



## Cinética e degradabilidade do capim-marandu adubado com doses de nitrogênio

Carlos Eduardo Avelino CABRAL <sup>1</sup>, Gustavo Barbosa Alves SILVA <sup>1</sup>,  
Fernanda Aleixo de ALCANTARA <sup>2</sup>, Alessandra Schaphauser Rosseto FONSECA <sup>3</sup>,  
Lucas Gimenes MOTA <sup>4</sup>, Camila Fernandes Domingues DUARTE <sup>1</sup>,  
Rosemary Lais GALATI <sup>3</sup>, Carla Heloisa Avelino CABRAL <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Rondonópolis, Rondonópolis, MT, Brasil.

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Biociência Animal, Universidade Federal de Jataí, Jataí, GO, Brasil.

<sup>3</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT, Brasil.

<sup>4</sup> Department of Animal and Range Sciences, New Mexico State University, Las Cruces, NM, USA.

\*E-mail: carlos.cabral@ufrr.br

Submetido: 05/06/2025; Aceito: 09/12/2025; Publicado: 22/12/2025.

**RESUMO:** A adubação nitrogenada modifica a composição bromatológica de gramíneas forrageiras, podendo influenciar a cinética de degradação dessas gramíneas. Por isso, objetivou-se, com este estudo, verificar o quanto a adubação nitrogenada altera a degradabilidade e a cinética de degradação da *Urochloa brizantha* cv. Marandu (capim-marandu). O experimento ocorreu na fazenda experimental da Universidade Federal de Mato Grosso, em Santo Antônio do Leverger, seguindo um delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos (0, 25, 50, 75 e 100 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio) e sete repetições. As coletas de forragem foram realizadas em dois períodos chuvosos. A avaliação da degradabilidade e da cinética de degradação foi realizada por meio da técnica de incubação *in vitro*. As incubações *in vitro* foram realizadas em frascos âmbar, nos quais 500 mg de forragem foram incubados com solução tampão de McDougal e inóculo ruminal durante 72 h. O volume de gases diminuiu com o aumento da dose de nitrogênio. Embora a degradabilidade da matéria seca também tenha apresentado um efeito linear decrescente, a redução observada foi pouco expressiva. O tempo de latência apresentou efeito quadrático, e a dose de 50 kg ha<sup>-1</sup> promoveu o maior tempo de colonização. A taxa de degradação aumentou com o teor de nitrogênio na adubação. Portanto, a adubação nitrogenada altera a cinética e a degradação do capim-marandu.

**Palavras-chave:** adubação nitrogenada; latência; taxa de degradação.

### Kinetics and degradability of marandu grass fertilized with nitrogen doses

**ABSTRACT:** Nitrogen fertilization alters the bromatological composition of forage, potentially influencing its degradation kinetics. Therefore, this study aimed to assess the extent to which nitrogen fertilization affects the degradability and degradation kinetics of *Urochloa brizantha* cv. Marandu. The experiment was conducted at the experimental farm of the Federal University of Mato Grosso, in Santo Antônio do Leverger, using a completely randomized design with five nitrogen treatments (0, 25, 50, 75, and 100 kg ha<sup>-1</sup>) and seven replicates. Forage samples were collected during two rainy seasons. Degradability and degradation kinetics were evaluated using the *in vitro* incubation technique. *In vitro* incubations were performed using amber vials, where 500 mg of forage were incubated with McDougal solution and ruminal inoculum for 72 h. Gas volume decreased with increasing nitrogen doses. Although dry matter degradability also showed a linear decreasing trend, the reduction was not significant. Lag time showed a quadratic response, with the 50 kg ha<sup>-1</sup> dose resulting in the longest colonization time. The degradation rate increased with higher nitrogen levels. Therefore, nitrogen fertilization influences the degradation kinetics and degradability of Marandu grass.

**Keywords:** degradation rate; latency; nitrogen fertilization.

### 1. INTRODUÇÃO

A adubação constitui uma estratégia fundamental para a reposição de nutrientes no solo, especialmente em dois contextos: sistemas implantados em solos de baixa fertilidade e sistemas com elevada taxa de lotação, que demandam aumento da produção de massa de forragem. No Centro-Oeste brasileiro, região que concentra o maior rebanho bovino do país (ABIEC, 2024), o bioma predominante é o Cerrado, caracterizado por solos ácidos e baixa disponibilidade de nutrientes. Dessa forma, a adubação torna-se imprescindível para atender às exigências nutricionais das forrageiras (VILELA et al., 2020).

