microondas hasta obtener un peso estable, procedimiento descrito para estimaciones rápidas de materia seca en forrajes (Petruzzi et al., 2005). La rentabilidad se calculó mediante presupuesto parcial, considerando costos variables, producción, precio de venta, ingreso, utilidad y relación beneficio/costo.

Manejo del Ensayo

El terreno, previamente establecido con King Grass, se dividió en 36 parcelas. Se efectuó el corte de igualación según el tratamiento y el biol se aplicó a los 15, 30 y 45 días. El fertilizante fue Biol Super Magro preparado mediante fermentación anaeróbica de estiércol, agua, melaza, leche, microorganismos y sales minerales. Las variables fenológicas se registraron cada 15 días y la cosecha final se efectuó a los 60 días.

Análisis Estadístico

Los datos se procesaron en InfoStat. Se realizó análisis de varianza para el diseño de bloques completos al azar y comparación de medias con Tukey al 5% cuando correspondió. La significancia se estableció en $p < 0,05$.

RESULTADOS

Altura de Planta y Longitud de Hoja

La interacción altura de corte $\times$ fertilización no fue significativa para la altura de planta en ninguna fecha. A los 15 días, los efectos principales sí fueron significativos: el factor altura de corte presentó $p = 0,03$ y la fertilización $p = 0,05$. Los cortes de 20 y 10 cm alcanzaron 0,47 m, frente a 0,42 m en 0 cm; por dosis, el testigo registró 0,50 m y la dosis de 9 ml, 0,43 m. A los 30, 45 y 60 días las interacciones permanecieron sin diferencias ($p = 0,8012$; 0,6241 y 0,7862, respectivamente).

En longitud de hoja, la interacción tampoco fue significativa a los 15 días ($p = 0,41$), pero el factor fertilización sí lo fue ($p = 0,046$): el testigo alcanzó 40,66 cm y la dosis de 9 ml, 33,50 cm. A los 45 días se repitió el efecto de la fertilización ($p = 0,03$), con 88,25 cm en el testigo y 78,06 cm en 9 ml. Las interacciones a los 30 y 60 días no fueron significativas ($p = 0,7920$ y 0,6414).

Tabla 2. Respuesta de Altura de Planta y Longitud de Hoja Durante el Rebrote

Variable	Día	p interacción	Efecto significativo	Medias o rango
Altura de planta	15	0,29	Altura: $p=0,03$; biol: $p=0,05$	20=0,47; 10=0,47; 0=0,42 m / Testigo=0,50; 18=0,45; 27=0,44; 9=0,43 m
Altura de planta	30	0,8012	No significativo	Rango de tratamientos: 0,78–0,99 m
Altura de planta	45	0,6241	No significativo	Rango de tratamientos: 1,42–1,70 m
Altura de planta	60	0,7862	No significativo	Sin diferencias entre combinaciones
Longitud de hoja	15	0,41	Biol: $p=0,046$	Testigo=40,66; 18=35,91; 27=34,92; 9=33,50 cm
Longitud de hoja	30	0,7920	No significativo	Rango de tratamientos: 50,94–72,67 cm
Longitud de hoja	45	>0,05	Biol: $p=0,03$	Testigo=88,25; 18=84,00; 27=81,90; 9=78,06 cm
Longitud de hoja	60	0,6414	No significativo	Rango de tratamientos: 95,91–106,31 cm

Nota. Las medias separadas por el signo “=” corresponden a niveles del factor; las dosis se expresan en ml de biol. Los rangos proceden de las combinaciones de tratamientos reportadas en los anexos de la tesis.

La trayectoria de crecimiento mostró que la altura aumentó aproximadamente de 0,42–0,50 m a los 15 días hasta valores cercanos a 2 m a los 60 días. En los anexos, las combinaciones a los 30 días variaron entre 0,78 y 0,99 m y a los 45 días entre 1,42 y 1,70 m. La falta de diferencias en esas fechas indicó convergencia entre tratamientos después de la ventaja inicial de los residuos más altos. En longitud foliar se observó una tendencia semejante: las diferencias asociadas a la fertilización

aparecieron en las evaluaciones de 15 y 45 días, pero no se mantuvieron al final del ciclo, cuando las combinaciones se ubicaron entre 95,91 y 106,31 cm.

El comportamiento del testigo fue consistente en las dos variables: presentó la mayor altura media a los 15 días y la mayor longitud de hoja a los 15 y 45 días. En contraste, la dosis de 9 ml ocupó el valor inferior en esas comparaciones. Este patrón no demuestra un efecto negativo general del biol, porque las diferencias desaparecieron en evaluaciones posteriores; sí evidencia que, en las condiciones del ensayo, la respuesta temprana no aumentó de forma proporcional a la dosis aplicada.

