

Adubação nitrogenada em pastagens de *Megathyrus maximus* cv. BRS Tamani nos cerrados de Roraima

Nitrogen fertilization in *Megathyrus maximus* cv. BRS Tamani pastures in the Roraima's savannas

Fertilización nitrogenada en pasturas de *Megathyrus maximus* cv. BRS Tamani en la sabana de Roraima

Newton de Lucena Costa

Doutor em Produção Vegetal
Instituição: Embrapa Roraima
Endereço: Boa Vista - Roraima, Brasil
E-mail: newton.lucena-costa@embrapa.br

Liana Jank

Doutora em Melhoramento de Plantas
Instituição: Embrapa Gado de Corte
Endereço: Campo Grande - Mato Grosso do Sul, Brasil
E-mail: liana-jank@embrapa.br

Amaury Burlamaqui Bendahan

Doutor em Agronomia
Instituição: Embrapa Amazônia Oriental
Endereço: Belém - Pará, Brasil
E-mail: amaury.bendahan@embrapa.br

João Avelar Magalhães

Doutor em Zootecnia
Instituição: Embrapa Meio Norte
Endereço: Parnaíba - Piauí, Brasil
E-mail: joao.magalhaes@embrapa.br

Braz Henrique Nunes Rodrigues

Doutor em Irrigação e Drenagem
Instituição: Embrapa Meio Norte
Endereço: Parnaíba - Piauí, Brasil
E-mail: braz.rodrigues@embrapa.br

Francisco José de Seixas Santos

Doutor em Irrigação e Drenagem
Instituição: Embrapa Meio Norte
Endereço: Parnaíba - Piauí, Brasil
E-mail: francisco.seixas@embrapa.br

RESUMO

O efeito da adubação nitrogenada (0, 50, 100 e 150 kg de N ha⁻¹) sobre a produtividade de forragem e características morfológicas e estruturais de pastagens de *Megathyrus maximus* cv. BRS Tamani foi avaliado em condições naturais de campo nos cerrados de Roraima. A adubação nitrogenada afetou positivamente e quadraticamente ($P < 0,05$) a disponibilidade de matéria seca verde (MSV), densidade populacional de perfilhos (DPP), número de folhas perfilho⁻¹ (NFP), tamanho médio de folhas (TMF), índice de área foliar (IAF) e taxas de aparecimento (TAIF) e expansão foliar (TExF). Os máximos rendimentos de MSV, TAIF, TExF, DPP, NFP, IAF e TMF foram obtidos com a aplicação de 142,2; 101,1; 132,2; 104,3; 121,7; 103,2 e 116,1 kg de N ha⁻¹, respectivamente. A eficiência de utilização de N foi inversamente proporcional às doses de N aplicadas, ocorrendo o inverso quanto as taxas de senescência foliar e os teores de N. A adubação nitrogenada ao aumentar a disponibilidade de forragem acelera os processos de renovação de tecidos e otimiza a estrutura do dossel mais favorável ao pastejo.

Palavras-chave: folhas, matéria seca verde, perfilhamento, senescência.

ABSTRACT

The effect of nitrogen fertilization (0, 50, 100 and 150 kg of N ha⁻¹) on forage productivity and morphogenic and structural characteristics of *Megathyrus maximus* cv. BRS Tamani was evaluated under natural field conditions in the Roraima's savannas. Nitrogen fertilization positively and quadratically affected ($P < 0.05$) the availability of green dry matter (GDM), P content, tiller population density (TPD), number of leaves tiller⁻¹ (NLT), average leaf size (ALS), leaf area index (LAI) and rates of appearance (LAR) and leaf expansion (LER). The maximum yields of GDM, LAR, LER, TPD, NLT, LAI and ALS were obtained with the application of 142.2; 101.1; 132.2; 104.3; 121.7; 103.2 and 116.1 kg of N ha⁻¹, respectively. The efficiency of N use was inversely proportional to the doses of P applied, with the opposite occurring regarding the rate of leaf senescence and forage N concentrations. Nitrogen fertilization, by increasing forage availability, accelerates tissue renewal processes and optimizes the canopy structure, more favorable to grazing.

Keywords: leaves, green dry matter, tillering, senescence.

RESUMEN

Se estudió el efecto de la fertilización nitrogenada (0, 50, 100 y 150 kg de N ha⁻¹) sobre la productividad del forraje y las características morfológicas y estructurales de *Megathyrus maximus* cv. BRS Tamani en condiciones naturales de campo en las sabanas de Roraima. La fertilización con nitrógeno afectó positivamente y cuadráticamente ($P < 0.05$) la disponibilidad de materia seca verde (MSV), la densidad de población de macollas (DPM), el número de hojas de macolla⁻¹ (NFM), el tamaño promedio de las hojas (TPH), el índice de área foliar (IAF) y tasas de aparición (TApH) y expansión de las hojas (TExH). Los rendimientos máximos de MSV, TApH, TExH, DPM, NFM, IAF y TPH se obtuvieron con la aplicación de 142,2; 101,1; 132,2; 104,3; 121,7; 103,2 y 116,1 kg de N ha⁻¹, respectivamente. La eficiencia del uso de N fue inversamente proporcional a las dosis de N suministradas, ocurriendo lo contrario con respecto a la tasa de senescencia foliar e a los contenidos de N en el forraje. La fertilización nitrogenada, al aumentar la disponibilidad de forraje, permite una mayor eficiencia en su uso, una mayor renovación de los tejidos y una estructura de dosel más favorable al pastoreo.

Palabras clave: hojas, matéria seca verde, macollamiento, senescencia foliar.

1 INTRODUÇÃO

As pastagens cultivadas representam o principal recurso forrageiro para a alimentação dos rebanhos. As gramíneas do gênero *Megathyrsus* destacam-se nos sistemas de produção pecuária em regiões tropicais em função de seu elevado potencial produtivo, boa adaptação edafoclimática e alta resposta ao manejo intensivo (Araújo *et al.*, 2025). Entre essas, *Megathyrsus maximus* tem ampla utilização em pastagens cultivadas, sendo reconhecida por sua elevada capacidade de produção de forragem, rápida rebrotação e valor nutritivo quando adequadamente manejada.