Entre os nutrientes utilizados na adubação de pastagens, o nitrogênio desempenha papel crucial, promovendo efeitos benéficos nas gramíneas forrageiras (BISERRA et al., 2020; CABRAL et al., 2021). A aplicação de adubação nitrogenada influencia positivamente características estruturais e morfofisiológicas da forrageira, como o aumento da taxa de alongamento e do aparecimento foliar, do índice de área foliar, da densidade populacional de perfilhos e da redução do filocrono (SOUSA et al., 2019; KILL-SILVEIRA, 2020; OLIVEIRA et al., 2020). Além disso, essa adubação eleva a atividade fotossintética e a mobilização de reservas (Motta et al., 2024), o que pode resultar em maior produtividade e

alterações na composição bromatológica da planta (DELEVATTI et al., 2019; OLIVEIRA et al., 2020; SALES et al., 2020).

Contudo, apesar do aumento no teor de proteína bruta, quando a altura do dossel forrageiro é mantida, não se observa melhora no desempenho individual dos animais. Assim, o principal benefício da adubação nitrogenada parece estar relacionado ao aumento da taxa de lotação e do ganho de peso por área (DELEVATTI et al., 2019; FONSECA et al., 2022).

Uma forma de compreender por que o incremento no teor proteico não se traduz em maior desempenho individual é por meio do estudo da cinética de degradação, cuja aplicação em forragens adubadas ainda é escassa. Sabe-se que a adubação nitrogenada altera a composição bromatológica dos capins (Delevatti et al., 2019; Oliveira et al., 2020; Sales et al., 2020; Fonseca et al., 2022), mas é fundamental avaliar se o nitrogênio também modifica a degradabilidade e os parâmetros cinéticos de degradação das gramíneas forrageiras.

Além disso, estudos cinéticos podem contribuir para a formulação de estratégias de suplementação visando melhorar o desempenho individual dos animais, uma vez que a forragem pode apresentar desequilíbrios na relação

proteína-energia (Santos et al., 2019; Santos et al., 2020), o que pode influenciar a taxa de degradação, o tempo de latência e o volume de gás produzido.

Diante disso, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da adubação nitrogenada sobre a cinética e a degradabilidade *in vitro* do capim-marandu.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na fazenda experimental da Universidade Federal de Mato Grosso, campus Cuiabá, localizada no município de Santo Antônio do Leverger. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e sete repetições. Os tratamentos consistiram em doses de nitrogênio aplicadas após cada colheita do capim-marandu: 0, 25, 50, 75 e 100 kg ha<sup>-1</sup>. A colheita de forragem ocorreu em dois períodos chuvosos: de outubro de 2015 a abril de 2016 (Ano 1) e de outubro de 2016 a abril de 2017 (Ano 2). As parcelas experimentais possuíam 20 m<sup>2</sup> de forragem de *Urochloa brizantha* cv. Marandu (sin. *Brachiaria brizantha* cv. Marandu), implantado em 2010. Com base na análise do solo, em agosto de 2015, foi realizada a amostragem do solo (Tabela 1) para recomendação de adubação de manutenção.

Tabela 1. Caracterização química e granulométrica do Latossolo da área experimental.

Table 1. Chemical and granulometric characterization of the Oxisol of the experimental area.

pH	P	K	Ca	Mg	Al	H	CTC	Areia	Silte	Argila	V
CaCl <sub>2</sub>	mg dm <sup>-3</sup>		cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>					g kg <sup>-1</sup>		%	
5,4	7,0	68,0	2,1	1,0	0,0	2,4	5,5	740	59	201	57

Em outubro de 2015, realizaram-se o corte de uniformização do capim a 20 cm acima do nível do solo, a calagem e a adubação de manutenção, conforme preconizado por Martha Junior et al. (2007). Em seguida, realizou-se a adubação nitrogenada nas doses de 0, 25, 50, 75 e 100 kg ha<sup>-1</sup>, com sulfato de amônio. Quando os capins atingiram, em média, a altura de pré-pastejo de 40 cm, realizou-se a coleta da forragem por meio de quadros de 1,0 m<sup>2</sup>, em três pontos distintos. Após a coleta, toda a parcela experimental foi roçada na altura de pós-pastejo, a 20 cm, e adubada novamente conforme os tratamentos. Todo este procedimento foi repetido até abril de 2016. Em outubro de 2016, com o início das chuvas, foi novamente realizado o corte de uniformização e a reaplicação dos tratamentos até abril de 2017.

