

ADUBAÇÃO BIOLÓGICA ASSOCIADA À ADUBAÇÃO MINERAL NA PRODUÇÃO DE CAPIM-MARANDU

1

Carlos Luiz vieira

Professor da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus de Pontes e Lacerda/MT. Mestre em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola pela Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus Universitário de Tangará da Serra/MT. E-mail: carlos.luiz_12@hotmail.com.

RESUMO: O Brasil possui o maior rebanho bovino comercial do mundo, criado predominantemente a pasto, sendo o capim-marandu a principal cultivar utilizada. Contudo, grande parte das pastagens encontra-se em degradação, sobretudo pela ausência de adubação. Objetivou-se avaliar o desenvolvimento e a produção de *Urochloa brizantha* cv. Marandu em função da aplicação do adubo biológico Microgeo® associado à adubação mineral, comparando-o com plantas cultivadas sob adubação mineral e orgânica. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e quatro repetições: T1-testemunha, T2-mineral + Microgeo®, T3-mineral e T4-mineral + orgânica. A altura de planta foi avaliada aos 12, 19, 26, 34, 56, 70, 96 e 115 dias após a semeadura (DAS); aos 70 e 115 DAS realizaram-se o primeiro e o segundo corte, determinando-se a massa fresca e seca. Até o primeiro corte, a adubação mineral associada à orgânica promoveu maior altura e produção de biomassa. Após o primeiro corte, a adubação mineral associada à biológica proporcionou o melhor desenvolvimento das plantas. A adubação, independentemente da fonte, promove melhor desenvolvimento do capim-marandu, sendo o Microgeo® uma alternativa eficiente para a produção de biomassa após o pastejo.

Palavras-chave: braquiária; biofertilizante; microrganismos do solo; pastagem; nutrição.

BIOLOGICAL FERTILIZATION ASSOCIATED WITH MINERAL FERTILIZATION IN MARANDU GRASS PRODUCTION

ABSTRACT: Brazil has the largest commercial cattle herd in the world, raised predominantly on pasture, with marandu grass being the main cultivar used. However, most pastures are in a stage of degradation, mainly due to the lack of fertilization. The objective was to evaluate the development and production of *Urochloa brizantha* cv. Marandu in response to the application of the Microgeo® biological fertilizer associated with mineral fertilization, comparing it with plants grown under mineral and organic fertilization. The experiment was conducted in a greenhouse, in a completely randomized design, with four treatments and four replications: T1-control, T2-mineral + Microgeo®, T3-mineral, and T4-mineral + organic. Plant height was evaluated at 12, 19, 26, 34, 56, 70, 96, and 115 days after sowing (DAS); the first and second cuts were performed at 70 and 115 DAS, with fresh and dry mass determined. Until the first cut, mineral fertilization associated with organic fertilization promoted greater height and biomass production. After the first cut, mineral fertilization associated with biological fertilization provided the best plant development. Fertilization, regardless of source, promotes better marandu grass development, with Microgeo® being an efficient alternative for biomass production after grazing.

Keywords: brachiaria; biofertilizer; soil microorganisms; pasture; nutrition.

INTRODUÇÃO

O Brasil possui o maior rebanho bovino comercial do mundo, destacando-se na produção e exportação de carne (CARVALHO; ZEN, 2017). Estima-se que 96,5% dos bovinos abatidos sejam criados em pastagens e que os 3,5% restantes tenham ao menos uma fase de criação mantida nesse sistema (FONSECA; SANTOS; MARTUSCELLO, 2013). Projeta-se, ainda, que a demanda por pastagens deva aumentar consideravelmente nas próximas décadas (EMBRAPA, 2014).

Dentre as forrageiras utilizadas na pecuária nacional, o gênero *Urochloa* destaca-se, sendo a espécie *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) R.D. Webster cv. Marandu, conhecida como capim-marandu, a mais cultivada, com estimativa de mais de 60 milhões de hectares ocupados (PAULA et al., 2012; BEZERRA et al., 2020). Contudo, aproximadamente 80% das áreas cultivadas com pastagens

apresentam características de degradação, configurando um dos principais entraves da pecuária nacional (DIAS FILHO, 2017).

