

PRODUCCIÓN DE BRACHIARIA BRIZANTHA CV. MG5 CON APLICACIÓN DE ESTIÉRCOL BOVINO, FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y LA MEZCLA DE ESTOS

Production of Brachiaria brizantha cv. MG5 with application of bovine manure, chemical fertilization and the mix of these

Matias N. Rubinetti Semidei¹, Jimmy W. Rasche Alvarez^{2*} y Diego A. Fatecha Fois³

Matias-N.-Rubinetti-Semidei¹—Correo de correspondencia: matiasrubinetti@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0001-5215-0903>

Jimmy-W.-Rasche-Álvarez²—Correo de correspondencia: jwrasche@agr.una.py, <https://orcid.org/0000-0002-2517-6868>

Diego A. Fatecha Fois³—Correo de correspondencia: diego.fatecha@agr.una.py, <http://orcid.org/0000-0002-0672-745X>

1. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción
2. Carrera de Agronomía, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción.

Recepción: 06/07/2023 Revisión: 12/01/2024 Aceptación: 01/08/2024

RESUMEN

Ante la necesidad de buscar métodos y maneras de obtener una producción tanto más sostenible como productiva se realizó el presente experimento, con el objetivo de evaluar la respuesta de la pastura *Brachiaria brizantha* cv. MG5 a fuentes de fertilizantes, sea orgánico, químico o su mezcla, para eso se realizó un experimento en el distrito de Luque. En el experimento se utilizaron 5 tratamientos; T1: Testigo, T2: Estiércol bovino (30 t.ha⁻¹), T3: Estiércol bovino (30 t ha⁻¹) + N-Urea (23 kg ha⁻¹), T4: N-Urea (23 kg ha⁻¹) y T5: N + P₂O₅ + K₂O (23-23-36 kg ha⁻¹, respectivamente), con 4 repeticiones en un diseño de bloques completos al azar. Las variables estudiadas fueron n° de plantas por m⁻², altura de plantas, rendimiento de materia fresca (MF), rendimiento de materia seca (MS), relación MF/MS y relación hoja/tallo. Como los datos fueron normales según el test de de Shapiro Wilk, se aplicó análisis de varianza para observar la existencia o no de variación entre tratamientos y en los que hubo diferencia se aplicó comparación de medias por el test de Tukey al 5%. El estiércol bovino obtuvo los mejores resultados en altura de plantas (180 cm), rendimiento de materia fresca (66,8 t ha⁻¹) y rendimiento de materia seca (13,3 t ha⁻¹) y relación MF/MS. Las variables n° de plantas.m⁻² y relación hoja/tallo no presentaron diferencias significativas. Se concluye que con la aplicación de estiércol con o sin urea puede incrementar la producción de *B. brizantha* cv. MG5.

Palabras clave Pasturas, fertilización, altura de plantas, rendimiento, relación hoja/tallo

ABSTRACT

Given the need to find methods and ways to obtain a more sustainable and productive production, this experiment was carried out, with the aim of evaluating the response of the *Brachiaria brizantha* cv. MG5 to fertilizer sources, whether organic, chemical, or the mix of these, an experiment was carried out in Luque district. In the experiment, 5 treatments; T1: Control, T2: Bovine manure (30 t.ha⁻¹), T3: Bovine manure (30 t ha⁻¹) + Urea (50 kg ha⁻¹), T4: Urea (50 kg ha⁻¹) and T5: N + P₂O₅ + K₂O (50-60-60 kg ha⁻¹, respectively), with 4 replicates in a completely randomized block design. The variables studied were the number of plants m⁻², plant height, fresh matter yield (MF), dry matter yield (DM), MF/DM ratio and leaf/stem ratio. As the data were normal by de Shapiro Wilk test, an analysis of variance was applied to observe the existence or not of variation between treatments and in those that there was a difference, a comparison of means was applied by the Tukey test at 5%. The bovine manure obtained the best results in plant height (180 cm), fresh matter yield (66.8 t ha⁻¹) and dry matter yield (13.3 t ha⁻¹) and MF/DM ratio. The variables number of plants m⁻² and leaf/stem ratio did not present significant differences. It is concluded that the application of manure with or without urea can increase the production of *B. brizantha* cv. MG5.

Keywords: Pastures, fertilization, plant height, yield, leaf/stem ratio

Párrafo de difusión: Se implementó un experimento para observar el efecto de la aplicación de estiércol vacuno y fertilización química, solos o combinados sobre la producción de la pastura *Brachiaria brizantha* cv. MG5, constatándose que la mejor forma de fertilización es el uso de estiércol vacuno, solo o mezclado con fertilizante químico.

INTRODUCCIÓN

Las condiciones del mundo en lo que respecta al medio ambiente, recursos y demanda de alimentos e insumos, no son las mismas que las de las décadas pasadas, mientras que la población tanto a nivel regional aumenta de manera acelerada, la oferta tanto de alimentos o insumos no son producidos con la misma velocidad, por lo que en algún momento la demanda podría ser mayor a la capacidad de oferta (FAO, 1996).