Todo o material coletado no campo foi armazenado em sacos de papel devidamente identificados, pesados e levados à estufa de ventilação forçada, a 55 ± 5 °C por 72 horas. As amostras secas e identificadas foram preparadas para análises laboratoriais por meio de moagem em moinho de facas, com peneira de malha de 1,0 mm. Ao fim do período chuvoso, as amostras coletadas de cada tratamento foram homogeneizadas, resultando em uma amostra composta.

A partir das amostras compostas e preparadas previamente foi realizado a determinação dos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), proteína bruta em parede celular (PPC) e proteína bruta em conteúdo celular (PCC) de acordo com a metodologia descritas por Silva; Queiroz (2002). O PIDN foi denominado proteína em parede celular (PPC) e a diferença entre a PB e

o PIDN foi denominada proteína em conteúdo celular (PCC). O teor de carboidratos não fibrosos corrigidos para cinzas e proteína (CNFcp) na forragem produzida foi estimado pela seguinte equação: CNFcp + EE = 100 - [(%PB + %FDNcp + % de cinzas)] (HALL, 2015). A matéria seca potencialmente digestível (MSPd) foi determinada de acordo com Paulino et al. (2006): MSPd (%MS) = {0,98 x (100 - FDN)} + (FDN - FDNi), em que FDN = fibra em detergente neutro (%MS) e FDNi = fibra em detergente neutro indigestível (%MS).

As incubações *in vitro* da forragem foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da UFMT, no campus de Cuiabá. Para isso, 500 mg de amostra seca ao ar e moída a 1 mm foram alocados em frascos de vidro cor âmbar com capacidade de 120 mL. O fluido ruminal utilizado foi obtido de dois bovinos machos castrados, mestiços, canulados no rúmen, com peso aproximado de 600 kg. O conteúdo coletado foi filtrado e armazenado em garrafas térmicas, sendo rapidamente transportado ao laboratório, onde foi homogeneizado e mantido em banho-maria a 39 °C com fluxo contínuo de CO<sub>2</sub>.

Para a preparação do meio de cultivo, utilizou-se o tampão de McDougall (1949), ao qual foi adicionada uma solução redutora composta por hidróxido de sódio (0,1 mol L<sup>-1</sup>) e cloridrato de L-cisteína, além do corante resazurina, que atua como indicador de oxirredução (FUKUSHIMA et al., 2003). A solução tampão foi previamente incubada a 39 °C sob CO<sub>2</sub> até sua completa redução. Aos frascos foram adicionados 50 mL (10 mL de inóculo + 40 mL de solução tampão de McDougall). Imediatamente, os frascos receberam tampa de borracha e lacre de alumínio e foram colocados em caixa de fermentação com capacidade para 32 frascos, a 39

°C, sob agitação orbital a 45 rpm. As leituras de pressão dos gases acumulados nos frascos provenientes da digestão da dieta foram medidas com o transdutor Datalogger GN200, com uma agulha de 0,55 mm conectada à extremidade do transdutor. Os tempos de leitura foram: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 24, 30, 36, 48, 60 e 72 horas após a incubação. As leituras foram realizadas por meio da inserção da agulha na tampa de borracha dos frascos, em três repetições, nos tempos definidos. A cinética da produção cumulativa de gases foi analisada empregando o modelo logístico unicompartimental (SCHOFIELD et al., 1994).

A conversão dos valores de pressão (psi) em volume de gás (mL) foi realizada por meio de curvas padrão. Para isso, volumes conhecidos de ar foram injetados em frascos âmbar lacrados, contendo apenas água destilada, no volume equivalente ao do meio utilizado nas incubações. Esses frascos foram mantidos nas mesmas condições experimentais. A partir da relação entre os volumes introduzidos e as pressões obtidas, foi determinada a seguinte equação de regressão linear: Volume de gás (mL) = 6,4882x - 0,5589.