A degradação reduz a capacidade de suporte animal, e diversos fatores estão associados a esse fenômeno, com destaque para a deficiência nutricional, que prejudica o estabelecimento da cultura, favorece a infestação por plantas daninhas e compromete a produção e a qualidade da forragem (DIAS FILHO, 2014; SANTOS et al., 2016; MECHI et al., 2018). O uso racional da adubação é fundamental para a produção de qualidade do capim-marandu, pois promove o crescimento da parte aérea e intensifica a produtividade de forragem (LOPES, M. A. et al., 2013; CASTRO et al., 2016).

A adubação mineral mostra-se eficiente na liberação de nutrientes, com diversos estudos demonstrando aumento na quantidade e na qualidade das pastagens de capim-marandu (MEDICA; REIS; SANTOS, 2017; TEIXEIRA et al., 2018; LEITE et al., 2020; COSTA et al., 2021). Contudo, o uso de fertilizantes químicos em áreas degradadas eleva o custo de produção (ROCHA JUNIOR et al., 2016), pode causar danos edafoclimáticos como acidificação e eutrofização (BATISTA et al., 2018), e a maioria se origina de recursos minerais não renováveis (STEINBACH; WELLMER, 2010).

A adubação orgânica, por sua vez, reduz o custo de produção e fornece macro e micronutrientes às plantas, constituindo alternativa de menor custo e de destino para resíduos animais (SILVA, A. A.; SIMIONI; LUCENA, 2012; CASTRO et al., 2016). Além dessas, a adubação biológica vem ganhando destaque ao estimular e repor a população de microrganismos no solo, propiciando melhores condições de desenvolvimento à planta e maior disponibilidade de nutrientes, uma vez que os microrganismos são fundamentais para a qualidade do solo (HEGER; IMFELD; MITCHELL, 2012).

A hipótese desta pesquisa foi que o uso do Microgeo® pode ser alternativa eficiente para a nutrição do capim-marandu, refletindo na produção de biomassa e constituindo ferramenta sustentável para minimizar a degradação das pastagens.

Assim, objetivou-se avaliar o desenvolvimento e a produção de *U. brizantha* cv. Marandu em função da aplicação do adubo biológico Microgeo® associado à adubação mineral, comparando-o com plantas cultivadas sob adubação mineral e orgânica.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Faculdade de Ciências Agrárias e Biológicas (FACAB) da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus de Cáceres, Mato Grosso, com início em fevereiro de 2025. Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e quatro repetições: T1-testemunha (sem adubação); T2-adubação mineral + Microgeo®; T3-adubação mineral (convencional); e T4-adubação mineral + adubação orgânica. O experimento foi montado em vasos de 0,01512 m³, conduzindo-se cinco plantas por vaso.

A adubação mineral foi realizada com ureia (200 kg ha⁻¹) e o formulado 0-8-38, composto por superfosfato simples e KCl (180 kg ha⁻¹), ambos no dia da semeadura. A adubação orgânica empregou esterco bovino decomposto (40 kg ha⁻¹), aplicado na semeadura. O Microgeo® foi aplicado na semeadura e aos 30 dias após o plantio. As características físico-químicas médias do adubo biológico preparado a partir do Microgeo® encontram-se na Tabela 1 (MICROGEO, 2021).

Tabela 1. Características físico-químicas médias do adubo biológico preparado a partir do Microgeo®.

Table 1. Mean physicochemical characteristics of the biological fertilizer prepared from Microgeo®.