A produtividade e a qualidade da forragem e, conseqüentemente, a persistência das pastagens estão diretamente relacionadas ao estoque de nutrientes disponíveis no solo, com destaque para o nitrogênio (N), considerado o principal fator limitante e nutriente modulador da produção de biomassa em gramíneas tropicais (Pietroski *et al.*, 2015; Nascimento *et al.*, 2025). O N participa de processos fisiológicos fundamentais, como a síntese de clorofila, compostos orgânicos, proteínas estruturais e enzimas envolvidas no metabolismo do carbono, influenciando diretamente o crescimento vegetativo e a eficiência fotossintética das plantas. Nos solos com baixa disponibilidade de N, o crescimento e a capacidade das plantas em formar novos tecidos são reduzidos e o seu desenvolvimento torna-se lento, a produção de perfilhos é negativamente afetada e o teor de proteína torna-se deficiente para o atendimento das exigências nutricionais do animal (Martha Júnior *et al.*, 2006; Martuscello *et al.*, 2019; Liu *et al.*, 2024; Silva *et al.*, 2024a). Considerando-se o elevado investimento na aquisição de fertilizantes nitrogenados e sua importância relativa na composição dos custos de produção dos sistemas pecuários, torna-se necessário assegurar sua máxima eficiência, através da determinação das doses mais adequadas para o estabelecimento e manutenção das pastagens (Braga, 2019; Costa *et al.*, 2017, Galindo *et al.*, 2018).

Diversos estudos demonstram que a adubação nitrogenada promove aumentos expressivos na produção de forragem de *M. maximus*, sobretudo em função de alterações nos processos morfogênicos, como a taxa de aparecimento e de alongamento foliar, o filocrono e a duração de vida das folhas (Lemaire *et al.*, 2011). Esses efeitos refletem-se em modificações na

estrutura do dossel forrageiro, incluindo maior índice de área foliar, maior densidade populacional de perfilhos e mudanças na relação folha:colmo, fatores diretamente relacionados à interceptação luminosa, à eficiência de utilização da radiação e à qualidade da forragem ofertada aos animais (Pereira, 2013; Cruz *et al.*, 2024). O conhecimento das características morfológicas e estruturais das gramíneas representa valiosa ferramenta para a proposição de práticas de manejo que assegurem alta produtividade e qualidade da forragem, maior persistência e estrutura de dossel que favoreça os processos de pastejo e, conseqüentemente, maior ingestão de forragem em menor período de tempo (Gastal & Lemaire, 2002; Pereira, 2013).

A morfogênese descreve os processos da dinâmica da geração e expansão da forma da planta no tempo e espaço. Em gramíneas forrageiras tropicais, durante o crescimento vegetativo, as três variáveis mais importantes são a taxa de aparecimento, a taxa de alongamento e a duração de vida das folhas, as quais, apesar de geneticamente predeterminadas são fortemente afetadas por vários fatores ambientais (temperatura, luz, ventos, radiação solar, disponibilidade de água e fertilidade do solo) e práticas de manejo das pastagens e dos rebanhos (Lemaire *et al.*, 2011; Lins, 2011; Iwamoto *et al.*, 2015). As interações destas variáveis condicionam as características estruturais: número de folhas vivas perfilho⁻¹ (NFV), tamanho médio de folhas (TMF) e densidade de perfilhos, as quais contribuem para a formação do índice de área foliar (IAF) que sintetiza o aparato utilizado para a interceptação da radiação fotossinteticamente ativa pelo dossel da pastagem (Pereira, 2013; Costa *et al.*, 2021; Cruz *et al.*, 2024). O NFV pode se manter constante para cada espécie e constitui parâmetro objetivo para a definição dos sistemas de pastejo a serem impostos no manejo das forrageiras, sendo decorrente da taxa de aparecimento e a duração de vida das folhas, enquanto que a taxa de alongamento foliar afeta o TMF (Nabinger; Carvalho, 2009; Costa *et al.*, 2017; Cruz *et al.*, 2024). Entretanto, a intensificação da adubação nitrogenada pode também acelerar o alongamento de colmos e aumentar a senescência foliar, especialmente quando associada a práticas de manejo inadequadas, resultando em perdas de eficiência produtiva e redução do valor nutritivo da forragem (Pereira, 2013). Dessa forma, a compreensão dos efeitos do N sobre as características morfológicas e estruturais torna-se relevante para o estabelecimento de estratégias de manejo que conciliem elevada produtividade, qualidade da forragem e sustentabilidade dos sistemas de produção (Nabinger; Carvalho, 2009).

Neste trabalho foram avaliados os efeitos da adubação nitrogenada sobre a produtividade de forragem e a morfogênese de *Megathyrus maximus* cv. BRS Tamani nos cerrados de Roraima.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido no Campo Experimental da Embrapa Roraima, localizado em Boa Vista, durante o período de Maio a Setembro de 2021, no qual ocorreu uma precipitação acumulada de 1.153 mm e temperatura média mensal de 23,51°C. O solo da área experimental é um Latossolo Amarelo, textura média, fase cerrado, com as seguintes características químicas, na profundidade de 0-20 cm: $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}} = 5,42$; $\text{P} = 9,15 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Ca}^{++} = 0,72 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$; $\text{Mg}^{++} = 0,21 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$; $\text{K} = 43,9 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Al} = 0,01 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ e Saturação por bases = 48%.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com três repetições. Os tratamentos consistiram em quatro níveis de nitrogênio (0, 50, 100 e 150 kg de N ha^{-1}). A adubação de estabelecimento consistiu na aplicação, a lanço, de 80 kg de $\text{P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ e 60 kg de $\text{K}_2\text{O ha}^{-1}$, sob a forma de superfosfato triplo e cloreto de potássio, respectivamente. A adubação nitrogenada foi realizada 28 dias após a emergência das plântulas, a lanço e sob a forma de ureia. As parcelas mediam 3,0 x 2,5 m, com área útil de 3,0 m^2 . Durante o período experimental foram realizados três cortes a intervalos de 42 dias e a 30 cm acima do solo.