Ao final da incubação, o conteúdo de cada frasco foi colocado em saquinhos padronizados de TNT para filtragem e, em seguida, lavado com água destilada e comprimido para remover o máximo de líquido. Esses saquinhos foram colocados em estufa a °C até atingirem peso constante. Por fim, as amostras foram pesadas para obter a degradabilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), determinada pelo método proposto por Tilley; Terry (1963).

Os dois anos de coleta de forragem foram considerados efeitos aleatórios. A análise estatística consistiu em testes de F para identificação dos modelos de regressão e de teste t

para avaliação da significância dos componentes desses modelos, ambos a 5% de probabilidade de erro. O software utilizado foi o SISVAR 5.6.

### 3. RESULTADOS

A adubação nitrogenada alterou a cinética de fermentação *in vitro* e a degradabilidade do capim-marandu (Tabela 2). Observou-se um efeito linear negativo (P<0,05), porém pouco expressivo, sobre a degradabilidade da matéria seca.

Verificou-se que o volume de gás produzido apresentou efeito linear negativo (P<0,05), enquanto a taxa de degradação apresentou efeito linear positivo (P<0,05) em função das doses de nitrogênio (Tabela 2). A latência apresentou efeito quadrático, e a dose de 50 kg ha<sup>-1</sup> de N promoveu a maior latência.

Em relação aos parâmetros bromatológicos (Tabela 3), a adubação nitrogenada resultou em redução linear (P<0,05) nos teores de matéria mineral (MM) e de fibra em detergente neutro (FDN), e em aumento linear significativo (P<0,001) nos teores de proteína bruta (PB). Os teores de fibra em detergente ácido (FDA), FDNi, MSpd e a fração de carboidrato não-fibroso mais extrato etéreo (CNF+EE) não foram alterados significativamente pelas doses de nitrogênio.

A adubação nitrogenada promoveu um incremento linear (P<0,001) nos teores de proteína em parede celular e no conteúdo celular do capim-marandu, em relação à matéria seca (Tabela 4). Em relação à proteína bruta, houve aumento na proteína da parede celular e redução no conteúdo celular. No entanto, também se observou aumento na proporção de proteína alocada na parede celular (P<sub>PC</sub> %PB) e redução na proteína no conteúdo celular (P<sub>CC</sub> %PB).

Tabela 2. Parâmetros cinéticos da degradação *in vitro* do capim-marandu adubado com diferentes doses de nitrogênio.

Table 2. Kinetic parameters of *in vitro* manipulation of marandu grass fertilized with nitrogen doses.

Variável	Nitrogênio (kg ha <sup>-1</sup> )					P-valor		Erro padrão
	0	25	50	75	100	L	Q	
VFG <sup>1</sup> (ml 0,5 g MS <sup>-1</sup> )	125,7	119,8	104,8	105,4	104,7	<0,001	<0,001	1,87
Taxa de degradação (h <sup>-1</sup> )	0,0228	0,0227	0,0233	0,0252	0,0253	<0,001	0,473	0,0005
Latência (h)	9,30	11,20	13,58	11,19	9,77	0,969	<0,001	0,521
Degradabilidade(%)	65,64	65,46	63,97	63,06	64,00	<0,001	0,071	0,404

<sup>1</sup> Volume final de gás da fermentação; L: efeito linear; Q: efeito quadrático.

Tabela 3. Teores de matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), matéria seca potencialmente digestível (MSpd) e carboidrato não-fibroso mais extrato etéreo (CNF+EE) do capim-marandu adubado com doses de nitrogênio.

Table 3. Contents of mineral matter (MM), crude protein (PB), neutral detergent fiber (FDN), acid detergent fiber (FDA), indigestible neutral detergent fiber (FDNi), potentially digestible dry matter (MSpd) and non-fibrous carbohydrate plus ether extract (CNF+EE) of marandu grass fertilized with nitrogen doses.