Característica	Valor médio
pH	6,8
Condutividade elétrica (mS cm ⁻¹)	2.700
DQO (mg O ₂ L ⁻¹)	1.200
DBO _{5, 20} (mg L ⁻¹)	1.850
Cor (mg PtCo L ⁻¹)	11.960
Turbidez (UNT)	950
Alcalinidade (mg CaCO ₃ L ⁻¹)	96
Fósforo (mg L ⁻¹)	49,6

Fonte: Microgeo® (2021). DQO = demanda química de oxigênio; DBO = demanda bioquímica de oxigênio.

Os vasos foram preenchidos com solo da região, cuja caracterização química e textural está apresentada na Tabela 2. Diante do resultado da análise, não houve necessidade de aplicação de calcário, procedendo-se ao plantio do capim-marandu.

Tabela 2. Caracterização química e textural do solo utilizado no experimento.

Table 2. Chemical and textural characterization of the soil used in the experiment.

pH (H ₂ O)	pH (CaCl ₂)	P	K	Ca	Mg	H+Al
6,00	5,50	13,31	74,80	4,88	1,72	2,25
MO	Zn	Fe	Mn	Areia	Silte	Argila
21,45	5,10	171,50	72,45	692,00	141,90	166,10

P, K, Ca, Mg, H+Al em cmol_c dm⁻³; P, Zn, Fe, Mn em mg dm⁻³; MO em g dm⁻³; areia, silte e argila em g kg⁻¹. MO = matéria orgânica.

Durante o crescimento, mediu-se a altura das plantas aos 12, 19, 26, 34, 56, 70, 96 e 115 dias após a semeadura (DAS), com auxílio de trena graduada, avaliando-se cinco plantas por vaso. O primeiro corte foi realizado aos 70 DAS e o segundo aos 115 DAS (45 dias após o primeiro). Após cada corte, pesou-se o material fresco e, em

seguida, levou-se à estufa de circulação forçada a 65 °C até massa constante, determinando-se a massa seca, com resultados extrapolados para kg ha^{-1} .

Os dados de altura de planta e de massa fresca e seca foram submetidos à análise de variância e, quando significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa AgroEstat (BARBOSA; MALDONADO JÚNIOR, 2015).

RESULTADOS

A análise de variância revelou efeito significativo dos tratamentos sobre a altura de planta em todas as épocas de avaliação ($p < 0,05$). Até os 34 DAS, todos os tratamentos com adubação superaram a testemunha, evidenciando a importância da adubação no desenvolvimento inicial (Figura 1).

As maiores alturas até o primeiro corte (70 DAS) foram observadas no tratamento com adubação mineral associada à orgânica (T4), com plantas em média 69% mais altas que as da testemunha. Após o primeiro corte, aos 96 e 115 DAS, o tratamento com adubação mineral associada ao Microgeo® (T2) destacou-se, mantendo as maiores alturas, enquanto os demais tratamentos com adubação não diferiram da testemunha nessas épocas (Figura 1).