Ancho de Hoja y Número de Hojas

El ancho de hoja no presentó respuesta significativa de la interacción. En cambio, la altura de corte fue altamente significativa desde los 30 días. El corte a 0 cm produjo hojas más anchas a los 30, 45 y 60 días, con 2,19; 2,66 y 3,07 cm, respectivamente. En el corte a 20 cm se obtuvieron 1,52; 2,20 y 2,64 cm. La diferencia creciente entre niveles indicó que el corte bajo favoreció la expansión foliar durante el periodo de rebrote.

El número de hojas tampoco mostró interacción significativa en las cuatro evaluaciones, pero el factor altura de corte fue significativo ($p < 0,05$). El corte a 0 cm pasó de 5,89 hojas a los 15 días a 13,43 hojas a los 60 días. El corte de 10 cm presentó las medias más bajas: 5,09; 7,97; 10,38 y 12,82 hojas en cada fecha. El corte de 20 cm ocupó una posición intermedia.

Tabla 3. Ancho y Número de Hojas según la Altura de Corte

Variable	Día	Interacción	Efecto principal	Medias por altura (cm)
Ancho de hoja	15	No significativo	No significativo	Sin diferencias entre tratamientos
Ancho de hoja	30	No significativo	Altura: $p < 0,01$	0=2,19; 10=1,73; 20=1,52 cm
Ancho de hoja	45	No significativo	Altura: $p < 0,01$	0=2,66; 10=2,39; 20=2,20 cm
Ancho de hoja	60	No significativo	Altura: $p < 0,01$	0=3,07; 10=2,82; 20=2,64 cm
Número de hojas	15	$p > 0,05$	Altura: $p < 0,05$	0=5,89; 20=5,20; 10=5,09
Número de hojas	30	$p > 0,05$	Altura: $p < 0,05$	0=9,10; 20=8,21; 10=7,97
Número de hojas	45	$p > 0,05$	Altura: $p < 0,05$	0=11,26; 20=10,62; 10=10,38
Número de hojas	60	$p > 0,05$	Altura: $p < 0,05$	0=13,43; 20=12,94; 10=12,82

Nota. Para ancho de hoja, las unidades de las medias son centímetros. Las letras de Tukey del documento fuente indicaron separación entre los valores extremos cuando $p < 0,05$.

El incremento absoluto del ancho de hoja entre 30 y 60 días fue de 0,88 cm en el corte a 0 cm, 1,09 cm en 10 cm y 1,12 cm en 20 cm. Aunque los dos cortes más altos aumentaron más en términos absolutos, el corte al ras conservó las mayores medias en todas las evaluaciones con diferencias. Para número de hojas, el incremento entre 15 y 60 días fue de 7,54 hojas en 0 cm, 7,73 en 20 cm y 7,73 en 10 cm. Por ello, la diferencia final estuvo determinada principalmente por el punto de partida y no por una divergencia creciente de las tasas de emisión foliar.

Diámetro y Número de Tallos

El diámetro del tallo no mostró interacción significativa, pero respondió a la altura de corte en las cuatro fechas. El corte a 0 cm presentó 0,49; 0,85; 1,10 y 1,32 cm a los 15, 30, 45 y 60 días. A los 30 y 60 días también hubo efecto de fertilización: el testigo alcanzó 0,80 y 1,33 cm, mientras 9 ml registró 0,63 y 1,15 cm. Por tanto, el mayor diámetro se asoció al corte bajo y a la ausencia de biol.

Para número de tallos, la altura de corte fue significativa en la evaluación inicial ($p = 0,02$): el corte a 20 cm presentó 5,51 tallos, seguido de 10 cm con 5,30 y 0 cm con 4,23. A los 30, 45 y 60 días no se detectaron diferencias de interacción ($p = 0,9475$; $0,9064$ y $0,9475$). El patrón inicial contrasta con las variables foliares, lo que indica que una mayor altura residual conservó más puntos de rebrote al comienzo, aunque esa ventaja no se mantuvo estadísticamente en las evaluaciones posteriores.