Uno de los principales productos demandados a nivel regional y mundial es la carne bovina, que representa un elemento clave para la alimentación humana, siendo esta una importante fuente de proteínas, considerando que la calidad proteica es esencial para cubrir los requerimientos de nitrógeno y aminoácidos de un determinado individuo (Millward, 2004).

Uno de los principales inconvenientes con la producción de carne bovina es el espacio o la superficie requerida para su obtención, ante la necesidad de espacio o superficie se producen desmontes, pérdidas de bosques o una producción limitada por lo que se considera muchas veces que la producción de proteína animal impacta negativamente al ambiente, cuando comparado la proteína vegetal (Quesada y Gomez 2019). La cantidad de hectáreas necesarias para la obtención de carne está directamente relacionada con la capacidad de producción de forrajes que posee el suelo específico en el cual se trabaja, lo cual se traduce en materia seca, por lo tanto, que la producción de carne no se encuentra ligada a la superficie en sí, sino más bien la producción de materia seca que se puede obtener de esta. Mediante la fertilización de pasturas se puede afrontar esta problemática. Con el uso de fertilizantes orgánicos o inorgánicos se puede obtener mayor producción de forraje, aumentando así la capacidad receptiva del campo, siendo posible una producción tanto más efectiva como sostenible (Pirela et al., 2006; Borges et al., 2012).

Entre los nutrientes, el nitrógeno es uno de los

más importantes en la producción de forrajes para la alimentación de rumiantes, por la respuesta en desarrollo de vigor, área foliar, producción biomasa y en el contenido de proteína, factores que influyen finalmente los rendimientos de carne y/o leche (Rincón & Ligarreto, 2007), sin embargo, es uno de los elementos que presentan mayores déficits como consecuencia de fenómenos tales como la volatilización y lixiviación, estos procesos impiden un buen aprovechamiento del nitrógeno en el sistema por parte de la planta (Pezo & García, 2018) y es uno de los nutrientes a los que las gramíneas más responden a su aplicación, siendo la respuesta linear hasta altas dosis de N (Gutierrez-Peña et al., 2022).

Una de las alternativa para suplir nutrientes a las pasturas es el uso de enmiendas orgánicas, como el caso del estiércol bovino, dependiendo de la razas o tipos de bovino uno adulto puede defecar entre 10 a 15 veces por día, llegando a una cantidad de entre 20 y 30 kilogramos de estiércol al día de los cuales aproximadamente el 2% es N, además de agua y otros elementos no digeridos, ya sea fibra no digerida o granos dependiendo de la alimentación, convirtiéndolo así en una gran fuente de nutrientes para el suelo (Bavera & Peñafort, 2006).

Las excretas utilizadas como fuente de fertilizantes orgánicos presentan ciertas ventajas por encima de los fertilizantes inorgánicos, pero una a destacar es la capacidad de añadir otros nutrientes además de los principales NPK, estas excretas se obtienen a partir de lo consumido por el animal, en la ingesta de pasturas el animal adquiere otros micronutrientes y estos vuelven al suelo cuando son desechados. El estiércol bovino contiene aproximadamente 1,5% de N; 0,62% de P y 0,90% de K (Sánchez et al., 2011).

Algunos sistemas de pastoreo poseen la capacidad de reponer o renovar nutrientes al suelo y así reducir la necesidad de los fertilizantes inorgánicos, la adición de fertilizantes orgánicos además de mejorar la nutrición del suelo, mejora la CIC, la capacidad de retención de agua, la aireación, la continuidad de poros y consecuentemente una mejor estabilidad estructural (Sadeghian, 2005; Cairo-Cairo & Álvarez- Hernández, 2017), inclusive los suelos manejados con pastura en algunos casos pueden presentar menor acidez y mayor disponibilidad de nutrientes que en siembra directa (Villalba Martinez et al., 2020). El objetivo de esta investigación fue evaluar la respuesta de la pastura *Brachiaria brizantha* cv. MG5 a fuentes de fertilizantes orgánico, químico y la mezcla de estos.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo entre febrero a mayo del 2022 con una duración de 120 días. El experimento se realizó en una propiedad ubicada en el barrio Itapuami, distrito de Luque del departamento Central, situada entre latitud 25°13'29.45"S y longitud 57°27'33.61"O. Si bien estas épocas no son las más adecuadas, porque empieza el descenso de la temperatura, el experimento se realizó durante este periodo como consecuencia del periodo de sequía que azotó tanto a la zona del experimento como a todo el país durante el periodo de fines del 2021 e inicio del 2022. Los datos de precipitación diaria y temperatura media, mínima y máxima durante la conducción del experimento se pueden observar en la Figura 1, según de la estación meteorológica del aeropuerto internacional de Luque (Meteomanz, 2022).