Variável	Nitrogênio (kg ha <sup>-1</sup> )					P-valor		Erro padrão
	0	25	50	75	100	L	Q	
MM (%)	9,50	8,53	8,15	7,61	7,60	<0,001	0,001	0,136
PB (%)	6,96	8,30	9,99	12,43	14,64	<0,001	0,160	0,471
FDN (%)	66,68	68,16	66,50	65,11	64,30	<0,001	0,065	0,489
FDA (%)	31,22	31,72	32,47	31,63	31,53	0,594	0,020	0,313
FDNi (%)	22,17	22,29	22,45	21,91	22,73	0,658	0,726	0,536
MSpd (%)	77,03	76,94	76,75	77,21	76,38	0,546	0,675	0,533
CNF+EE(%)	23,45	21,15	21,60	23,53	21,66	0,632	0,436	0,799

L: efeito linear; Q: efeito quadrático.

Tabela 4. Teores de proteína em parede celular (PPC) e em conteúdo celular (PCC) de capim-Marandu adubado com nitrogênio.  
Table 4. Protein content in cell wall (PPC) and in cell content (PCC) of Marandu grass fertilized with nitrogen.

Variável	Nitrogênio (kg ha <sup>-1</sup> )					P-valor		Erro padrão
	0	25	50	75	100	L	Q	
P <sub>PC</sub> (%MS)	1,91	2,49	2,92	3,16	5,14	<0,001	0,002	0,214
P <sub>CC</sub> (%MS)	5,04	5,80	7,07	9,26	9,50	<0,001	0,952	0,513
P <sub>PC</sub> (%PB)	27,25	29,76	29,73	26,62	35,58	0,045	0,215	2,094
P <sub>CC</sub> (%PB)	72,75	70,24	70,27	73,38	64,42	0,045	0,215	2,094

L: efeito linear; Q: efeito quadrático.

#### 4. DISCUSSÃO

A redução no volume de gás produzido ocorreu devido à redução do teor de fibra, pois a fermentação da FDN contribui para a produção de gases ao longo da incubação (Cabral et al., 2000), além dos CNF, para os quais não houve diferença entre os tratamentos (Tabela 2). É importante salientar que a adubação nitrogenada não promove alterações pronunciadas no teor de FDN, especialmente quando a colheita da forragem ocorre na altura de manejo adequada. Esta redução pouco expressiva (5,7%) da FDN de capins, diante de adubação nitrogenada, também foi observada por Martins et al. (2022).

Além disso, a redução no volume de gás está associada ao maior teor de PB (Tabela 3), uma vez que, conforme Battiston et al. (2020), dietas ricas em proteína bruta resultam em menor produção de gás durante a fermentação *in vitro*, em comparação com dietas ricas em carboidratos. Assim, a redução do volume de gás e o aumento da taxa de degradação com o aumento das doses de nitrogênio confirmam os resultados de Jacovetti et al. (2023). De modo similar, Hernandez et al. (2020) também observaram menor produção total de gás e maior taxa de degradação em gramíneas tropicais adubadas com 100 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Neste estudo, observou-se que, mesmo com aumento expressivo no teor de PB, o efeito sobre a degradabilidade foi inexpressivo. Este efeito pouco expressivo da degradabilidade da matéria seca ocorreu porque os teores de fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) e de matéria seca potencialmente digestível (MSPd) não foram alterados com o acréscimo de nitrogênio (Tabela 3), o que indica ausência de modificação no potencial de digestão dos carboidratos fibrosos.

Assim, este resultado ajuda a compreender por que o aumento de proteína bruta em forragem adubada não tem proporcionado efeito sobre o ganho de peso diário de animais (Delevatti et al., 2019; Fonseca et al., 2022), pois, embora a adubação interfira na composição bromatológica e na cinética de degradação, não há efeito pronunciado sobre a degradabilidade. Dessa forma, o principal benefício da adubação está na taxa de lotação e, portanto, também no ganho de peso por área (DELEVATTI et al., 2019; FONSECA et al., 2022). Outra observação importante é que, por meio de suplementação, é possível obter ganhos de peso adicionais em pastagens adubadas com teores de proteína bruta de 11 a 12% (Santos et al., 2019; Santos et al., 2020).