Tabla 4. Diámetro y Número de Tallos Durante el Rebrote

Variable	Día	Interacción	Efecto principal	Medias o rango
Diámetro de tallo	15	$p > 0,05$	Altura: $p = 0,01$	0=0,49; 20=0,39; 10=0,37 cm
Diámetro de tallo	30	$p > 0,05$	Altura: $p < 0,01$; biol: $p < 0,05$	A: 0=0,85; 20=0,66; 10=0,65 / B: Testigo=0,80; 18=0,73; 27=0,72; 9=0,63 cm
Diámetro de tallo	45	$p > 0,05$	Altura: $p < 0,01$	0=1,10; 20=0,95; 10=0,91 cm
Diámetro de tallo	60	$p > 0,05$	Altura y biol: $p < 0,05$	A: 0=1,32; 20=1,20; 10=1,18 / B: Testigo=1,33; 27=1,24; 18=1,21; 9=1,15 cm
Número de tallos	15	$p > 0,05$	Altura: $p = 0,02$	20=5,51; 10=5,30; 0=4,23
Número de tallos	30	0,9475	No significativo	Rango de tratamientos: 5,20–7,69
Número de tallos	45	0,9064	No significativo	Rango de tratamientos: 5,16–7,69
Número de tallos	60	0,9475	No significativo	Rango de tratamientos: 5,20–7,69

Nota. A = altura de corte; B = dosis de biol. Se corrigió editorialmente la rotulación de la figura de número de tallos: el texto del análisis la ubica a los 15 días y señala ausencia de diferencias a los 30, 45 y 60 días.

El diámetro del tallo mostró una respuesta acumulativa clara. En el corte a 0 cm aumentó de 0,49 a 1,32 cm, mientras que en 10 cm pasó de 0,37 a 1,18 cm. La diferencia entre esos niveles se mantuvo entre 0,12 y 0,20 cm a través de las fechas. En el factor fertilización, el testigo superó a 9 ml por 0,17 cm a los 30 días y por 0,18 cm a los 60 días. Para número de tallos, las medias de los tratamientos individuales oscilaron entre 5,16 y 7,69 en las evaluaciones de 30 a 60 días, sin separación estadística.

Biomasa, Materia Seca y Rentabilidad

El porcentaje de materia seca no presentó diferencias entre combinaciones ($p = 0,7081$; $CV = 17,37\%$). Las medias variaron de 20,26% a 27,15%. El mayor valor correspondió a T11, constituido por corte a 10 cm sin fertilización. En producción de materia verde tampoco se detectaron diferencias estadísticas ($p = 0,7645$; $CV = 42,85\%$); sin embargo, la media más alta fue 13 703,71 kg ha⁻¹ en T10, corte a 0 cm sin fertilización, y la menor 6 111,11 kg ha⁻¹ en T5, corte a 10 cm con 18 ml de biol.

Tabla 5. Porcentaje de Materia Seca a los 60 días

Altura (cm)	Testigo	9 ml	18 ml	27 ml
0	25,25 ± 2,39	22,81 ± 2,39	21,02 ± 2,39	20,26 ± 2,38
10	27,15 ± 2,39	25,93 ± 2,39	26,41 ± 2,39	21,21 ± 2,39
20	22,75 ± 2,39	23,84 ± 2,39	24,82 ± 2,39	23,98 ± 2,39

Nota. Media ± error estándar. Todas las medias compartieron la misma letra de Tukey ($p > 0,05$). $p = 0,7081$; $CV = 17,37\%$.

Al ordenar las combinaciones por materia verde, T10 fue seguido por T4 (11 851,85 kg ha⁻¹), T2 (10 740,74 kg ha⁻¹) y T7 (10 000,00 kg ha⁻¹). Los tres valores más bajos correspondieron a T5, T9 y T8. No se observó una tendencia monotónica con la dosis: dentro de cada altura, aumentar el volumen de

biol no produjo incrementos constantes de biomasa. En 0 cm, por ejemplo, 18 ml superó a 9 y 27 ml, pero ninguno alcanzó al testigo; en 10 cm, 9 ml superó al testigo y a las dosis mayores; y en 20 cm, 18 ml produjo la mayor media de ese nivel. Esta irregularidad contribuyó a la interacción no significativa y sugiere que la variabilidad entre parcelas fue mayor que el efecto sistemático de la dosis.

Tabla 6. Producción de Materia Verde a los 60 Días (kg ha⁻¹)

Altura (cm)	Testigo	9 ml	18 ml	27 ml
0	13 703,71 ± 2 305,82	9 814,81 ± 2 305,82	11 851,85 ± 2 305,82	10 000,00 ± 2 305,82
10	8 888,89 ± 2 305,82	10 740,74 ± 2 305,82	6 111,11 ± 2 305,82	7 777,78 ± 2 305,82
20	8 148,15 ± 2 305,82	8 148,15 ± 2 305,82	9 259,26 ± 2 305,82	7 407,41 ± 2 305,82

Nota. Media ± error estándar. No se detectaron diferencias entre tratamientos ($p = 0,7645$; $CV = 42,85\%$).