Antes de implantar el experimento se realizó un análisis previo de suelo, según el resultado de análisis de suelo realizado en el laboratorio de suelos del Área de Suelos y Ordenamiento Territorial de la Facultad de Ciencias Agrarias en la Universidad Nacional de Asunción presenta las siguientes características; textura areno franco, color marrón rojizo brillante, 5 YR 5/6 según la tabla de Munsell. En lo que respecta al aspecto químico el área de experimento presentó un pH ligeramente ácido de 6,2, bajo contenido de materia orgánica (0,70%), bajo contenido de P (9,6 mg kg⁻¹), niveles de Ca, Mg y K de 0,87; 0,44; 0,05 cmolc kg⁻¹, respectivamente y nula presencia de Al.

El diseño utilizado fue en bloques completos al azar con 5 tratamientos (Estiércol bovino en conjunto con urea, estiércol, urea, fertilización química de NPK y un testigo) (Tabla 1) y 4 repeticiones, teniendo un total de 20 unidades experimentales. Las dosis de los tratamientos fueron determinadas en base a los resultados obtenidos en el análisis de suelos. Siguiendo las recomendaciones sugeridas por Fatecha (2001) para pasturas en general.

Tabla 1. Tratamientos de fertilización establecidos en pastura *Brachiaria brizantha* cv. MG-5. Luque, Paraguay, 2022.

Tratamientos
T1: Testigo
T2: 30 t ha ⁻¹ de Estiércol bovino
T3: 30 t ha ⁻¹ de Estiércol bovino con 23 kg ha ⁻¹ de N-urea
T4: 23 kg ha ⁻¹ de N-urea
T5: Fertilización química con 23-23-36 kg ha ⁻¹ de N, P ₂ O ₅ , K ₂ O, respectivamente

Las evaluaciones de las variables se llevaron a cabo a los 120 días de la implantación del mismo.

En lo que se refiere a la etapa de trabajo de campo las variables evaluadas fueron:

- a) Número de plantas por m²: para determinar la densidad de plantas se contabilizó el número de plantas en un metro cuadrado. Para esto se utilizó un marco de 1 m por 1 m, el cual fue lanzado de manera aleatoria dentro de cada unidad experimental. Este proceso se repitió en cada unidad experimental.
- b) Altura de Plantas: Para la obtención de la altura de plantas se utilizó una cinta métrica con la cual se midió la distancia desde el suelo hasta el punto más elevado de área foliar dentro de un área de un metro cuadrado usando las mismas plantas con las cuales se realizó la medición de número de plantas por m².
- c) Materia Fresca: Para la obtención de la materia fresca se utilizó un marco de 1 m por 1 m. Este fue lanzado de forma aleatoria dentro de cada unidad experimental respectivamente, todo el forraje que se encontraba dentro de los límites del marco fue removido teniendo en cuenta el factor de uso característico de la especie. Una vez removido el forraje las respectivas muestras fueron puestas en bolsas plásticas, rotuladas y luego pesadas, una vez pesadas todas las muestras, los resultados obtenidos fueron extrapolados de kg m⁻² a t ha⁻¹, mediante una conversión simple con regla de tres. Este proceso fue realizado en cada unidad experimental.
- d) Materia Seca: Para la obtención de la materia seca se utilizaron las muestras obtenidas previamente para la determinación de materia fresca, estas muestras fueron llevadas al laboratorio en donde se las sometió a un secado en estufa a 65°Celsius hasta obtener un peso constante. Una vez que se obtuvo los resultados, estos fueron convertidos de kg m⁻² a t ha⁻¹ mediante una conversión simple de regla de tres.
- e) Relación materia fresca/materia seca (MF/MS): Para la obtención de la de relación (MF/MS) seca, se procedió a dividir el peso de la materia fresca por el peso de la materia seca de cada unidad experimental.
- f) Relación hoja/tallo (H/T): Para la obtención de la relación hoja tallo se procedió a separar las hojas y los tallos de las plantas aun frescas de las muestras obtenidas previamente, una vez que las hojas fueron separadas de los tallos estas fueron secadas y posteriormente pesadas de manera independiente, con el fin de obtener el peso tanto de las hojas como de los tallos independientemente, una vez obtenidos estos

resultados se procedió al secado, una vez que se completó el secado se realizó la división entre los valores obtenidos del peso seco de las hojas y el peso seco de los tallos obteniendo como resultado la relación hoja/tallo. Las mediciones de peso se realizaron en estado seco, ya que los tallos poseen una mayor cantidad de agua en su composición que las hojas. Considerando que según la prueba de normalidad de Shapiro Wilk las muestras eran normales, se realizó un análisis de varianza al 5% de probabilidad de error, con la utilización del programa estadístico Infostat, se realizó comparación de medias por el test de Tukey al 5% en las variables que presentaron diferencias estadísticas significativas.