A ausência de diferença na FDNi ocorreu porque os capins, independentemente da dose de nitrogênio, foram colhidos na mesma altura e o avanço no estágio de maturidade das forrageiras é o principal fator que aumenta a FDNi e, consequentemente, a replação ruminal (GARCEZ et al., 2020). Dessa forma, o manejo uniforme do capim-marandu, sempre colhido a aproximadamente 40 cm,

manteve constantes os teores de FDNi, FDA, MSPd e CNF+EE.

A maior latência ocorreu na dose de nitrogênio de 50 kg ha<sup>-1</sup> de N, o que sugere que, em doses menores, a colonização dos microrganismos foi mais lenta por déficit de proteína, enquanto, em doses maiores, por falta de energia, o que aponta para a necessidade de sincronia entre a disponibilidade de proteína e de energia.

A adubação nitrogenada não alterou a MSPd, devido à pequena variação na FDN e à ausência de alteração na FDNi, ambas componentes importantes na estimativa da MSPd. Ressalta-se que, embora a FDN, em excesso, possa reduzir o consumo, a digestibilidade e a síntese de proteína microbiana, este componente é fundamental para a saúde ruminal, o metabolismo, a fermentação e a produção de gordura no leite, especialmente em dietas com alto teor de carboidratos não-fibrosos (BERCHIELLI et al., 2006).

Adicionalmente, verificou-se um efeito linear positivo da adubação nitrogenada sobre a proteína, tanto no conteúdo quanto na parede celular (Tabela 4). O aumento da proporção de proteína na parede celular representa uma proteína de lenta e incompleta digestão (GARCEZ et al., 2025). Em casos de gramíneas temperadas, este resultado não é observado, pois Peretti et al. (2017), estudando aveia branca sob diferentes níveis de nitrogênio, não observaram influência sobre a proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) nem em detergente neutro (PIDN), embora tenham registrado aumento da concentração de PB no conteúdo celular.

Portanto, a adubação nitrogenada altera a cinética de degradação *in vitro* do capim-marandu, mas com efeitos pouco expressivos sobre a degradabilidade da matéria seca, apesar das alterações significativas no teor de PB. O manejo uniforme da altura do capim impediu modificações substanciais nas demais frações nutritivas. Destaca-se a necessidade de novos estudos focados na alocação da proteína entre a parede e o conteúdo celular, especialmente considerando que os resultados obtidos em gramíneas tropicais diferem dos observados comumente em gramíneas temperadas.

#### 5. CONCLUSÕES

A adubação nitrogenada altera a digestão *in vitro* do capim-marandu, porém, influencia o volume de gás e a taxa de degradação do capim. A forma como a proteína bruta foi acumulada na célula vegetal e a ausência de alterações na FDNi explicam o efeito pouco pronunciado da adubação nitrogenada sobre a degradabilidade *in vitro* da MS.

#### 6. REFERÊNCIAS

ABIEC\_Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes. **Beef Report 2024: perfil da pecuária no**