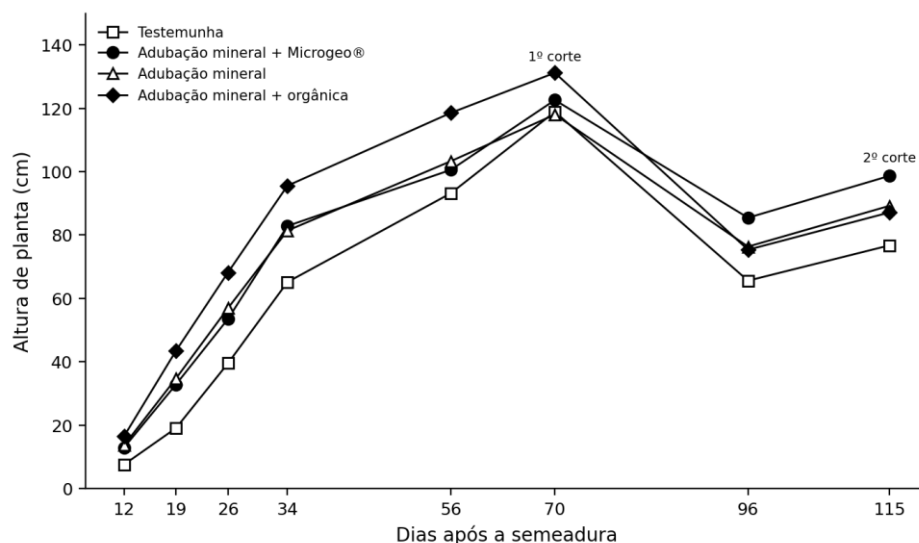


Figura 1. Altura de planta (cm) de *Urochloa brizantha* cv. Marandu cultivada com diferentes fontes de adubação. Médias com letras iguais, na mesma época, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Figure 1. Plant height (cm) of *Urochloa brizantha* cv. Marandu grown with different fertilization sources.

Para a produção de massa fresca e seca, houve diferença significativa entre os tratamentos em ambos os cortes ($p < 0,05$). No primeiro corte, a adubação mineral associada à orgânica (T4) diferiu de todos os demais, produzindo aproximadamente $59 \text{ mil kg ha}^{-1}$ de massa fresca e $13 \text{ mil kg ha}^{-1}$ de massa seca, valores 264% e 220% superiores à testemunha, respectivamente. Os tratamentos com adubação mineral (T3) e mineral mais Microgeo® (T2) também superaram a testemunha (Figura 2A).

No segundo corte, os tratamentos com adubação não diferiram entre si, mas todos superaram a testemunha (Figura 2B). A presença de adubação, independentemente da fonte, proporcionou aumento de massa fresca superior a três vezes e de massa seca superior a quatro vezes em relação à testemunha. Numericamente, a associação da adubação mineral com a biológica resultou em aproximadamente 6.200 kg ha^{-1} de massa fresca e 1.500 kg ha^{-1} de massa seca a mais que os demais tratamentos adubados.

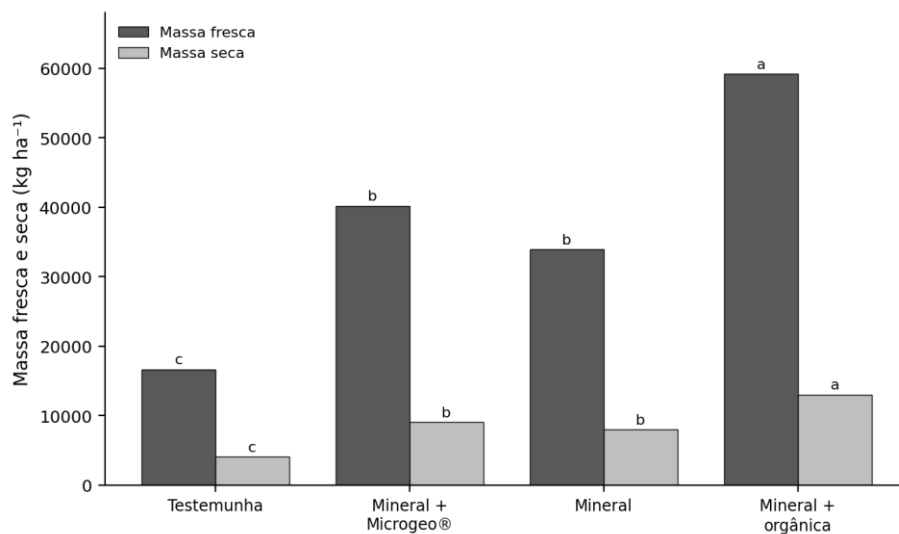


Figura 2A. Produção de massa fresca e seca (kg ha⁻¹) de *Urochloa brizantha* cv. Marandu no primeiro corte (70 DAS). Médias com letras iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

Figure 2A. Fresh and dry mass production (kg ha⁻¹) of *Urochloa brizantha* cv. Marandu at the first cut (70 DAS).