RESULTADOS

La densidad de plantas a los 120 días no presentó diferencia significativa entre tratamientos, sin embargo, la altura de planta fue mayor en los tratamientos con aplicación de fertilizantes, comparado con el testigo (Tabla 2), todos los tratamientos presentaron mayor altura que el testigo, el cual obtuvo una altura media de 148 cm. Entre los demás tratamientos no hubo diferencia significativa, variando la altura entre 167 a 180 cm (Tabla 2).

Tabla 1. Densidad de plantas por metro cuadrado y altura de planta de *Brachiaria Brizantha* cv. MG5 a los 120 días de la siembra por el efecto de la aplicación de estiércol bovino y fertilización química (N, P₂O₅, K₂O). Luque, Paraguay, 2022.

Tratamientos	Densidad de plantas (plantas.m ⁻²)	Altura de planta (cm)
T1: Testigo	6,00 ^{ns}	148b*
T2: Est. bovino (30 t ha ⁻¹)	7,50	176 a
T3: Est. bovino (30 t ha ⁻¹) + 23 kg ha ⁻¹ de N	6,75	180 a
T4: 23 kg ha ⁻¹ de N	6,00	167 a
T5: Fert. Química 23-23-36 kg ha ⁻¹ de N, P ₂ O ₅ , K ₂ O	6,50	171 a
CV (%)	18,8	3,4

ns: No significativo. *Medias con letra en común en la columna no son significativamente diferentes entre sí por el test de Tukey al 5%. CV: Coeficiente de Variación.

Tanto el rendimiento de MF como de MS de la pastura fue influenciada por la aplicación de enmiendas orgánicas o fertilización química (Tabla 3).

Se evidenció diferencia estadística significativa de producción de MF entre los tratamientos con fertilización y el testigo (32,78 t ha⁻¹). Los tratamientos con aplicación de estiércol vacuno, sea en forma independiente (T2), como mezclado con fertilización química de N (T3) obtuvieron los mejores resultados, con medias de 66,83 y 60,90 t ha⁻¹, respectivamente, seguidos por los tratamientos con N, P y K (T5) (46,18 t ha⁻¹) y solo N (T4) (44,65 t ha⁻¹) los cuales no obtuvieron diferencia significativa entre sí.

En relación a la producción de MS, se observa otra tendencia en comparación con la materia fresca. El tratamiento con estiércol vacuno con urea (T3) presentó la mayor producción de MS, con una media de 13,3 t ha⁻¹, siendo similar al T2 que solo posee estiércol vacuno, cuya media fue de 12,1 t ha⁻¹. Sin embargo, en este caso no hubo significancia entre el T2 y el T5 que corresponde a la fertilización con N, P y K (10,5 t ha⁻¹). Por otro lado, T4 (urea) con una media de 9,2 t ha⁻¹ no obtuvo diferencias significativas con T5. Mientras que el T1 con una media de 7,5 t ha⁻¹ presentó menor rendimiento que todos los tratamientos.

La relación MF/MS fue superior en los tratamientos donde se aplicó estiércol vacuno, sea con o sin urea, comparado con los demás tratamientos (Tabla 3). No hubo diferencia estadística significativa entre los tratamientos con relación hoja/tallo (H/T) (Tabla 3).

Tabla 3. Rendimiento de materia fresca (MF), materia seca (MS) y la relación entre MF/MS y hoja/tallo de *Brachiaria Brizantha* cv. MG5 a los 120 días después de la siembra por efecto de la aplicación de estiércol bovino y fertilización química (N, P₂O₅, K₂O). Luque, Paraguay, 2022.

Tratamientos	Materia fresca	Materia seca	Relación	
			MF/MS	hoja/tallo
	 t ha ⁻¹			
T1: Testigo	32,8 c*	7,5 d	4,4 c	2,3 ^{ns}
T2: Est. bovino (30 t ha ⁻¹)	60,9 a	12,1 al	5,1 a	1,7
T3: Est. bovino.(30 t ha ⁻¹) + 23 kg ha ⁻¹ de N	66,8 a	13,3 a	5,1 a	1,6
T4: 23 kg ha ⁻¹ de N	44,6 b	9,2 c	4,9 b	2,1

T5: Fert. 46,2	10,5	4,4 c	2,1
Química b	bc		
23-23-36			
kg ha ⁻¹ de			
N, P ₂ O ₅ ,			
K ₂ O			
CV (%)	7,1	6,8	0,7
			24,0
			5

*Medias con una letra común en la columna no son significativamente diferentes entre sí por el test de Tukey al 5%. CV: Coeficiente de Varianza.