Análisis Económico

El presupuesto parcial mostró que la rentabilidad dependió principalmente de la producción y del costo de fertilización. T10 presentó la mayor utilidad, USD 759,26 ha⁻¹, y la mayor relación beneficio/costo, 0,59. T4 ocupó el segundo lugar con 0,37. Las pérdidas más altas se registraron en T5 (-0,30), T9 (-0,15) y T8 (-0,11). La aplicación de biol incrementó ligeramente el costo por hectárea, pero ese gasto no fue compensado cuando la biomasa disminuyó.

Seis tratamientos presentaron una relación beneficio/costo positiva superior a 0,10: T10, T4, T2, T7 y T1, mientras T6 alcanzó 0,07 y T11 0,03. Cinco combinaciones generaron pérdidas. La comparación dentro de cada altura mostró que el testigo fue la alternativa más rentable a 0 cm; a 10 cm, la dosis de 9 ml fue más rentable que el testigo, aunque su relación B/C fue menor que la de T10; y a 20 cm, la dosis de 18 ml fue la única con utilidad positiva. En consecuencia, la respuesta económica dependió tanto de la altura como de la variación productiva, aun cuando la interacción agronómica no fue significativa.

Tabla 7. Presupuesto Parcial y Relación Beneficio/Costo por Tratamiento

Tratamientos	Egreso (USD ha ⁻¹)	Producción (kg ha ⁻¹)	Ingreso (USD ha ⁻¹)	Utilidad (USD ha ⁻¹)	B/C
T1	1 299,26	9 814,81	1 472,22	172,96	0,13
T2	1 299,26	10 740,74	1 611,11	311,85	0,24
T3	1 299,26	8 148,15	1 222,22	-77,04	-0,06
T4	1 302,22	11 851,85	1 777,78	475,56	0,37
T5	1 302,22	6 111,11	916,67	-385,56	-0,30
T6	1 302,22	9 259,26	1 388,89	86,67	0,07
T7	1 305,19	10 000,00	1 500,00	194,81	0,15
T8	1 305,19	7 777,78	1 166,67	-138,52	-0,11
T9	1 305,19	7 407,41	1 111,11	-194,07	-0,15
T10	1 296,30	13 703,70	2 055,56	759,26	0,59
T11	1 296,30	8 888,89	1 333,33	37,04	0,03
T12	1 296,30	8 148,15	1 222,22	-74,07	-0,06

Nota. Precio de venta utilizado en el estudio: USD 0,15 kg⁻¹. La relación B/C fue calculada como utilidad dividida para el costo total.

Síntesis de los Mejores Valores

El análisis descriptivo de la Tabla 8 muestra que las mayores medias observadas variaron según la variable evaluada. A los 15 días, el corte a 20 cm registró la mayor altura de planta (0,47 m) y el mayor número de tallos (5,51). A los 45 días, el testigo presentó la mayor longitud de hoja, con 88,25 cm. En la evaluación final, a los 60 días, el corte a 0 cm alcanzó los valores más altos en ancho de hoja (3,07 cm) y número de hojas (13,43), mientras que el testigo presentó el mayor diámetro de tallo (1,33 cm). En las variables productivas, T11, correspondiente al corte a 10 cm sin fertilización, obtuvo el mayor porcentaje de materia seca (27,15 %). Por su parte, T10, con corte a 0 cm y sin fertilización, registró la mayor producción de materia verde (13 703,71 kg ha⁻¹) y la mayor relación beneficio/costo (0,59). En conjunto, los mayores valores productivos y económicos se concentraron principalmente en los tratamientos sin fertilización.

Tabla 8. Tratamientos o Factores con las Mayores Medias Observadas

Variable	Nivel o tratamiento	Evaluación	Resultado
Altura de planta	Corte 20 cm	15 días	0,47 m
Longitud de hoja	Testigo	45 días	88,25 cm
Ancho de hoja	Corte 0 cm	60 días	3,07 cm
Número de hojas	Corte 0 cm	60 días	13,43
Diámetro de tallo	Testigo	60 días	1,33 cm
Número de tallos	Corte 20 cm	15 días	5,51
Materia seca	T11: 10 cm, testigo	60 días	27,15%
Materia verde	T10: 0 cm, testigo	60 días	13 703,71 kg ha ⁻¹
Beneficio/costo	T10: 0 cm, testigo	60 días	0,59