Os parâmetros mensurados foram rendimento de matéria seca verde (MSV), teores e eficiência de utilização do nitrogênio, densidade populacional de perfilhos m^{-2} (DPP), número de folhas perfilho⁻¹ (NFP), taxa de aparecimento de folhas (TAIF), taxa de expansão foliar (TExF), taxa de senescência foliar (TSeF), tamanho médio de folhas (TMF) e índice de área foliar (IAF). A TExF e a TAIF foram determinadas dividindo-se o comprimento total acumulado de folhas vivas e o número total de folhas vivas em cada perfilho, respectivamente, pelo período de rebrota. O TMF foi calculado através da divisão do alongamento foliar total do perfilho pelo número de folhas vivas. Para o cálculo da área foliar foram coletadas amostras de folhas verdes expandidas, procurando-se obter uma área de 200 cm^2 . As amostras foram digitalizadas e a área foliar estimada com o auxílio de planímetro ótico eletrônico (Li-Cor 3100C). Posteriormente, as amostras foram levadas à estufa com ar forçado a 65°C até atingirem peso constante, obtendo-se a MSV foliar. A área foliar específica (AFE) foi determinada através da relação entre a área de

folhas verdes e a sua MSV (m^2/g MSV foliar). O índice de área foliar (IAF) foi determinado a partir do produto entre a MS total das folhas verdes (g de MSV/ m^2) pela AFE (m^2/g de MSV foliar). A TSeF foi estimada pela divisão do comprimento total das folhas que se apresentavam de coloração amarelada ou necrosada pela período de rebrota.

Os teores de N foram quantificados pelo processo de digestão Kjeldahl, conforme metodologia descrita por Silva (2009). A Eficiência Agronômica do N foi estimada através da fórmula: $\text{EAN} = \text{Matéria seca verde com adubação (kg)} - \text{Matéria seca verde sem adubação (kg)} / \text{Dose do nutriente (kg)}$, expressa em kg de matéria seca verde/kg de nitrogênio (Fageria, 1998).

Os dados foram analisados quanto a normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias. Para a estimativa da resposta dos parâmetros avaliados aos níveis de nitrogênio, a escolha dos modelos de regressão baseou-se na significância dos coeficientes linear e quadrático, por meio do teste “t”, de Student, ao nível de 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As respostas da DPP e do NFP à adubação nitrogenada foram ajustados ao modelo quadrático de regressão e os máximos valores obtidos com a aplicação de 104,3 e 121,7 kg de N ha^{-1} , respectivamente (Tabela 1). As correlações entre o rendimento de MSV e a DPP ($r = 0,9151$; $P = 0,0037$) e o NFP ($r = 0,8617$; $P = 0,0049$) foram positivas e significativas, as quais explicaram em 83,7 e 74,2%, respectivamente, os incrementos constatados nos rendimentos de forragem da gramínea, em função da adubação nitrogenada. Os valores constatados, neste trabalho, para a DPP e o NFP foram superiores aos reportados por Costa *et al.* (2017) para pastagens de *M. maximus* cv. Massai, adubadas com 120 kg de N ha^{-1} e submetidas a frequências de desfolhação a cada 28 dias, que estimaram 477 perfilhos m^{-2} e 3,97 folhas vivas perfilho $^{-1}$. Em pastagens de *M. maximus* cv. Tanzânia, Patês *et al.* (2007) constataram efeito positivo da adubação nitrogenada sobre a DPP, sendo o máximo valor obtido com a aplicação de 100 kg de N ha^{-1} ; contudo para o NFP a relação foi linear e negativa, independentemente do nível de adubação fosfatada (50, 100 ou 150 kg de P_2O_5 ha^{-1}), enquanto que Costa *et al.* (2019) reportaram efeito linear positivo da adubação nitrogenada sobre a DPP de *M. maximus* cv. Centenário (4,2; 5,6; 7,9 e 8,3 perfilhos planta $^{-1}$, respectivamente para 0, 50, 100 e 150 kg de N ha^{-1}). Da mesma forma, Sousa *et al.* (2025), em pastagens de *M. maximus* cv. Mombaça, observaram efeito da adubação

nitrogenada com a aplicação de até 300 kg de N ha⁻¹ (74,2 perfilhos planta⁻¹), comparativamente a 55,0 e 69,5 perfilhos planta⁻¹, com a aplicação de 100 e 200 kg de N ha⁻¹, respectivamente.

Tabela 1. Densidade populacional de perfilhos m⁻² (DPP), número de folhas perfilho⁻¹ (NFP), taxa de aparecimento de folhas (TApF - folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹), taxa de expansão foliar (TExF - cm perfilho⁻¹ dia⁻¹), tamanho médio de folhas (TMF - cm), índice de área foliar (IAF) e taxa de senescência foliar (TSF - cm perfilho⁻¹ dia⁻¹) de *Megathyrus maximus* cv. BRS Tamani, em função da adubação nitrogenada.

Variáveis	Doses de N (kg ha ⁻¹)				Equação de Regressão
	0	50	100	150	
DPP	521	597	687	611	$Y = 512 + 3,172 X - 0,0152 X^2$ (R ² = 0,82)
NFP	3,86	4,19	5,77	5,02	$Y = 3,68 + 0,02632 X - 0,000108 X^2$ (R ² = 0,84)
TApF	0,092	0,099	0,137	0,119	$Y = 0,087 + 0,000627 X - 0,0000031 X^2$ (R ² = 0,79)
TExF	3,86	4,87	7,72	6,43	$Y = 3,57 + 0,00555 X - 0,00021 X^2$ (R ² = 0,92)
TMF	42,1	48,9	56,2	53,8	$Y = 41,6 + 0,2228 X - 0,00091 X^2$ (R ² = 0,85)
IAF	1,98	2,75	3,74	3,21	$Y = 1,89 + 0,0289 X - 0,00014 X^2$ (R ² = 0,90)
TSeF	0,101	0,137	0,144	0,153	$Y = 0,1093 + 0,000321 X$ (r ² = 0,81)

Fonte: Dados da pesquisa

O NFP é uma característica morfogênica específica para cada espécie de gramínea (Lemaire *et al.*, 2011), e modo qu pode-se inferir que plantas recebendo N irão atingir seu número máximo de folhas vivas mais precocemente, em relação às não adubadas, permitindo, com isso, a utilização de períodos de descansos mais curtos, ou seja maiores frequências de pastejo, evitando perdas por senescência foliar. O ambiente luminoso ao influenciar a competição entre plantas, notadamente em pastagens com alta disponibilidade de forragem, controla a quantidade e qualidade de luz incidente e da razão vermelho:vermelho extremo. Quando a luz penetra no dossel, atenua-se a luz vermelha e a que alcança os estratos inferiores da planta é predominantemente vermelha extrema, caracterizada como fotossinteticamente ineficiente, promovendo redução na produção de perfilhos, notadamente os de ordem elevada (Gastal *et al.*, 2015; Silva *et al.*, 2024b). Quando o suprimento de fotoassimilados for menor que a demanda, a planta limita o número de meristemas potencialmente ativos, reduzindo a DPP para manter o potencial de crescimento das folhas no perfilho principal (Lemaire *et al.* 2011).