DISCUSIÓN

Considerando que la fertilización no es un factor influyente en la germinación y el corto plazo entre la implantación del experimento y la medición de la densidad de mismo (120 días), esto pudo influenciar en la falta de diferencia significativa entre tratamientos. Cabe resaltar que todos los tratamientos se encuentran con parámetros óptimos de número de plantas, que es entre 4 a 8 plantas m⁻² (Ara et al., 2004).

En base a los resultados obtenidos sobre altura de planta, se puede argumentar que el N resultó como el factor influyente en lo que respecta a la altura de plantas, el tratamiento que consistía únicamente en la aplicación de N fue suficiente para presentar altura de planta superior al tratamiento testigo, mientras que no se encontraron diferencias significativas entre el tratamiento nitrogenado y los demás tratamientos, los cuales consistían en la adhesión de N junto con otros nutrientes y compuestos.

Estos resultados coinciden con otros experimentos como el de Freire y Torres (2022), quienes aplicaron 100 kg de N ha⁻¹ en *Brachiaria* y constataron diferencia significativa entre los tratamientos fertilizados con N y no fertilizados, (62 y 44 cm, respectivamente), por lo que se puede observar que el N cumple un rol protagónico en la elongación de plantas. También Guevara et al (2002) observaron mayor altura de plantas en *B. brizantha*, cuando fertilizados con N. Proaño (2017) evaluó la altura de *B. brizantha* a los 30 y 90 días con diferentes dosis de N y un tratamiento testigo. En ambos cortes los tratamientos fertilizados no tuvieron diferencia estadística significativa entre sí, sin embargo, todos presentaron diferencia significativa con el tratamiento testigo, tanto a los 30 como a los 90 días, por lo que se puede sostener que la aplicación de N deriva en el aumento de la altura, sin embargo, un incremento en la dosis no necesariamente se traduce a un incremento de la altura.

La falta de respuesta de la pastura al incorporar K y P además del N, también se dio debido a que los niveles de estos nutrientes en el suelo ya están próximo al nivel crítico, principalmente para la primera etapa de crecimiento de la pastura, siendo el N el nutriente más limitante. La *brachiaria* es bastante rústica y es menos exigente que otros cultivos en lo que respecta a fertilidad del suelo, como observado en otros experimentos como el de Ara et al., (2004) con fertilización fosfatada (25 kg ha⁻¹ de P) con y sin herbicida y de Quintero y Boschetti, (2020), quienes no observaron aumento del número de plantas por la fertilización fosfatada (0, 150 y 300 kg ha⁻¹ de súper fosfato triple) en la siembra.

Se puede observar que los mejores resultados en el experimento, tanto en producción de MF como de MS fueron obtenidos a partir de los tratamientos que utilizaron estiércol bovino. El estiércol bovino además de ser una fuente de N, P y K, posee otros micronutrientes que son consumidos por los animales y devueltos al sistema, por lo que se lo puede considerar una fuente de fertilización más completa. Además de lo mencionado anteriormente, y no menos importante es que el estiércol posee otras cualidades, como la incorporación de materia orgánica y el aporte de humedad al sistema mediante el sellamiento de la cobertura superficial, evitando la pérdida de humedad por medio la evaporación como también una retención de humedad en el sistema, además de retener el agua y la liberar lentamente al sistema, lo que provoca una optimización en el consumo de agua por parte de las pasturas. Esto se puede observar en el experimento de Polo (2021) realizó un experimento en cual trabajó con tres especies del género *Brachiaria* los cuales fueron tratados con un fertilizante orgánico, el cual estaba compuesto por 75% de gallinaza, 20% de estiércol porcino y un 5% restante con material vegetal, junto con un tratamiento testigo sin fertilizar. Se realizaron 4 cortes con un intervalo de 30 días. Las *Brachiaras* fertilizadas obtuvieron las siguientes producciones, 2,21; 3,11 y 2,50 t.ha⁻¹, mientras que las que *Brachiaras* testigo obtuvieron las siguientes medias, 0,54; 0,59 y 0,53 t.ha⁻¹ si bien este no utilizó ninguna fertilización química como tratamiento, se puede apreciar la relevancia del estiércol como fuente de nutrientes.

En el experimento se puede también observar que el aporte de otros nutrientes además de N es importante para los buenos resultados de las pasturas, principalmente la presencia de P en el tratamiento como es el caso del T5, en ese

sentido Miranda (2009) realizó un experimento con distintas pasturas del género *Brachiaria* las cuales fertilizó al momento de la siembra con una formulación de 18-46-0 con una dosis de 129 kg ha⁻¹ y luego a los 22 y 42 días realizó una fertilización nitrogenada con una dosis de 129 kg ha⁻¹ y fosfato diamónico con una dosis de 65 kg ha⁻¹, en el cual obtuvo medias máximas de MS de 15,2 t ha⁻¹ y de 5,4 t ha⁻¹ en el caso del testigo, sin fertilización química.