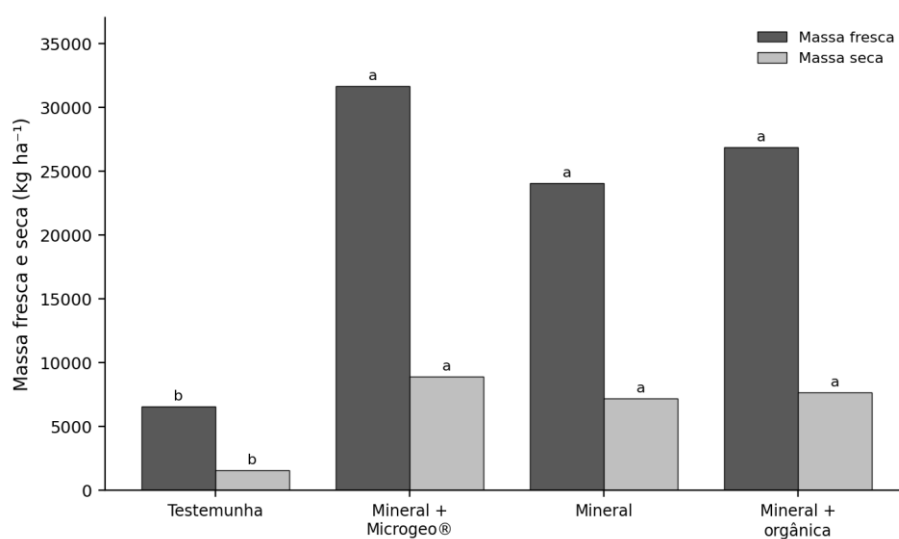


Figura 2B. Produção de massa fresca e seca (kg ha⁻¹) de *Urochloa brizantha* cv. Marandu no segundo corte (115 DAS). Médias com letras iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

Figure 2B. Fresh and dry mass production (kg ha⁻¹) of *Urochloa brizantha* cv. Marandu at the second cut (115 DAS).

DISCUSSÃO

A leitura conjunta dos dados de altura de planta (Figura 1) e de produção de biomassa (Figuras 2A e 2B) revela uma inversão de desempenho entre as fontes de adubação ao longo do ciclo, achado central deste trabalho. Até o primeiro corte, a adubação mineral associada à orgânica (T4) liderou tanto em altura quanto em biomassa, ao passo que, após o corte, foi a associação mineral mais biológica (T2) que assumiu a primazia. Essa transição temporal é o aspecto que melhor caracteriza a contribuição do Microgeo® neste experimento.

A superioridade inicial do T4 é coerente com a natureza da adubação orgânica. O esterco bovino fornece nutrientes prontamente disponíveis e melhora as condições físicas do substrato, favorecendo o crescimento inicial vigoroso, conforme também observado por Silva, A. A.; Simioni e Lucena (2012) e Castro et al. (2016) em forrageiras tropicais sob adubação orgânica. Os 69% de incremento em altura e os 264% em massa fresca no primeiro corte, frente à testemunha, confirmam que o fornecimento conjunto de nutrientes minerais e orgânicos maximiza o estabelecimento da cultura, fase reconhecidamente crítica para o capim-marandu (DIAS FILHO, 2017).

O comportamento após o primeiro corte, no entanto, exige interpretação mais cuidadosa. Quando se confronta a queda de altura de todos os tratamentos entre 70 e 96 DAS (Figura 1) com a recuperação subsequente, observa-se que apenas o T2 (mineral + Microgeo®) retomou o crescimento de forma consistente, atingindo 98,63 cm aos 115 DAS, contra 76,69 cm da testemunha. Esse dado, somado ao fato de que no segundo corte o T2 produziu numericamente cerca de 6.200 kg ha^{-1} de massa fresca a mais que os demais tratamentos adubados (Figura 2B), sugere que o efeito do Microgeo® se manifesta de forma cumulativa e tardia, e não imediata.