Os efeitos da adubação nitrogenada aobre a TApF e TExF foram ajustadas ao modelo quadrático de regressão e os máximos valores estimados com a aplicação de 101,1 e 132,2 kg de N ha⁻¹, respectivamente (Tabela 1). Pereira (2013), em pastagens de *M. maximus* cv. Paredão, reportou efeito linear positivo da adubação nitrogenada sobre a TApF, enquanto que para a TExF os maiores valores foram observados com a aplicação de 60 (2,21 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹) ou 80 kg de N ha⁻¹ (3,51 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹). A TApF e a TExF, geralmente, apresentam correlação

negativa, evidenciando que quanto maior a TApF, menor será o tempo disponível para o alongamento das novas folhas (Cecato *et al.*, 2007; Costa *et al.*, 2019). Neste trabalho, a correlação entre as duas variáveis foi positiva e significativa ($r = 0,8321$; $P = 0,0039$), provavelmente em decorrência da maior fertilidade do solo, o que contribuiu positivamente para a otimização das características morfogênicas da gramínea. Em pastagens de *M. maximus* cv. Centenário, Costa *et al.* (2017) estimaram maiores TApF e TExF com a aplicação conjunta de 60 kg de P_2O_5 ha^{-1} e 150 kg de N ha^{-1} (0,131 folhas perfilho $^{-1}$ dia $^{-1}$ e 0,472 cm lâmina foliar $^{-1}$ dia $^{-1}$), comparativamente a aplicação de 40 kg de P_2O_5 ha^{-1} e 80 kg de N ha^{-1} (0,125 folhas perfilho $^{-1}$ dia $^{-1}$ e 0,309 cm lâmina foliar $^{-1}$ dia $^{-1}$). Em geral, pode ocorrer correlação positiva entre a TExF e o número de folhas verdes remanescentes no perfilho após a desfolhação, sendo o tamanho do perfilho a variável mais relevante pela longa duração da TExF (Lemaire *et al.*, 2011; Abreu *et al.*, 2020). Neste trabalho, a correlação foi positiva e significativa ($r = 0,8144$; $P=0,0038$), demonstrando a sincronia entre as duas variáveis.

Em decorrência de sua alta correlação com a produção de MSV, a TExF pode ser recomendada como critério prático e confiável para a seleção de gramíneas em trabalhos de melhoramento genético (Nabinger; Carvalho, 2009); enquanto que a TApF é a característica morfogênica com maior destaque, pois influencia diretamente as características estruturais do dossel da pastagem: tamanho da folha, densidade de perfilhos e número de folhas perfilho $^{-1}$ (Santos *et al.*, 2012). O efeito do N sobre a TExF reflete seu maior acúmulo na zona de alongamento foliar, notadamente na região de divisão celular (Nabinger, 1996), sendo reportada alta correlação entre a quantidade de N nesta região e a taxa de alongamento foliar. Entre os benefícios da aplicação de N, destacam-se o estímulo ao desenvolvimento dos primórdios foliares, o aumento do número de folhas vivas perfilho $^{-1}$, a diminuição do intervalo de tempo para o surgimento de novas folhas, a possível redução da senescência foliar e maior perfilhamento (Paciullo *et al.*, 1998).

Para o TMF e o IAF os efeitos da adubação nitrogenada foram ajustados ao modelo quadrático de regressão e os máximos valores estimados com a aplicação de 116,1 e 103,2 kg de N ha^{-1} , respectivamente (Tabela1). A divisão celular, quando as plantas são submetidas a condições ambientais favoráveis ao crescimento, pode ser favorecida, possibilitando maiores lâminas foliares para mesmo comprimento de bainha. Ademais, o maior TMF pode ser explicado pelo efeito simultâneo do N, que incrementa de forma expressiva o número de células em

processo de divisão, e pela menor intensidade de desfolhação que promove maior comprimento da bainha. O N, ao estimular a produção de novas células, possibilita aumento na TExF, o que constitui estratégia para alterações no tamanho da lâmina foliar (Garcez Neto *et al.*, 2002; Picazevicz *et al.*, 2020). Iwamoto *et al.* (2015) constataram efeito linear e positivo da adubação nitrogenada sobre o TMF de *M. maximus* cv. Tanzânia (25,0; 26,7; 27,5 e 28,0 cm, respectivamente para a aplicação de 0, 150, 300 e 450 kg de N ha⁻¹), o qual foi altamente correlacionado as maiores TApF e TExF. O IAF ao sintetizar as características morfogênicas e estruturais da gramínea, descreve o equilíbrio dos processos que determinam a oferta (fotossíntese) e a demanda (respiração, acúmulo de reservas, síntese e senescência de tecidos) de fotoassimilados que condicionam o ritmo de crescimento da pastagem (Ballaré *et al.*, 1987; Nabinger; Carvalho, 2009; Carneiro *et al.*, 2011; Pereira, 2013; Faria *et al.*, 2015). Valores de IAF variando entre 3 e 5, geralmente, possibilitam ao animal condição desejável de seletividade do alimento consumido, além de proporcionar à pastagem quantidade de área foliar residual suficiente para interceptar boa parte da luz incidente, de modo que no momento da rebrota da gramínea sejam mantidas taxas de crescimento adequadas, favorecendo maior persistência da pastagem (Humphreys, 1991). Para *M. maximus* cv. Tanzânia, Lins (2011) reportou efeito linear e positivo da adubação nitrogenada sobre seu IAF (3,66; 4,12 e 4,41, respectivamente para 75; 150 e 225 kg de N ha⁻¹), o qual foi altamente correlacionado com as maiores TExF, TMF e NFV perfilho⁻¹.