La incidencia e importancia de la combinación estiércol y la fertilización química se puede observar en el experimento de Silva et al., (2015) con el género *Brachiaria*, que constaba de 6 tratamientos, un testigo, fertilización química equivalentes a 60 kg ha⁻¹ de N, 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅ y 100 kg ha⁻¹ de K₂O; tres tratamientos fertilizadas con estiércol porcino con distintas dosis 60, 120 y 180 m³ ha⁻¹ y 120 m³ ha⁻¹ de estiércol porcino más fertilización química. En el corte realizado a los 60 días se comprobó diferencia estadística significativa entre los tratamientos y el tratamiento testigo, el tratamiento con estiércol porcino combinada con fertilización química obtuvo 3,99 t ha⁻¹ de MS, seguido por los tratamientos de 180, 120 y 60 m³ ha⁻¹ de porcino con medias de 3,83; 3,58; 3,02 t ha⁻¹ de MS, respectivamente. El tratamiento de fertilización inorgánica obtuvo una media de 2,5 t ha⁻¹ de MS, mientras que el testigo obtuvo una media de 1,45 t ha⁻¹.

En base a los resultados obtenidos se puede sostener que la combinación de estiércol y fertilizantes químicos resulta en mejores resultados en comparación a otros. Sin embargo, se puede notar que con la fertilización química como único tratamiento también se obtienen buenos resultados, o al menos mejor que el testigo. En el experimento de Romero et al. (2003) utilizaron distintas dosis de una fertilización fosfatada, 50, 100 y 200 kg de P₂O₅ ha⁻¹ en pasturas del género *Brachiaria* junto a un tratamiento testigo sin fertilizar. Estos encontraron diferencias significativas entre los tratamientos y el tratamiento testigo. Obtuvieron las siguientes medias de MS; 2,12; 2,23; 2,40 t ha⁻¹ para los tratamientos fertilizados 50, 100 y 200 kg de P₂O₅ ha⁻¹, respectivamente, mientras que el testigo produjo 1,544 t ha⁻¹ de MS a la cuarta semana. En la sexta semana las medias fueron 3,5; 3,7; 4,1 t ha⁻¹ de MS, mientras que en el testigo se obtuvo como media 2,5 t ha⁻¹ de MS.

Si bien la aplicación de estiércol en grandes extensiones podría resultar complicada cabe destacar que, en ciertos sistemas productivos como los sistemas de pastoreo de rotación intensiva, el estiércol puede ser obtenido

mediante la alta densidad de animales presentes en el área, además la orina de estos, la cual actúa como una fuente adversa de N, como una fertilización nitrogenada.

Al comparar la relación entre materia fresca y materia seca (MF/MS) se observa que en los tratamientos con aplicación de estiércol (T2 y T3) la relación es mayor que en los demás tratamientos, esto indica mayor acúmulo de agua en los tratamientos con aplicación de estiércol. El tratamiento con urea (T4) la relación MF/MS también fue mayor que en el tratamiento químico y el testigo.

La mayor relación de MF en suelos donde se aplicó estiércol se debe posiblemente a la mayor nutrición de la planta y mayor capacidad de crecimiento, siendo esta más voluminosa y con mayor acúmulo de agua dentro de la planta como explicado anteriormente.

La baja relación H/T en los tratamientos con mayores rendimientos en las variables anteriores se debe al engrosamiento de la pared celular de los tallos en el alargamiento durante el crecimiento lo que deriva en un aumento en el peso de los tallos, por lo que ante un mayor crecimiento se obtiene una menor relación H/T. Esto se puede observar en el experimento realizado por Camasca (2011), quien utilizó diferentes tipos de enmiendas orgánicas en *B. brizantha*, tales como carbón molido, estiércol, humus y gallinaza a razón de 10 t ha⁻¹ de cada tratamiento y un testigo, a las 12 semanas se obtuvo una relación H/T de 1,03; 0,87; 1,12 y 0,80 kg kg⁻¹ para carbón molido, estiércol, humus y gallinaza respectivamente y 1,23 para el tratamiento testigo, a las 16 semanas los valores obtenidos fueron 0,84; 0,95; 1,00 y 0,73 kg kg⁻¹ respectivamente, mientras que el testigo obtuvo una relación de 1,03 kg kg⁻¹. Los tratamientos que presentaron un mejor resultado en las mediciones de otras variables obtuvieron una menor relación H:T.

Esto también se puede observar en el experimento realizado Benítez (2017), este experimentó con *B. brizantha* utilizando diferentes enmiendas químicas como tratamientos, colocando 1800 kg ha⁻¹ de cal dolomítica, 1800 kg ha⁻¹ de cal dolomítica + 179 kg ha⁻¹ de N, 1800 kg ha⁻¹ de cal dolomítica + 179 kg ha⁻¹ de N + 107 kg ha⁻¹ de P₂O₅ y 1800 kg ha⁻¹ de cal dolomítica + 179 kg ha⁻¹ de N + 107 kg ha⁻¹ de P₂O + 26 kg ha⁻¹ de K₂O, además de un tratamiento testigo. A los 60 días la relación H:T fue de 1,54; 1,58; 1,34 y 1,33 kg kg⁻¹ respectivamente y 1,50 kg kg⁻¹ en el testigo. A los 90 días la relación H:T fue 1,30; 1,38; 1,27 y 1,02 kg kg⁻¹, mientras que el testigo obtuvo una relación H:T de 1,31 kg kg⁻¹.