DISCUSIÓN

Respuesta a la Altura de Corte

Los residuos de 10 y 20 cm conservaron una ventaja inicial en altura de planta, con medias de 0,47 m a los 15 días frente a 0,42 m en el corte a 0 cm. La permanencia de tejido basal y de una mayor longitud residual pudo acelerar la expresión de la altura durante el inicio del rebrote. Sin embargo, la falta de diferencias entre los 30 y 60 días mostró que esta ventaja fue transitoria y que las plantas sometidas al corte más bajo compensaron el retraso inicial. En materiales del complejo Napier–elephant grass, la altura residual modifica el área foliar remanente, la movilización de reservas y la velocidad inicial de recuperación, aunque la magnitud de la respuesta depende del genotipo, la edad de cosecha y las condiciones ambientales (Silva et al., 2021; Lin et al., 2023).

El corte a 0 cm produjo los mayores valores de ancho de hoja, número de hojas y diámetro del tallo en las fechas con diferencias significativas. Este patrón pudo relacionarse con una renovación más completa del dosel después de retirar el material envejecido y con una respuesta compensatoria orientada a restablecer rápidamente el área fotosintética. No obstante, el resultado correspondió a un solo ciclo de 60 días y no justificó recomendar cortes repetidos al ras sin evaluar persistencia. La evidencia disponible señala que la tolerancia a la defoliación severa varía entre genotipos y se modifica por el estrés hídrico, la disponibilidad de reservas y la frecuencia de cosecha (Islam et al., 2024; Habte et al., 2022).

Arquitectura Foliar, Diámetro y Macollamiento

El mayor número inicial de tallos con el corte a 20 cm —5,51 tallos frente a 4,23 en el corte a 0 cm— sugirió que el residuo alto conservó más tallos o yemas activas inmediatamente después del corte. La desaparición de las diferencias en las evaluaciones posteriores evidenció una dinámica compensatoria: los tratamientos con menor número inicial pudieron emitir nuevos tallos, mientras los residuos altos conservaron estructuras preexistentes. En capim-elefante, la intensidad de defoliación modifica la proporción de macollos basales y aéreos, y la fertilización puede cambiar simultáneamente el número, el tamaño y la capacidad de extracción de nutrientes de los tallos (Silva et al., 2021; Dokbua et al., 2021).

La combinación de hojas más anchas, mayor número de hojas y tallos de mayor diámetro en el corte bajo explicó parcialmente su ventaja descriptiva en biomasa. Sin embargo, estas variables no deben interpretarse de forma aislada: una mayor producción de tejido puede acompañarse de cambios en la relación hoja:tallo, en la proporción de material senescente y en la calidad nutricional. La falta de mediciones de área foliar, densidad de macollas y relación hoja:tallo limitó la identificación del mecanismo morfológico responsable de la respuesta observada.

Respuesta a la Fertilización Orgánica

La fertilización con 9, 18 y 27 ml de biol no generó una respuesta dosis–efecto uniforme. El testigo presentó mayores valores de longitud foliar y diámetro del tallo en varias evaluaciones, y T10 —corte a 0 cm sin fertilización— alcanzó la mayor media de materia verde. Este comportamiento no demostró que el biol fuera ineficaz de manera general; indicó únicamente que, con las dosis, el calendario de aplicación, el suelo y la duración del ensayo, el aporte orgánico no produjo una ventaja consistente. Estudios con pastos del mismo grupo han mostrado incrementos de biomasa cuando el biofertilizante aporta nutrientes en cantidades suficientes, mientras otros trabajos evidencian que la respuesta depende del nutriente realmente limitante y no solo del volumen aplicado (Gonçalves et al., 2022; Dokbua et al., 2021).

La ausencia de respuesta también pudo estar relacionada con una fertilidad inicial suficiente, una concentración baja de nutrientes en el biol, una mineralización lenta durante la época seca o una aplicación tardía respecto del periodo de máxima demanda. La literatura muestra que la altura residual, la dosis de nitrógeno y la estación pueden interactuar sobre la producción y la eficiencia de uso del nutriente; por ello, una misma dosis no necesariamente produce la misma respuesta en condiciones húmedas y secas (Alves et al., 2023). En la investigación analizada no se dispuso de la composición química completa del biol, del balance de N–P–K aplicado por hectárea ni de un análisis final de suelo. Estas ausencias impidieron distinguir entre suelo no limitante, dosis insuficiente o baja disponibilidad de nutrientes.