- Brasil.** Disponível em: <https://abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2024-perfil-da-pecuaria-no-brasil/>.
- BATTISTON, J.; HENRIQUE, D. S.; MAYER, L. R. R.; KÖLLN, R. S.; FLUCK, A. C.; OLIVEIRA, J. G.; SCHNEIDER, A. E.; FIORELI, A. B.; FERNANDES, R. A. A. Composição química e cinética de degradação ruminal *in vitro* de aveia branca cv. URS guapa sob diferentes níveis de adubação nitrogenada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 72, n. 2, p. 581-589, 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-11131>
- BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. 583p.
- BISERRA, T. T.; PAIVA, L. M.; FERNANDES, H. J.; DUARTE, C. F. D.; FLEITAS, A. C.; SILVA, A. O. D. Produção e valor nutritivo de capim-piatã submetido à adubação orgânica e química. **Nativa**, v. 8, n. 1, p. 150-156, 2020. <http://dx.doi.org/10.31413/nativa.v8i1.7450>
- CABRAL, C. E. A.; CABRAL, C. H. A.; SANTOS, A. R. M.; MOTTA, A. M.; MOTA, L. G. Impactos técnico-econômicos da adubação de pastos. **Nativa**, v. 9, n. 2, p. 173-181, 2021. <http://dx.doi.org/10.31413/nativa.v9i2.12047>
- CABRAL, L. S.; VALADARES FILHO, S. C.; MALAFAIA, P. A. M.; LANA, R. P.; SILVA, J. F. C. Frações de carboidratos de alimentos volumosos e suas taxas de degradação estimadas pela técnica de produção de gases. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, supl. 1, p. 2087-2098, 2000.
- DELEVATTI, L. M.; CARDOSO, A. S.; BARBERO, R. P.; LEITE, R. G.; ROMANZINI, E. P.; RUGGIERI, A. C.; REIS, R. A. Effect of nitrogen application rate on yield, forage quality, and animal performance in a tropical pasture. **Scientific Reports**, v. 9, e7596, 2019. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-019-43967-0>
- FONSECA, N. V.; CARDOSO, A. S.; BERÇA, A. S.; DORNELLAS, I. A.; ONGARATTO, F.; SILVA, M. L. C.; RUGGIERI, A. C.; REIS, R. A. Effect of different nitrogen fertilizers on nitrogen efficiency use in Nellore bulls grazing on Marandu palisade grass. **Livestock Science**, v. 263, e105012, 2022. <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2022.105012>
- FUKUSHIMA, R. S.; WIEMER, P. J.; KUNS, D. A. Use of photocatalytic reduction to hasten preparation of culture media for saccharolytic Clostridium species. **Brazilian Journal of Microbiology**, v.34, n.1, p.22-26, 2003.
- GARCEZ, B. S.; ALVES, A. A.; MACEDO, E. de O.; SANTOS, C. M. dos; ARAÚJO, D. L. da C.; LACERDA, M. da S. B. Degradabilidade ruminal de gramíneas do gênero Panicum em três idades de pós-rebrota. **Brazilian Animal Science**, v. 21, e55699, 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-6891v21e-55699>
- GARCEZ, B. S.; LOPES, M. H. A.; MACEDO, K. D. A.; CAETANO, M. A.; SERVOLO, A. A.; SOUSA, D. A. M. Fracionamento da proteína de dietas com inclusão de leguminosas forrageiras. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 21, n. 1, p. 8-21, 2025. <http://dx.doi.org/10.30969/acs.v21i1.1461>
- HERNÁNDEZ, E. A.; LAGUNES, F. I. J.; PELL, A. N.; LAGUNES, M. M.; RODRÍGUEZ, J. M. P.; BLAKE, R. W. *In vitro* ruminal degradation of carbohydrate fractions in tropical grasses fertilized with nitrogen. **Revista Mexicana de Ciências Pecuárias**, v. 11, n. 1, p. 266-282, 2020. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i1.4829>
- JACOVETTI, R.; FRANÇA, A. F. de S.; BASTO, D. de C.; COSTA BRUNES, L.; OLIVEIRA, L. G.; RIBEIRO, R. V.; SILVA, M. P. C. e; ARNHOLD, E.; FERREIRA, R. N. Degradação ruminal e cinética de fermentação do capim Mulato II (Convert HD364) sob diferentes fontes de adubação nitrogenada. **Brazilian Animal Science**, v. 24, e75660E, 2023. <https://doi.org/10.1590/1809-6891v24e-75660E>
- KILL-SILVEIRA, R. Manejo ecofisiológico das gramíneas Megathyrus maximus (*Panicum maximum*) cv. Tanzânia, Mombaça e Massai. **Revista Veterinária e Zootecnia**, v. 27, p. 1-13, 2020. <https://doi.org/10.35172/rvz.2020.v27.421>
- MARTHA JÚNIOR, G. B.; VILELA, L.; SOUSA, D. M. G. **Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007. 224p.
- MARTINS, M. V. R.; PEREIRA, C. E.; KIKUTI, H. Adubação nitrogenada na implantação de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em Humaitá-AM. *Scientia Plena*, v. 18, n. 7, e208, 2022. <http://dx.doi.org/10.14808/sci.plena.2022.070208>
- McDOUGAL, E. I. Studies on ruminal saliva. 1. The composition and output of sheep's saliva. **Biochemical Journal**, v. 43, n. 1, p. 99-109, 1949.
- MOTTA, A. M.; MOTTA, L. J. M.; MOTA, L. G.; ASSIS, L. M. B.; MOURA, A. B. O.; BORGES, L. C. O.; SILVA, G. B. A.; DUARTE, C. F. D.; CABRAL, C. H. A.; CABRAL, C. E. A. Effect of Time of nitrogen fertilization on use of root reserves in megathyrus maximus cultivars. **Nitrogen**, v. 5, n. 3, e46, 2024. <http://dx.doi.org/10.3390/nitrogen5030046>
- OLIVEIRA, J. K. S. de; CORRÊA, D. C. da C.; CUNHA, A. M. Q.; RÉGO, A. C. do; FATURI, C.; SILVA, W. L. da; DOMINGUES, F. N. Effect of nitrogen fertilization on production, chemical composition and morphogenesis of Guinea grass in the humid tropics. **Agronomy**, v. 10, n. 11, e1840, 2020. <http://dx.doi.org/10.3390/agronomy10111840>
- PERETTI, J.; HENRIQUE, D. S.; MAYER, L. R. R.; MILITÃO, E. R.; SCHIMITZ, R.; BOGER, D. T.; RÖSLER, J. A. Composição química e cinética de degradação ruminal da aveia branca (*Avena sativa* L.) cv. IPR126 sob diferentes níveis de nitrogênio. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 18, n. 1, p. 89-102, 2017. <https://doi.org/10.1590/S1519-99402017000100009>
- SALES, K. C.; CABRAL, C. E. A.; ABREU, J. G.; et al. What is the maximum nitrogen in marandu palisadegrass fertilization? **Grassland Science**, v. 66, p. 153-160, 2020. <http://dx.doi.org/10.1111/grs.12266>
- SANTOS, A. R. M.; CABRAL, C. H. A.; CABRAL, C. E. A.; BARROS, L. V.; BARROS, J. M.; CABRAL, W. B.; DIAS, M. R. Energy to protein ratios in supplements for grazing heifers in the rainy season. **Tropical Animal Health and Production**, v. 51, p. 2395-2403, 2019. <http://dx.doi.org/10.1007/s11250-019-01953-8>
- SANTOS, A. R. M.; CABRAL, C. H. A.; CABRAL, C. E. A.; BARROS, L. V.; PIRES, D. F.; ROSA, A. S.; ALVES, G. R.; COUTINHO, M. P. S. Energy supplementation as strategy of pasture management. **Acta Scientiarum**.