Inoue e Iribas (2008) realizaron mediciones de

la relación H/T en distintas especies de *Brachiaria* sin ser fertilizadas en diferentes momentos del año. En el caso la *B. brizantha* cv. MG5, estas mediciones fueron realizadas en primavera, verano, otoño e invierno las medias de relaciones H/T obtenidas fueron 2,99; 2,14; 2,68 y 4,08 kg kg⁻¹ respectivamente, si bien estas pasturas no fueron fertilizadas, se tomaron distintas mediciones en diferentes épocas del año, las cuales a su vez demuestran diferentes niveles de crecimiento, en este experimento se demostró que en las épocas de mayor crecimiento se obtuvo una menor relación H/T, así como en los momentos en los que el crecimiento se redujo la relación H/T aumento. Mediante esto se puede determinar que la baja relación H/T obtenida en los tratamientos fertilizados del experimento realizado no se deben a una reacción adversa a fertilización, sino que esta es directamente proporcional al desarrollo o crecimiento de las pasturas.

CONCLUSIÓN

La producción de *B. brizantha* cv. MG5 es superior cuando se incorpora estiércol bovino al sistema, sea solo o mezclada con fertilización química, siendo inclusive mejor que la aplicación de fertilización química individual.

REFERENCIAS

- Ara, M., Reyes, C., Ramos, O. & Clavo, Z. (2004). Fertilización con fósforo y control de malezas para el establecimiento de *Brachiaria brizantha* a escala comercial. *Revistas de Investigaciones Veterinarias del Perú* 15(2), 92-99. <http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v15n2/a02v15n2.pdf>
- Bavera, G. & Peñafort, C. (2006). Lectura de la bosta del bovino y su relación con la alimentación. In Bavero, GA (dir.). *Cursos de Producción Bovina de Carne Río Cuarto*, Provincia de Córdoba, Argentina, FAV, UNRC. p. 1-9.
- Benítez, D. (2017). Fertilización estratégica de pastura diferida de *Uroclao Brizantha* cv. Marandu. Tesis Ing. Agr. San Pedro de Ycamandyyu, Paraguay, Universidad Nacional de Asunción. 26 p. <http://sdi.cnc.una.py/catbib/documentos/tesis/5144.pdf>
- Borges, J. A., Barrios, M., & Escalona, O. (2012). Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica sobre variables agroproductivas y composición química del pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*). *Zootecnia Tropical*, 30(1), 17-26. <http://ve.scielo.org/pdf/zt/v30n1/art03.pdf>
- Cairo-Cairo, P. & Álvarez- Hernández, U. (2017). Efecto del estiércol en el suelo y en el cultivo de la soya *Glycine max* (L.) Merr.. *Pastos y Forrajes*, 40(1), 37-42. <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v40n1/pyf05117.pdf>
- Camasca P, P.L. (2011). Efecto de diferentes abonos orgánicos en el establecimiento del *Brachiaria brizantha* stapf cv marandú en la zona de Tingo María. Tesis Ing. Tingo María, Perú, Universidad Nacional Agraria de la Selva. 71 p. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/785>
- FAO, (1996). Cumbre mundial sobre la alimentación. Roma, Italia. <https://www.fao.org/3/w2612s/w2612s11.htm>
- Fatecha A, A. (2001). Guía para la fertilización de cultivos anuales y perennes de la Región Oriental del Paraguay. Boletín técnico N 1 de la SOPACIS. San Lorenzo, PY. 33 p.
- Freire P., V.A. & Torres J., R.M. (2022). Manejo de pasturas de alta calidad en *Brachiaria brizantha* con base en variables ecofisiológicas. Tesis Ing. Agrop. Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador, ESPE. p. 30-39. <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/28872/1/T-ESPESD-003180.pdf>
- Guevara, E., Rodríguez, T., Navarro, L. & Rodríguez, I. (2002). Dos niveles de nitrógeno, frecuencia de pastoreo y asociación de *Centrosema brasilianum* sobre la oferta forrajera de *Brachiaria brizantha*. *Revista Científica* 2(2):569-571. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/cientifica/article/view/14931/14908>
- Gutierrez-Peña, R, Alonzo G., L. A. & Rasche A., J.W. (2022). Fuentes y dosis de fertilizantes nitrogenados en cultivo de maíz para ensilado. *Revista Científica de la UCSA* , 9(3), 59-71. <https://doi.org/10.18004/ucsa/2409-8752/2022.009.03.059>
- Inoue S, L J. & Iribas, A. (2008). Evaluación agronómica de cinco pastos del género *Brachiaria* en suelo ultisol del departamento Central del Paraguay. *Investigación Agraria* 10(1):47-51. <https://www.agr.una.py/revista/index.php/ria/article/view/62/59>
- Millward, D.J. (2004). Macronutrient Intakes as Determinants of Dietary Protein and Amino Acid Adequacy. *The Journal of Nutrition*; 134:1588S-1596S. <https://doi.org/10.1093/jn/134.6.1588S>
- Miranda Z, H.A. (2009). Adaptación y productividad de seis gramíneas forrajeras en Puerto Díaz, Chontales, Nicaragua. Trabajo de Graduación, Managua, Nicaragua, Universidad Nacional Agraria. 43