O efeito da adubação nitrogenada sobre a TSeF foi linear e diretamente proporcional às doses aplicadas, demonstrando a aceleração do processo de renovação de tecidos como consequência da maior produtividade de forragem (Tabela 1). Os valores estimados foram inferiores aos reportados por Costa *et al.* (2021) para *M. maximus* cv. Vencedor que reportaram TSeF de 0,217 e 0,254 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹, para plantas avaliadas aos 42 e 49 dias de rebrota e fertilizadas com 80 e 120 kg de N ha⁻¹, respectivamente. Costa *et al.* (2017), avaliando genótipos de *Megathyrus*, estimaram maiores TSeF com a aplicação de 60 (0,188 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹) ou 120 kg de N ha⁻¹ (0,253 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹), comparativamente a 40 kg de N ha⁻¹ (0,130 cm perfilho⁻¹ dia⁻¹). A senescência caracteriza a última fase de desenvolvimento da folha, iniciada após sua completa expansão, cuja intensidade se acentua progressivamente com o aumento do IAF, pois as folhas inseridas na porção inferior do colmo são submetidas ao processo de sombreamento (Lemaire *et al.*, 2011). A senescência representa o processo fisiológico de

reciclagem de tecidos da gramínea, destarte comprometer negativamente a qualidade da forragem, pois cerca de 35; 68; 86 e 42% do nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio, respectivamente, podem ser translocados das folhas senescentes e utilizados para a produção de novos tecidos foliares (Sarmiento *et al.*, 2006; Costa *et al.*, 2021).

Os rendimentos de MSV foram ajustados ao modelo quadrático de regressão e o máximo valor obtido com a aplicação de 142,2 kg de N ha⁻¹ (3.774,2 kg ha⁻¹) (Tabela 2), o qual foi inferior ao estimado por Costa *et al.* (2017) para *M. maximus* cv. Mombaça (157,1 kg de N ha⁻¹), contudo superior ao constatado por Iwamoto *et al.* (2015) para *M. maximus* cv. Tanzânia-1 (108,4 kg de N ha⁻¹). Os rendimentos de MSV registrados foram superiores aos reportados por Costa *et al.* (2019) em pastagens de *M. maximus* cv. Vencedor fertilizadas com 100 kg de N ha⁻¹ e submetidas a diferentes frequências de pastejo (2.178; 3.277 e 3.469 kg de MSV ha⁻¹, respectivamente para desfolhações aos 35, 42 e 49 dias). Volpe *et al.* (2008) não constataram efeito significativo nos rendimentos de MSV de pastagens *M. maximus* cv. Massai, fertilizadas com 200 kg de N ha⁻¹ e 160 kg de P₂O₅ ha⁻¹ (9.668 kg ha⁻¹), comparativamente a 300 kg de N ha⁻¹ e 240 kg de P₂O₅ ha⁻¹ (10.126 kg ha⁻¹). Os rendimentos de MSV de *M. maximus* cv. Tanzânia-1 foram diretamente proporcionais às doses de N (3,31; 3,98 e 5,22 t ha⁻¹, respectivamente para 100, 200 e 400 kg de N ha⁻¹) (Barbosa; Isepon, 2007). Da mesma forma, Andrade *et al.* (2022) e Galindo *et al.* (2018) constataram efeito linear da adubação nitrogenada sobre a produtividade de forragem de *M. maximus* cv. Mombaça e BRS Tamani com a aplicação de até 200 e 300 kg de N ha⁻¹, respectivamente. Avaliando 20 híbridos e duas cultivares de *M. maximus* (Massai e Mombaça), Braga *et al.* (2019) constataram que a cultivar BRS Zuri foi a mais produtiva, independentemente da adubação parcial (100 kg de P₂O₅ ha⁻¹ + 100 kg de K₂O ha⁻¹) ou total (400 kg de N ha⁻¹ + 100 kg de P₂O₅ ha⁻¹ + 100 kg de K₂O ha⁻¹), 9,2 e 13,8 t de MSV ha⁻¹, respectivamente. Para pastagens de *M. maximus* cv. Massai, Silva *et al.* (2017) sugerem a aplicação de 100 kg de N ha⁻¹, associada a 50 kg de P₂O₅ ha⁻¹, como prática de manejo quando se deseja a obtenção de altos rendimentos de forragem com elevado valor nutritivo, em termos de consumo e digestibilidade. Em pastagens de *M. maximus* cv. Tanzânia-1, Euclides *et al.* (2007) verificaram que a aplicação de 50 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹ foi suficiente para manter estável sua produtividade de forragem de durante três anos e, a partir do quarto ano de utilização, tornou-se necessário aumentar a dose de N para 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹.

Tabela 2. Rendimento de matéria seca verde (MSV - kg ha⁻¹), eficiência agrônômica do nitrogênio (EAN - kg de MSV/kg de N ha⁻¹) e teor de nitrogênio (g kg⁻¹) de *Megathyrus maximus* cv. BRS Tamani, em função da adubação nitrogenada.

Variáveis	Doses de N (kg ha ⁻¹)				Equação de Regressão
	0	50	100	150	
MSV	1.957	2.951	3.656	3.752	$Y = 1.922 + 26,052 X - 0,0916 X^2$ ($R^2 = 0,93$)
EAN	---	20,69	17,19	12,11	$Y = 24,69 - 0,0817 X$ ($r^2 = 0,86$)
Teor de N	18,13	21,02	21,97	22,19	$Y = 18,85 + 0,0263 X$ ($r^2 = 0,82$)

Fonte: Dados da pesquisa

A EAN foi ajustada ao modelo linear de regressão e inversamente proporcional às doses aplicadas (Tabela 2). Com o avanço dos estádios fenológicos da gramínea a prioridade seria a produção de material estrutural para manutenção de sua integridade física e melhor acesso à radiação solar, o que pode induzir menor absorção, translocação e utilização de nutrientes, notadamente o N. Em pastagens de *M. maximus* cv. Massai, Costa *et al.* (2019) estimaram maior EAN na dose de 120 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹ (31,1 kg de MSV/kg de N), enquanto que a menor foi reistrada na dose de 300 kg ha⁻¹ ano⁻¹ (18,5 kg de MSV/kg de N), o que representou uma diferença de 68,18% quando comparadas. Contudo, Mello *et al.* (2008) constataram máxima EAN (53 kg de MSV/kg de N) com a aplicação de 309 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹, em pastagens de *M. maximus* cv. Mombaça. As variações na amplitude da produção de forragem resultante do uso adubação nitrogenada decorre de fatores como as doses de N, o uso de outros nutrientes, manejo da pastagem, estratégia de manejo do N (formas de parcelamento) e das características de clima e solo da região, que afetam tanto na capacidade da planta em responder ao fertilizante nitrogenado como na recuperação e perda do nitrogênio-fertilizante aplicado (Cremon *et al.*, 2025; Rosalvo *et al.*, 2025).