A explicação mais plausível para esse padrão reside no mecanismo de ação da adubação biológica. Diferentemente das fontes mineral e orgânica, que atuam diretamente na oferta de nutrientes, o Microgeo® atua na reposição e na bioestimulação da microbiota do solo (HEGER; IMFELD; MITCHELL, 2012). Após o primeiro corte, com a remoção da parte aérea e a consequente redução das reservas,

o solo dos demais tratamentos teve sua disponibilidade nutricional diminuída, enquanto a atividade microbiana estimulada pelo Microgeo® no T2 possibilitou maior mineralização e ciclagem de nutrientes, traduzindo-se em recuperação superior. Esse comportamento é particularmente relevante do ponto de vista do manejo, pois indica que o adubo biológico pode reduzir o período de descanso necessário entre pastejos sucessivos.

É importante reconhecer, contudo, que no segundo corte os tratamentos adubados não diferiram estatisticamente entre si (Figura 2B), e a vantagem do T2 foi numérica, não significativa. Essa ressalva impõe cautela à interpretação e está alinhada à literatura, que aponta serem ainda escassos os estudos científicos robustos com adubação biológica em forrageiras, sobretudo em condições controladas. Ainda assim, a tendência observada converge com o entendimento de que a reposição da biota do solo melhora a eficiência nutricional de espécies da família Poaceae, conforme discutido por Sileshi et al. (2017) ao analisar a ciclagem de nutrientes a partir de fontes orgânicas e biológicas.

De modo geral, os resultados confirmam que a adubação, independentemente da fonte, é determinante para o desempenho do capim-marandu, o que está de acordo com Medica; Reis e Santos (2017), Lopes, M. A. et al. (2013) e Costa et al. (2021), que reportaram ganhos expressivos de produtividade em capim-marandu adubado. A intensificação do sistema a pasto sem reposição de nutrientes conduz inevitavelmente à degradação (MARTHA JÚNIOR; ALVES; CONTINI, 2012; LOPES, M. N. et al., 2013), e o fornecimento adequado de nutrientes é a estratégia central para revertê-la (SILVA, D. R. G. et al., 2013). Nesse contexto, sistemas que integram adubação mineral e manejo biológico, como o avaliado por Silva, L. H. X. et al. (2021) e por Almeida et al. (2021) em sistemas integrados, apontam para um caminho mais sustentável de manutenção da fertilidade.

Como limitação, ressalta-se que o experimento foi conduzido em casa de vegetação e em vasos, condição que restringe a extrapolação direta para o campo, além de a avaliação ter compreendido apenas dois ciclos de corte. Estudos de longa

duração e a campo, com análise econômica e da microbiota do solo, são recomendados para consolidar o papel do Microgeo® no manejo de pastagens.

CONCLUSÕES

A adubação, independentemente da fonte, promove melhor desenvolvimento das plantas de capim-marandu, sendo que até o primeiro corte a adubação mineral associada à adubação orgânica resulta no melhor desenvolvimento.

A adubação mineral combinada com a adubação biológica (Microgeo®) proporciona melhor desenvolvimento das plantas de capim-marandu após o primeiro corte, constituindo alternativa eficiente para a produção de biomassa dessa cultivar.

AGRADECIMENTOS

À Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus de Cáceres, e à empresa Microgeo® pelo fornecimento dos produtos e pelo auxílio técnico.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, T. F.; CARVALHO, J. K.; REID, E.; MARTINS, A. P.; BISSANI, C. A.; BORTOLUZZI, E. C.; BRUNETTO, G.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F.; TIECHER, T. Forms and balance of soil potassium from a long-term integrated crop-livestock system in a subtropical Oxisol. *Soil and Tillage Research*, v. 207, 104864, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.still.2020.104864>
- BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. *AgroEstat: sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos*. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 2015.
- BATISTA, M. A.; INOUE, T. T.; ESPER NETO, M.; MUNIZ, A. S. Princípios de fertilidade do solo, adubação e nutrição mineral. In: BRANDÃO FILHO, J. U. T.; FREITAS, P. S. L.; BERIAN, L. O. S.; GOTO, R. (Org.). *Hortaliças-fruto*. Maringá: EDUEM, 2018. p. 113-162. DOI: <https://doi.org/10.7476/9786586383010.0006>
- BEZERRA, J. D. V.; EMERENCIANO NETO, J. V.; ALVES, D. J. S.; BATISTA NETA, I. E.; GALDINO NETO, L. C.; SANTOS, R. S.; DIFANTE, G. S. Características