- Animal Sciences**, v. 44, e55761, 2022.  
<http://dx.doi.org/10.4025/actascianimsci.v44i1.55761>
- SCHOFIELD, P.; PITT, R. E.; PELL, A. N. Kinetics of fiber digestion from *in vitro* gas production. **Journal of Animal Science**, v. 72, n. 11, p. 2980-2991, 1994.
- SOUSA, G. J. de; ALEXANDRINO, E.; SANTOS, A. C. dos; FREITAS, M. V. L. *Megathyrus Maximus* cv. Massai at different cutting frequencies. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 5, p. 1913-1924, 2019.  
<http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2019v40n5p1913>
- TILLEY, J. M. A.; TERRY, R. A. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. **Journal of the British Grassland Society**, v. 18, n. 2, p. 104-111, 1963.
- VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G. B.; SOUSA, D. M. G. de. Uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens. **Revista Plantio Direto e Tecnologia Agrícola**, Edição Especial Centro-Oeste, p. 54-64, 2020.

**Agradecimentos:** À Universidade Federal de Rondonópolis (UFR) e à Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) pelo apoio em infraestrutura e recursos humanos.

**Contribuições dos autores:** C.E.A.C.: conceitualização, investigação, análise estatística, redação (original), redação (revisão e edição); G.B.A.S.: validação, redação (revisão e edição); F.A.A.: redação (original); A.S.R.F.: investigação, metodologia; L.G.M.: metodologia, redação (revisão e edição); C.F.D.D.: redação (original); R.L.G.: investigação, metodologia; C.H.A.C.: conceitualização, investigação, redação (revisão e edição). Todos os autores leram e concordaram com a versão publicada do manuscrito.

**Disponibilidade de dados:** Os dados desta pesquisa poderão ser obtidos por e-mail, mediante solicitação ao autor correspondente.

**Conflito de interesses:** Os autores declaram não haver conflitos de interesses.



**Copyright:** © 2025 by the authors. This article is an Open-Access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons **Attribution-NonCommercial (CC BY-NC)** license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).