Os teores de N foram diretamente proporcionais às doses aplicadas e ajustados ao modelo linear de regressão, demonstrando alta responsividade da gramínea ao melhoramento do ambiente de produção (Tabela 2). Em pastagens de *M. maximus* cv. Centenário, Costa *et al.* (2017) estimaram maior teor de N com a aplicação de 80 kg de N ha⁻¹ (22,33 g kg⁻¹), o que representou acréscimo de 58,2%, comparativamente ao verificado com a pastagem não fertilizada (14,11 g kg⁻¹), enquanto que Barbosa; Isepon (2007) reportaram incremento de 29,5% no teor de N de *M. maximus* cv. Tanzânia-1 com aplicação de 240 kg de N ha⁻¹ (14,45 vs. 11,15 g kg⁻¹). Galindo *et al.* (2018) constataram efeito linear da adubação nitrogenada sobre os teores de N de *M. maximus* cv. Mombaça (17,01;17,22; 20,71, 22,87 e 23,41 g kg⁻¹, respectivamente para doses

de 0, 50, 100, 150 e 200 kg de N ha⁻¹), os quais, no entanto foram relacionados a baixa produtividade de forragem, inferiores a 2.000 kg de MSV ha⁻¹.

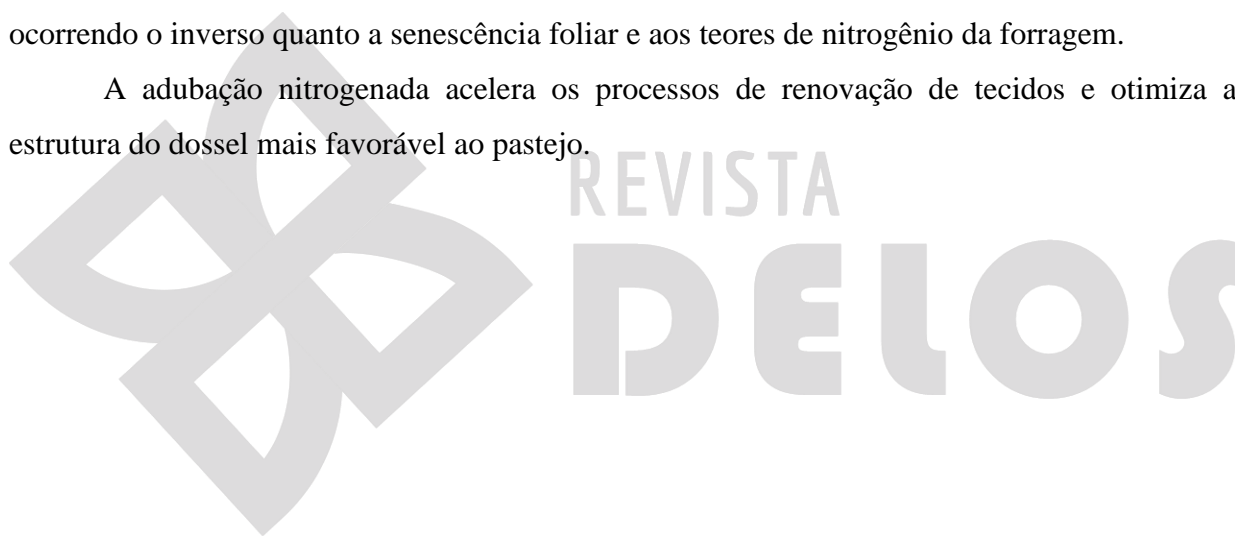
4 CONCLUSÃO

A avaliação de pastagens de *M. maximus* cv. BRS Tamani sob diferentes níveis de adubação nitrogenada possibilita a recomendação dos mais adequados para o manejo eficiente de suas pastagens.

A produtividade de forragem e as características morfológicas e estruturais da gramínea são positiva e quadraticamente afetadas pela adubação nitrogenada.

A eficiência agronômica do nitrogênio é inversamente proporcional às doses aplicadas, ocorrendo o inverso quanto a senescência foliar e aos teores de nitrogênio da forragem.

A adubação nitrogenada acelera os processos de renovação de tecidos e otimiza a estrutura do dossel mais favorável ao pastejo.



REFERÊNCIAS

- ABREU, M., PAULA, P., TAVARES, V., CIDRINI, I., NUNES, H., EMILIANO, W., SOUZA, W., COELHO, R., NEIVA JÚNIOR, A., & TOMAZ, C. E. (2020). Morfogênese, características estruturais e acúmulo de forragem do *Megathyrsus maximus* BRS Zuri submetido a adubação nitrogenada. **Boletim de Indústria Animal**, 77, 1-17. Disponível em: <https://www.doi.org/10.17523/bia.2020.v77.e1486>. Acesso em: 15 Abr 2025.
- ANDRADE, R. A., BRITO, R. S., CARVALHO, C. A., SILVA, S. B., SILVA, M. A. D. & MORAES, K. N. O. (2022). Acúmulo de nutrientes nas folhas e produção do capim Tamani inoculado com *Azospirillum brasilense*. **Revista Verde**, 17, 77-85. Disponível em: <https://doi.org/10.18378/rvads.v17i2.9152>. Acesso em: 15 Abr 2025.
- ARAÚJO, D. M., ANDRADE, K. S. P., SOUSA, V. R. de O., MOTA, C. R. D. M., LIMA, I. V. C., ARAÚJO, L. C., RODRIGUES, W. P. & ROCHA, T. C. (2025). Influência da adubação nitrogenada nas características produtivas de *Panicum maximum* cv. Mombaça e cv. Paredão no período da seca. **Cuadernos de Educación Y Desarrollo**, 17, e7147. Disponível em: <https://doi.org/10.55905/cuadv17n1-018>. Acesso em: 21 Jan 2026.
- BALLARÉ, C. L., SÁNCHEZ, R. A., SCOPEL, A. L., CASAL, J. J. & GHERSA, C. (1987). Early detection of neighbour plants by phytochrome perception of spectral changes in reflected sunlight. **Plant, Cell & Environment**, 10, 551-557. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2390379>. Acesso em: 02 Abr 2025.
- BRAGA, R. M. (2019). **A agricultura e a pecuária na história de Roraima**. Boa Vista: Polo Books. 494p. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/316438086-Agricultura_e_a_Pecuaria_na_Historia_de_Roraima. Acesso em: 21 Abr 2025.
- CECATO, U., SKROBO, V. D., FAKIR, G. M., JOBIM, C. C., BRANCO, A. F., GALBEIRO, S. & JANEIRO, V. (2007). Características morfológicas do capim mombaça (*Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça) adubado com fontes de fósforo, sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 36, 1699-1706. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982007000800001>. Acesso em: 31 Jan 2026.
- COSTA, N. L., JANK, L., MAGALHÃES, J. A., BENDAHAN, A. B., RODRIGUES, B. H. N., & SANTOS, F. J. S. (2021). Morphogenetic and structural characteristics of *Megathyrsus maximus* cv. Centenário under defoliation intensities. **Research, Society and Development**, 9, 1-13, e120953284. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i5.32841>. Acesso em: 12 Abr 2025.
- COSTA, N. L., MAGALHÃES, J. A., PEREIRA, R. G. A., TOWNSEND, C. R. & OLIVEIRA, J. R. C. (2019). Considerações sobre o manejo de pastagens na Amazônia Ocidental. **Revista do Conselho Federal de Medicina Veterinária**, 40, 37-56. Disponível em: <https://xdocs.com.br/doc/manejo-de-pastagens-na-amazonia-ocidentalw283qwxxw2o6>. Acesso em: 28 Jan 2026.
- COSTA, N. L., TOWNSEND, C. R., MAGALHÃES, J. A., PAULINO, V. T. & PEREIRA, R. G. A. (2017). Formação e manejo de pastagens na Amazônia do Brasil. **Revista Electrónica de**