produtivas, morfogênicas e estruturais de cultivares de *Brachiaria brizantha* cultivadas em dois tipos de solo. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 7, e129972947, 2020. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i7.2947>

CARVALHO, T. B.; ZEN, S. A cadeia de pecuária de corte no Brasil: evolução e tendências. *Revista iPecege*, v. 3, n. 1, p. 85-99, 2017. DOI: <https://doi.org/10.22167/r.ipecege.2017.1.85>

CASTRO, C. S.; LOBO, U. G. M.; RODRIGUES, L. M.; BACKES, C.; SANTOS, A. J. M. Eficiência de utilização de adubação orgânica em forrageiras tropicais. *Revista de Agricultura Neotropical*, v. 3, n. 4, p. 48-54, 2016. DOI: <https://doi.org/10.32404/rean.v3i4.1144>

COSTA, A. B. G.; DIFANTE, G. S.; CAMPELO, B. A. M.; GURGEL, A. L. C.; COSTA, C. M.; THEODORO, G. F.; SILVA, Á. T. A.; EMERENCIANO NETO, J. V.; DIAS, A. M.; FERNANDES, P. B. Morphogenetic, structural and production traits of marandu grass under nitrogen rates in Neo soil. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 73, n. 3, p. 658-664, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-12301>

DIAS FILHO, M. B. *Diagnóstico das pastagens no Brasil*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2014. 36 p.

DIAS FILHO, M. B. *Degradação de pastagens: o que é e como evitar*. Brasília: Embrapa, 2017. 19 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). *Visão 2014-2034: o futuro do desenvolvimento tecnológico da agricultura brasileira*. Brasília: Embrapa, 2014.

FONSECA, D. M.; SANTOS, M. E. R.; MARTUSCELLO, J. A. Importância das forrageiras no sistema de produção. In: FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. (Org.). *Plantas forrageiras*. Viçosa: UFV, 2013. p. 13-29.

HEGER, T. J.; IMFELD, G.; MITCHELL, E. A. D. Special issue on “Bioindication in soil ecosystems”: editorial note. *European Journal of Soil Biology*, v. 49, p. 1-4, 2012.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2012.02.001>

LEITE, R. C.; FREITAS, G. A.; OLIVEIRA, I. M.; LIMA, S. O. Aspectos produtivos do capim marandu submetido a adubação fosfatada em níveis de saturação por bases.

Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável, v. 10, n. 1, p. 25-32, 2020. DOI:

<https://doi.org/10.21206/rbas.v10i.8710>

LOPES, M. A.; FELTRE, K.; OLIVEIRA, A. D.; EVANGELISTA, A. R. Manejo e viabilidade econômica da adubação nitrogenada em *Brachiaria brizantha* cv.

Marandu. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, v. 21, n. 3, p. 159-162, 2013.

LOPES, M. N.; CÂNDIDO, M. J. D.; POMPEU, R. C. F. F.; SILVA, R. G.;

CARVALHO, T. C. F.; SOMBRA, W. A.; MORAIS NETO, L. B.; PEIXOTO, M. J. A.

Biomass flow in massai grass fertilized with nitrogen under intermittent stocking grazing with sheep. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 42, n. 1, p. 13-21, 2013. DOI:

<https://doi.org/10.1590/S1516-35982013000100003>

MARTHA JÚNIOR, G. B.; ALVES, E.; CONTINI, E. Land-saving approaches and beef production growth in Brazil. *Agricultural Systems*, v. 110, p. 173-177, 2012. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.agsy.2012.03.001>

MECHI, I. A.; SANTOS, A. L. F.; RIBEIRO, L. M.; CECCON, G. Infestação de plantas daninhas de difícil controle em função de anos de consórcio milho-braquiária.