La respuesta del testigo fue coherente con la posibilidad de que el suelo ya suministrara nutrientes suficientes para un ciclo corto. En King Grass se ha comprobado que la absorción de nutrientes y la producción de biomasa están estrechamente relacionadas, de modo que el diagnóstico de fertilidad y la cuantificación del nutriente aplicado son indispensables para interpretar la eficiencia de una fuente orgánica (Botero-Londoño et al., 2021). Por esta razón, los resultados respaldaron la realización de análisis de suelo y de biofertilizante antes de recomendar una dosis comercial o extrapolar la ausencia de respuesta a otras fincas.

Materia Seca, Calidad Potencial y Producción de Biomasa

El porcentaje de materia seca varió entre 20,26% y 27,15% y no presentó diferencias significativas. El máximo de T11 indicó un material con menor proporción de agua, pero no permitió afirmar que poseyera mayor calidad nutritiva. La materia seca constituye la base para comparar el rendimiento real de nutrientes; sin embargo, debe complementarse con proteína cruda, fibra detergente neutro, fibra detergente ácido, lignina y digestibilidad. La edad de cosecha suele aumentar la materia seca y las fracciones fibrosas, al mismo tiempo que reduce la concentración de proteína, por lo que un mayor porcentaje de materia seca no siempre representa un forraje nutricionalmente superior (Fayos-Febrer et al., 2023; Islam et al., 2024).

La mayor media de materia verde fue 13 703,71 kg ha⁻¹ en T10, pero no se separó estadísticamente de los demás tratamientos. La falta de una tendencia monotónica con el biol —18 ml fue la mejor dosis a 0 y 20 cm, mientras 9 ml fue superior dentro de 10 cm— confirmó que la variación productiva no respondió proporcionalmente al volumen aplicado. Además, la biomasa fresca estuvo influida por el contenido de agua; por ello, la comparación agronómica habría sido más sólida con el rendimiento de materia seca por hectárea. Estudios en King Grass y materiales afines señalan que la acumulación de biomasa debe analizarse conjuntamente con la absorción de nutrientes y la composición del forraje (Botero-Londoño et al., 2021; Fayos-Febrer et al., 2023).

Rentabilidad e Implicaciones Prácticas

T10 presentó la mayor utilidad, USD 759,26 ha⁻¹, porque combinó la mayor producción media con la ausencia del costo del biol. El indicador reportado en el documento como beneficio/costo fue calculado mediante utilidad dividida para el egreso; por tanto, el valor 0,59 representó aproximadamente USD 0,59 de utilidad neta por cada dólar invertido y no una relación beneficio/costo convencional. Si se aplicara la definición ingreso/egreso, T10 alcanzaría aproximadamente 1,59. Esta aclaración es necesaria para evitar interpretar erróneamente un valor inferior a 1 como pérdida.

La comparación económica muestra que una práctica solo resulta conveniente cuando el incremento de producción compensa el costo adicional. En estudios recientes sobre Napier grass, la selección del manejo también ha incorporado la factibilidad económica, debido a que el tratamiento con mayor rendimiento biológico no siempre proporciona el mejor retorno (Tadele & Ayinshte, 2026). En el presente ensayo, la alternativa sin biol fue la más rentable durante un ciclo; sin embargo, su sostenibilidad debe verificarse en cortes sucesivos, porque la extracción continua de nutrientes podría reducir la fertilidad y modificar la respuesta económica a mediano plazo.

Alcance y Limitaciones de la Interpretación

Los hallazgos fueron válidos para un sitio, una época seca y un ciclo de 60 días con tres repeticiones. La elevada variación de la materia verde, la ausencia de una base de datos individual para recalcular los modelos, la falta de análisis bromatológico completo y la inexistencia de un balance nutricional del biol limitaron el alcance de las conclusiones. También fue necesario considerar que las variables fenológicas se midieron repetidamente sobre las mismas parcelas; en futuros estudios convendría emplear modelos mixtos o análisis de medidas repetidas que incorporen la correlación temporal.

En conjunto, los resultados mostraron que la altura de corte influyó con mayor consistencia que la fertilización orgánica en la arquitectura del rebrote. El corte a 0 cm favoreció la expansión foliar y el

diámetro del tallo, mientras el residuo de 20 cm conservó una ventaja inicial en altura y número de tallos. El biol no superó al testigo durante el ciclo evaluado, pero la ausencia de caracterización del fertilizante y del suelo impidió atribuir el resultado a una causa única. Por ello, la recomendación técnicamente más prudente fue validar el corte bajo durante varios ciclos y ajustar las dosis de biol con base en análisis de suelo, composición del biofertilizante y rendimiento de materia seca.