Veterinária, 7, 1-18. Disponível em: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n010106.html>. Acesso em: 23 Fev 2025.

CREMON, C., MAPELI, N. C., BRAS, M. D. A., SILVA, W. M. da, GONÇALO, R. da S., ALVES, P. P. S., KAVA, E. K. & SANTOS, M. A. S. (2025). Diferentes doses e fontes de nitrogênio em *Panicum maximum* cv. MG12 Paredão. **Observatório de la Economía Latinoamericana**, 23, e11415. Disponível em: <https://doi.org/10.55905/oelv23n9-057>. Acesso em: 11 Jan 2026.

CRUZ, P. J. R., ANÉSIO, A. H. C., SANTOS, M. V. & DUMONT, M. A. (2024). Grazing management of *Megathyrus maximus* BRS Tamani under shading: Effects of morphogenetic, physiological, and herbage characteristics. **Agroforestry Systems**, 98, 1-10. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10457-024-00991-y>. Acesso em: 28 Jan 2026.

EUCLIDES, V. P. B., MACEDO, C. M. M., ZIMMER, A. H., MEDEIROS, R.N. & OLIVEIRA, M. P. (2007). Características do pasto de capim-tanzânia adubado com nitrogênio no final do verão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 42, 1189-1198. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-2014X2007000800017>. Acesso em 11 Jun 2025.

FAGERIA, N. K. (1998). Otimização da eficiência nutricional na produção das culturas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 2, 6-16. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v02n01p6-16>. Acesso em 21 Mar 2026.

FARIA, A. J. G., FREITAS, G. A., GEORGETTI, A. C. P., JÚNIOR, J. M. F., SILVA, M. C. A. & SILVA, R. R. (2015). Adubação nitrogenada e potássica na produtividade do capim Mombaça sobre adubação fosfatada. **Journal of Bioenergy and Food Science**, 2, 98-106. Disponível em: <https://www.doi.org/10.18067/jbfs.v2i3.24>. Acesso em: 18 Fev 2025.

GALINDO, F. S., BUZETTI, S., TEIXEIRA FILHO, M. C. M., DUPAS, E. & CARVALHO, F. C. (2018). Manejo da adubação nitrogenada no capim-mombaça em função de fontes e doses de nitrogênio. **Revista de Ciências Agrárias**, 41, 900-913. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.19084/RCA18131>. Acesso em: 21 Abr 2025.

GASTAL, F. & LEMAIRE, G. (2002). N uptake and distribution in crops: an agronomical and ecophysiological perspective. **Journal of Experimental Botany**, 53, 789-799. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1093/jexbot/53.370.789>. Acesso em 24 Jun 2025.

GASTAL, F., LEMAIRE, G., DURAND, J. L. & LOUARN, G. (2015). Quantifying crop responses to nitrogen and avenues to improve nitrogen-use efficiency. In: SADRAS, V. O., CALDERINI, S. D. F. (Editors). **Crop physiology**. Academic Press, London, 456p. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-417104-6.00008-X>. Acesso em 13 Mai 2025.

HUMPHREYS, L. R. (1991). **Tropical pasture utilization**. Cambridge: Cambridge University Press, 206p. Disponível em: <https://collection.sl.nsw.gov.au/record/74VvBzoRVM2Z>. Acesso em 24 Abr. 2025.

LEMAIRE, G., HODGSON, J. & CHABBI, A. (2011). **Grassland productivity and ecosystem services**. Cabi, Wallingford. 287p. Disponível em: <https://doi.org/10.1079/9781845938093.0000>. Acesso em: 21 Abr 2025.

LINS, T. O. J. (2011). **Morfogênese e interceptação luminosa em capim-Tanzânia consorciado com estilosantes Campo Grande ou adubado com nitrogênio sob pastejo**. 61f. Dissertação - Universidade Estadual de Maringá. Disponível em: <http://repositorio.uem.br:8080/jspui/bitstream/1/1779/1/000197494.pdf>. Acesso em: 21 Mar 2025.

LIU, L., LIU, Z. & OUYANG, Z. (2024). Nitrogen use efficiency from manure, fertilizer, and maize root to wheat uptake in a one-year 15N labeling field study. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, 365, 1-8. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2024.108931>. Acesso em 25 Mai 2025.

IWAMOTO, B. S., CECATO, U., RIBEIRO, O. L., MARI, G. C., PELUSO, E. P. and LOURENÇO, D. A. L. (2015). Características morfogênicas do capim-Tanzânia fertilizado ou não com nitrogênio nas estações do ano. **Bioscience Journal**, 31, 181-193. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/18077>. Acesso em 17 Mai 2025.

MARTHA JÚNIOR, G. B., VILELA, L. & BARCELLOS, A. O. (2006). A planta forrageira e o agroecossistema. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 23., 2006, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p.87-137.