Revista de Agricultura Neotropical, v. 5, n. 3, p. 49-54, 2018. DOI:

<https://doi.org/10.32404/rean.v5i3.1642>

MEDICA, J. A. S.; REIS, N. S.; SANTOS, M. E. R. Caracterização morfológica em pastos de capim-marandu submetidos a frequências de desfolhação e níveis de

adubação. *Ciência Animal Brasileira*, v. 18, e40460, 2017. DOI:

<https://doi.org/10.1590/1089-6891v18e-40460>

MICROGEO. *Manual técnico Microgeo®*. Limeira: Microgeo Microbiologia e Biotecnologia, 2021.

PAULA, C. C. L.; EUCLIDES, V. P. B.; LEMPP, B.; BARBOSA, R. A.; MONTAGNER, D. B.; CARLOTO, M. N. Acúmulo de forragem, características morfogênicas e estruturais do capim-marandu sob alturas de pastejo. *Ciência Rural*, v. 42, n. 11, p. 2059-2065, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012005000084>

ROCHA JUNIOR, P. R.; ANDRADE, F. V.; MENDONÇA, E. S.; DONAGEMMA, G. K.; FERNANDES, R. B. A.; BHATTARAI, R.; KALITA, P. K. Soil, water, and nutrient losses from management alternatives for degraded pasture in Brazilian Atlantic Rainforest biome. *Science of the Total Environment*, v. 583, p. 53-63, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.12.187>

SANTOS, D. C.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; VILELA, L.; PULROLNIK, K.; BUFON, V. B.; FRANÇA, A. F. S. Forage dry mass accumulation and structural characteristics of Piatã grass in silvopastoral systems in the Brazilian savannah. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 233, p. 16-24, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.08.026>

SILESHI, G. W.; NHAMO, N.; MAFONGOYA, P. L.; TANIMU, J. Stoichiometry of animal manure and implications for nutrient cycling and agriculture in sub-Saharan Africa. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, v. 107, n. 1, p. 91-105, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10705-016-9817-7>

SILVA, A. A.; SIMIONI, G. F.; LUCENA, A. Efeito da adubação orgânica no crescimento do capim *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em Parecis/Rondônia. *Enciclopédia Biosfera*, v. 9, n. 16, p. 923-932, 2012.

SILVA, D. R. G.; COSTA, K. A. P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I. P.; BERNARDES, T. F. Doses e fontes de nitrogênio na recuperação das características estruturais e produtivas do capim-marandu. *Revista Ciência Agronômica*, v. 44, n. 1, p. 184-191, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1806-66902013000100023>

SILVA, L. H. X.; OKADA, E. S. M.; SOARES, J. P. G.; OLIVEIRA, E. R.; GANDRA, J. R.; MARQUES, O. F. C.; SILVA, J. T.; NEVES, N. F.; GABRIEL, A. M. A. Organic management of *Urochloa brizantha* cv. Marandu intercropped with leguminous. *Organic Agriculture*, v. 11, p. 511-521, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13165-021-00359-x>

STEINBACH, V.; WELLMER, F. W. Consumption and use of non-renewable mineral and energy raw materials from an economic geology point of view. *Sustainability*, v. 2, n. 5, p. 1408-1430, 2010. DOI: <https://doi.org/10.3390/su2051408>

TEIXEIRA, R. N. V.; PEREIRA, C. E.; KIKUTI, H.; DEMINICIS, B. B. *Brachiaria brizantha* (Syn. *Urochloa brizantha*) cv. Marandu sob diferentes doses de nitrogênio e fósforo em Humaitá-AM, Brasil. *Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia*, v. 11, n. 2, p. 35-41, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5935/PAeT>.