- p.
<https://repositorio.una.edu.ni/2084/1/tnf3om672a.pdf>
- Pezo, D. & García, F. (2018). Uso eficiente de fertilizantes en pasturas. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 56 p.
[https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/9227/Uso eficiente de fertilizantes en pasturas.pdf](https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/9227/Uso%20eficiente%20de%20fertilizantes%20en%20pasturas.pdf)
- Pirela, M. F., Clavero, T., Fernández, L. & Sandoval, V.L. (2006). Balance del nitrógeno en el sistema suelo-planta con pasto Guinea (*Panicum máximum* Jacq) en condiciones de bosque seco tropical. Revista de la Facultad de Agronomía, 23(1), 84-95.
http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=So378-78182006000100008
- Polo L., E.A. (2021). Efecto de la fertilización orgánica sobre el rendimiento de materia seca de especies de *Brachiaria*, Revista Semilla del Este 1(2):64-69.
https://revistas.up.ac.pa/index.php/semilla_este/article/view/2124/1975
- Proaño C., V.A. (2017). Efectos de la fertilización nitrogenada sobre la producción de biomasa en los pastos Piata y Marandú (*Brachiaria brizantha*) en la zona de Babahoyo. Tesis Ing. Agr. Babahoyo, Ecuador, Universidad técnica de Babahoyo. p. 12-15.
<http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3136/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000038.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Quesada, D. & Gómez, G. (2019). ¿Proteínas de origen vegetal o de origen animal?: Una mirada a su impacto sobre la salud y el medio ambiente. Revista de nutrición clínica y metabolismo, 2(1), 79-86.
<https://revistanutricionclinicametabolismo.org/index.php/nutricionclinicametabolismo/article/view/rncm.v2n1.063/145>
- Quintero, C.E. & Boschetti, N.G. (2020). Manejo del fósforo en pasturas. Entre Ríos, Argentina, FCA, UNER. 6 p.
<https://www.profertel.com.ar/wp-content/uploads/2020/08/manejo-del-fosforo-en-pastura.pdf>
- Rincón A, C. & Ligarreto, G.A. (2007). Efecto del nitrógeno en la rehabilitación de pasturas de *Brachiaria decumbens* utilizando la asociación con maíz en el Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia. Pasturas Tropicales 29(1):8-15.
<https://docplayer.es/74187522-Efecto-del-nitrogeno-en-la-rehabilitacion-de-pasturas-de-brachiaria-decumbens.html>
- Romero, C., Alfonso, S., Medina, R. & Flores, R. (2003). Evaluación inicial de la fertilización con roca fosfórica en tres especies del género *Brachiaria*. Zootecnia Tropical 21(2):105-135.
http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=So798-72692003000200006&script=sci_abstract
- Sadeghian, S. (2005). Impacto de la ganadería sobre el suelo alternativas sostenible de manejo
<https://slidex.tips/download/impacto-de-la-ganaderia-sobre-el-suelo-alternativas-sostenible-de-manejo>
- Sánchez, S., Hernández, M. & Ruz, F. (2011). Alternativas de manejo de la fertilidad del suelo en ecosistemas agropecuarios. Pastos y Forrajes 34(4):375-382.
<https://www.redalyc.org/pdf/2691/269121519001.pdf>
- Silva, A. de A, Lana, A.M., Lana, R.M.Q. & Da Costa, A.M. (2015). Fertilização com dejetos suínos: influência nas características bromatológicas da *Brachiaria decumbens* e alterações no solo. Engenharia Agrícola. 35(2):254-265.
<https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v35n2p254-265/2015>
- Villalba-Martínez, C.J., Merino-García, A., & Etchevers-Barra, J. (2020). Diagnóstico de la fertilidad química de suelos (Rhodic Paleudult) en sistemas agrarios y forestal de la región Oriental de Paraguay. Investigación Agraria, 22(2), 92-99.
<https://doi.org/10.18004/investig.agrar.2020.diciembre.2202658>