MARTUSCELLO, J. A., RIOS, J. F., FERREIRA, M. R., ASSIS, J. A., BRAZ, T. G. S. & CUNHA, D. N. F. (2019). Produção e morfogênese de capim BRS Tamani sob diferentes doses de nitrogênio e intensidades de desfolhação. **Boletim de Indústria Animal**, 76, 1-10. Disponível em: <https://doi.org/10.17523/bia.2019.v76.e1441>. Acesso em: 23 Jan. 2026.

MELLO, S. Q. S., FRANÇA, A. F. S., LANNA, A. C., BERGAMASCHINE, A. F. & KLIMANN, H. J. (2008). Adubação nitrogenada em capim-mombaça: produção, eficiência de conversão e recuperação aparente do nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**, 9, p. 935–947. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/vet/article/view/1231>. Acesso em: 11 Fev 2026.

NABINGER, C. & CARVALHO, P. C. F. (2009). Ecofisiología de sistemas pastoriles: aplicaciones para su sustentabilidad. **Agrociencia**, 13, 18-27. Disponível em: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20naturales/150-ecofisiologia.pdf. Acesso em: 21 Jan 2026.

NASCIMENTO, W. R., RODRIGUES, W. P., SOUSA, V. R. O., SILVA, J. V., RIBEIRO, A. L. & SILVA, A. M. (2025). Características produtivas do capim *Panicum maximum* cv. Paredão em níveis de adubação nitrogenada. **Revista Aracê**, 7, 33-49. Disponível em: <https://periodicos.newsciencepubl.com/arace/article/view/38633-38649>. Acesso em: 27 Jan 2026.

PACIULLO, D. S. C., GOMIDE, J. A. & RIBEIRO, K. G. (1998). Adubação nitrogenada do capim-elefante cv. Mott. 1. Rendimento Forrageiro e características morfológicas ao atingir 80

e 100 cm de altura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 27, 1069-1075. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/319261914>. Acesso em 17 Mai 2025.

PATÊS, N. M. S., PIRES, A. J. V., SILVA, L. C. S., CARVALHO, G. G. P. & FREIRE, M. L. A. (2007). Características morfogênicas e estruturais do capim-tanzânia submetido a doses de fósforo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 36, 1736-1741. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982007000800005>. Acesso em: 23 Fev 2026.

PEREIRA, V. V. (2013). A importância das características morfogênicas sobre o fluxo de tecidos no manejo de pastagens tropicais. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, 6, 289-309. Disponível em: <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2013v6n2p%25p>. Acesso em: 11 Mar 2025.

PICAZEVICZ, A. A. C., SHOCKNESS, L. dos S. F., SANTOS FILHO, A. L., NASCIMENTO, I. R., MACIEL, L. D., DA SILVA, L. R. & COSTA, G. E. G. (2020). Crescimento de *Panicum maximum* cv. BRS Zuri em resposta a rizobactéria e nitrogênio. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, 10, 33-37. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/rbas/article/view/8865>. Acesso em: 6 Jun 2025.

PIETROSKI, M., OLIVEIRA, R. & CAIONE, G. (2015). Adubação foliar de nitrogênio em capim Mombaça (*Panicum maximum* cv. Mombaça). **Revista de Agricultura Neotropical**, 2, 49-53. Disponível em: <https://doi.org/10.32404/rean.v2i3.684>. Acesso em 14 Jan 2026.

ROSALVO, T. M., GANDRA, J. R., CAMPOS, A. C., ARAÚJO, P. H. L., SILVA, J. V. S. & ROCHA, T. C. (2025). Avaliação das características morfológicas, bromatológicas e estruturais do capim *Panicum maximum* cv. Myagui submetido a dois tipos de adubações foliares. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, 8, e76701. Disponível em: <https://doi.org/10.34188/bjaerv8n1-030>. Acesso em: 10 Jan 2026.

SANTOS, M. R., FONSECA, D. M., GOMES, V. M., SILVA, S. P., SILVA, G. P. & REIS, M. (2012). Correlações entre características morfogênicas e estruturais em pastos de capim-braquiária. **Ciência Animal Brasileira**, 13, 49-56. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5216/cab.v13i1.13401>. Acesso em: 31 Jan 2026.

SARMIENTO, G., SILVA, M. P., NARANJO, M. E. & PINILLOS, M. (2016). Nitrogen and phosphorus as limiting factors for growth and primary production in a flooded savanna in the Venezuelan Llanos. **Journal of Tropical Ecology**, 22, 203-212. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S0266467405003068>. Acesso em: 27 Jan 2026.

SILVA, F. C. (2009). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Embrapa Informação Tecnológica, Rio de Janeiro. 370p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/330496>. Acesso em: 23 Fev 2026.

SILVA, K. C. C., BORGES, M. A. A. & CARVALHO, L. R. (2024b). Diferentes doses e nitrogênio na cultura do Mombaça. **Ciências Agrárias**, 29, 33-49. Disponível em: <https://doi.org/10.69849/rvistaft/cs10202411261804>. Acesso em 19 Jan 2026.

SILVA, M. A., SIMÕES, V. J. L. P., SILVEIRA, D. C., SAVIAN, J. V., KUNRATH, T. R., DUARTE, L. P., COSER, T. R., JUNKLEWITZ, P. & CARVALHO, P. C. F. (2024a). Effects of nitrogen sources on primary and secondary production from annual temperate and tropical pastures in Southern Brazil. **Nitrogen**, 5, 483-497. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/nitrogen5020031>. Acesso em: 11 Abr 2025.

SILVA, T. V. S., SOUSA, L. F., SANTOS, A. C., FERREIRA, A. C. H., CARDOSO, R. R., SOUSA, J. T. L. & JARDIM, W. C. (2017). Qualidade nutricional do capim massai adubado com fósforo e nitrogênio e sua influência no consumo e ganho de peso de ovinos em pastejo rotacionado em Neossolo Quartzarênico. **Semina: Ciências Agrárias**, 38, 1427-1438. Disponível em: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2017v38n3p1427>. Acesso em: 10 Fev 2026.

SOUSA, P. M. S., CRUZ, D. H. G., ANDRADE, K. S., CARDOSO, B. P., OLIVEIRA, R. F., SILVA, B. A. & LEONEL, M. R. (2025). Características morfológicas do capim *Panicum maximum* cv. Mombaça e cv. Paredão em níveis de adubação nitrogenada no período das águas. **Revista Aracê**, 7, e8198, Disponível em: <https://periodicos.newsciencepubl.com/arace/article/view/8198>. Acesso em: 27 Jan 2026.