CONCLUSIÓN

Las combinaciones de altura de corte y fertilización orgánica no modificaron significativamente las variables fenológicas, el porcentaje de materia seca ni la producción de materia verde. Sin embargo, los efectos principales mostraron respuestas diferenciadas: el corte a 0 cm favoreció el ancho de hoja, el número de hojas y el diámetro del tallo; el corte a 20 cm aumentó la altura y el número de tallos en la evaluación inicial; y el testigo presentó mayores valores de longitud foliar y diámetro del tallo. El mayor porcentaje de materia seca se obtuvo en T11 con 27,15%, mientras T10 alcanzó la mayor producción de materia verde, 13 703,71 kg ha⁻¹, y la mejor relación beneficio/costo, 0,59. Bajo las condiciones y duración del ensayo, la aplicación de 9, 18 o 27 ml de biol no generó una ventaja productiva o económica frente al tratamiento sin fertilización.

Implicaciones y Limitaciones

Los resultados respaldan la necesidad de diagnosticar la fertilidad del suelo antes de aplicar biofertilizantes y de evaluar la respuesta económica junto con la respuesta agronómica. Para productores con condiciones similares, un corte bajo podría mejorar la renovación foliar y el rendimiento de un ciclo; no obstante, la recomendación no debe extrapolarse a cortes repetidos sin evaluar persistencia, reservas de la planta y calidad nutricional. Entre las limitaciones se encontraron un solo sitio y ciclo de evaluación, la ausencia de composición bromatológica completa, un coeficiente de variación elevado en biomasa verde, dosis de biol expresadas en volumen sin balance detallado de nutrientes y ciertas inconsistencias de rotulación en el documento fuente. Se recomienda realizar ensayos multiciclo, incluir análisis de suelo antes y después, cuantificar N–P–K aplicado y medir proteína, fibra y digestibilidad.

Se recomienda repetir el ensayo durante al menos un año productivo, con varios ciclos de corte y evaluaciones en época seca y lluviosa. La persistencia del King Grass, la densidad de macollas y la capacidad de recuperación deberían medirse después de cada cosecha para determinar si el corte a 0 cm mantiene su ventaja o genera agotamiento a largo plazo. Es necesario analizar el biol antes de aplicarlo, registrar pH, conductividad y concentración de nutrientes, y realizar análisis de suelo al inicio y al final. Un rango de dosis más amplio permitiría establecer una curva de respuesta y diferenciar entre ausencia de deficiencia, dosis insuficiente o baja disponibilidad de nutrientes. La evaluación productiva debería complementarse con proteína cruda, fibra detergente neutro y ácido, lignina, digestibilidad y relación hoja:tallo. También se recomienda estimar rendimiento de materia seca por hectárea, consumo potencial y costo por kilogramo de materia seca útil. Finalmente, el análisis estadístico puede fortalecerse mediante medidas repetidas o modelos mixtos que consideren la correlación temporal de las evaluaciones y la variabilidad entre bloques.

Contribuciones

IAPG, JCPZ, MAMA: Diseño de la investigación, administración del proyecto, análisis e interpretación formal de datos, redacción manuscrito y revisión final del manuscrito. Toma de datos, revisión de la bibliografía y redacción manuscrito. Hemos leído y aprobado la versión final del manuscrito, así mismo estamos de acuerdo con la responsabilidad de todos los aspectos del trabajo presentado.

Conflicto de Interés

Los autores declaran que no tienen conflictos de interés en relación con el trabajo presentado en este informe.

Uso de Inteligencia Artificial

No se usaron tecnologías de IA o asistidas por IA para el desarrollo de este trabajo.

FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, J. P., Mendes, S. S., Galeano, E. S. J., Orrico Junior, M. A. P., Fernandes, T., Retore, M., Orrico, A. C. A., & Lopes, L. S. (2023). Yield, chemical composition, and efficiency of utilization of applied nitrogen from BRS Kurumi pastures. *Ciência Rural*, 53(1), e20210461. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20210461>
- Botero-Londoño, J. M., Celis-Celis, E. M., & Botero-Londoño, M. A. (2021). Nutritional quality, nutrient uptake and biomass production of Pennisetum purpureum cv. King grass. *Scientific Reports*, 11, 13799. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-93301-w>
- Dokbua, B., Waramit, N., Chaugool, J., & Thongjoo, C. (2021). Biomass productivity, developmental morphology, and nutrient removal rate of hybrid Napier grass (Pennisetum purpureum × Pennisetum americanum) in response to potassium and nitrogen fertilization in a multiple-harvest system. *BioEnergy Research*, 14, 1106–1117. <https://doi.org/10.1007/s12155-020-10212-w>
- Espinoza-Guerra, I. F., Cedeño-Moreira, Á. V., Muñoz-Rodríguez, J. G., Conrado-Palma, D. J., & Diaz-Jame, K. S. (2026). Degradabilidad ruminal in vitro y cinética de fermentación de ensilados de King Grass Pennisetum purpureum suplementados con cáscara de maracuyá (Passiflora edulis). *Revista Científica Zambos*, 5(2), 16-27. <https://doi.org/10.69484/rcz/v5/n2/174>
- Fayos-Febrer, J., Juan-Vicedo, J., Rodríguez-Mengod, A., Mazón, J., & Gardón, J. C. (2023). Impact of harvest time on the dry matter content, and nutritional parameters related to forage quality of Maralfalfa (Cenchrus purpureus (Schumach.) Morrone, Poaceae) under Mediterranean climate. *Plants*, 12(23), 4045. <https://doi.org/10.3390/plants12234045>
- Gonçalves, M. de O., Carpanez, T. G., Silva, J. B. G., Otenio, M. H., de Paula, V. R., & Mendonça, H. V. (2022). Biomass production of the tropical forage grass Pennisetum purpureum (BRS Capiacu) following biofertilizer application. *Waste and Biomass Valorization*, 13, 2137–2147. <https://doi.org/10.1007/s12649-021-01664-y>
- Habte, E., Muktar, M. S., Abdena, A., Hanson, J., Sartie, A. M., Negawo, A. T., Machado, J. C., Ledo, F. J. S., & Jones, C. S. (2022). Productivity and feed quality performance of Napier grass (Cenchrus purpureus) genotypes growing under different soil moisture levels. *Plants*, 11(19), 2549. <https://doi.org/10.3390/plants11192549>

- Islam, M. R., Garcia, S. C., Islam, M. A., Bashar, M. K., Roy, A., Roy, B. K., Sarker, N. R., & Clark, C. E. F. (2024). Ruminant production from Napier grass (*Pennisetum purpureum* Schum): A review. *Animals*, 14(3), 467. <https://doi.org/10.3390/ani14030467>
- Lin, J.-B., Timm, N., Yen, T.-B., & Wu, H.-H. (2023). Effects of cutting growth stages and stubble heights on the silage quality of *Pennisetum purpureum* NP cv. TS3. *Journal of Taiwan Livestock Research*, 56(1), 23–33. [https://doi.org/10.6991/JTLR.202301_56\(1\).0002](https://doi.org/10.6991/JTLR.202301_56(1).0002)
- López, G. J. C. (2020). Factores que influyen en el manejo integrado de nutrientes para la producción agrícola. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 24(3), 19-39. <https://revistasacademicas.ucol.mx/index.php/agropecuaria/article/view/203>
- Oluwadele, J. F., Ekeocha, A. H., Aganga, A. A., Tawose, O. M., Odumboni, A., Ofodome, C. I., & Akinlabi, E. Y. (2024). Effects of feeding *Pennisetum purpureum* silage supplemented with selected farm residues on growth performance and meat quality of west African dwarf rams. *SVU-International Journal of Agricultural Sciences*, 6(3), 190-196.
- Paniagua-Molina, J., Muñoz-Valerio, W., & Solórzano-Thompson, J. (2026). Efecto sobre rendimiento cosechado de diferentes forrajes y labor de corte: estudio de caso en Oreamuno, Cartago. *Revista Tecnología en Marcha*, ág-85. <https://doi.org/10.18845/tm.v39i2.8056>
- Rivera Espinosa, R., Martín Alonso, G., Simó González, J., Joao, J. P., García Rubido, M., Tamayo Aguilar, Y., ... & Hernández Jiménez, A. (2022). Bases y beneficios del manejo conjunto de *Canavalia ensiformis* e inoculantes micorrízicos en la producción agropecuaria. *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*, 12(1).
- Silva, P. H. F. da, Sales, T. B., Lemos, M. F., Silva, M. da C., Ribeiro, R. E. P., Santos, M. V. F. dos, Mello, A. C. L. de, & Cunha, M. V. da. (2021). Tall and short-sized elephant grass genotypes: morphophysiological aspects cut-and-carry, and grazing management. *Ciência Rural*, 51(9), e20200848. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20200848>
- Tadele, Y., & Ayinshte, Y. (2026). Adaptability, forage yield, nutritional quality and economic feasibility of Napier grass (*Pennisetum purpureum* L. Schumach.) varieties at different harvesting days. *Discover Applied Sciences*, 8, 245. <https://doi.org/10.1007/s42452-026-08269-x>