

EXTRAÇÃO E EFICIÊNCIA DA UTILIZAÇÃO DE NUTRIENTES PELO CAPIM-PIATÃ EM RESPOSTA A TRÊS ALTURAS PRÉ-PASTEJO

Jonahtan Chaves Melo¹, Emerson Alexandrino², Antonio Clementino dos Santos², José Geraldo Donizetti dos Santos², Nayara Martins Alencar³

RESUMO:

Objetivou-se avaliar a extração, massa de raízes, sua colonização por fungos micorrízicos e a eficiência de utilização de nutrientes pelo Capim-Piatã manejado sob lotação intermitente com diferentes alturas pré-pastejo. Os tratamentos consistiram em três alturas de pré-pastejo, 30, 40 e 50 cm com quatro repetições de sub-piquetes, totalizando 12 unidades experimentais, em delineamento inteiramente casualizado, em uma área de 6,6 hectares (ha), a qual foi dividida em 12 sub-piquetes. A altura de manejo influenciou na massa seca da parte aérea (MSPA) e na massa seca do sistema radicular (MSR), com maiores valores para os pastos manejados mais altos, porém, a altura pré-pastejo não alterou a relação entre a MSPA e MSR as quais apresentam proporcionalidade. A MSR e o percentual de raízes colonizadas apresentaram valores médios de $1,2 \pm 0,14$ e 55%, respectivamente. Pastos manejados mais altos incrementaram o componente colmo, diluindo os teores de N e K da forragem. Mas em função da maior massa por ciclo extraíram pontualmente maiores valores de N = 127,1; P = 10,3 e K = 111,3 em kg ha⁻¹, os quais foram contrabalanceados pelo menor número de ciclos, resultando em maior extração de P e K ao longo da estação de crescimento para os pastos de 30 e 40 cm. A massa seca de raízes apresentou proporcionalidade com a massa seca da parte aérea do Capim-Piatã. As alturas pré-pastejo não modificam a colonização das raízes por fungos micorrízicos. Somente os teores de N e K na forragem de Capim-Piatã foram afetados pelas alturas pré-pastejo. As variações na massa seca de forragem produzida, modificaram o padrão extração de N, P e K e a extração anual de N em Neossolo Quartzarênico Órtico típico.

Palavras-chave: Colonização micorrízica, composição química da forragem, extração de N, P e K.

EXTRACTION AND EFFICIENCY OF NUTRIENT USE BY PIATÃ GRASS IN RESPONSE TO THREE PRE-GRAZING HEIGHTS

ABSTRACT:

This work was carried out to evaluate the extraction, root mass, its colonization by mycorrhizal fungi, and the efficiency of nutrient use by Piatã grass managed under intermittent stocking with different pre-grazing heights. The treatments consisted of three pre-grazing heights, 30, 40, and 50 cm with four repetitions of sub-paddocks, totalizing 12 experimental units, in a completely randomized design, implemented in an area of 6.6 hectares (ha), which was divided into 12 sub-paddocks. The pre-grazing heights influenced air dry mass (ADM) and root system dry mass (RDM), with higher values for higher managed pastures, but pre-grazing height did not change the relationship between ADM and RDM, which are proportional. The RDM and the

¹Professor Adjunto I da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará-UNIFESSPA, Xinguara-PA, Brasil. jonahtan.melo@unifesspa.edu.br; <https://orcid.org/0009-0005-2233-6239>

²Professores Adjuntos IV, UFNT, Araguaína, TO. e_alexandrino@yahoo.com.br; <https://orcid.org/0000-0002-7689-8633>. clementino@uft.edu.br; <https://orcid.org/0000-0001-7943-7923>. jgsanttos@uft.edu.br; <https://orcid.org/0000-0001-5818-9158>.

³Zootecnista, Dra. em Ciência Animal Tropical. Profa. Titular, Instituto Educacional de Santa Catarina – Faculdade Guarai (IESC-FAG). Guarai, TO. Brasil. nayara_m1@hotmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-4981-5836>.

percentage of colonized roots presented mean values of 1.2 ± 0.14 and 55%, respectively. Higher managed pastures increased the stem component, diluting the N and K contents of the forage, but due to the higher mass per grazing cycle, they occasionally extracted higher values of $N = 127.1$; $P = 10.3$ and $K = 111.3 \text{ kg ha}^{-1}$, which were counterbalanced by the lower number of grazing cycles, resulting in greater extraction of P and K throughout the growing season for 30 and 40 cm pre-grazing heights. The dry mass of roots is proportional to the dry mass of the aerial part of Piatã grass. Pre-grazing heights do not modify root colonization by mycorrhizal fungi. Only the levels of N and K in the forage of Piatã Grass are affected by pre-grazing heights. The variations in the dry mass of forage produced, modify the pattern of extraction of N, P, and K and the annual extraction of N in typical Orthic Quartzarenic Neosol.

Keywords: Mycorrhizal colonization, chemical composition of forage, extraction of N, P, and K.

INTRODUÇÃO

Estima-se que a população mundial em 2050 será de aproximadamente 9 bilhões de habitantes, acompanhada por uma diminuição na pobreza mundial e aumento do consumo de alimentos de países em desenvolvimento e subdesenvolvidos, gerando grande demanda por alimentos a nível global (D'Aurea et al., 2021).

Dentre os principais produtores de proteínas de origem vegetal e animal destaca-se o Brasil com várias commodities. Somente no ano de 2021 o rebanho brasileiro ficou próximo a 200 milhões de cabeças com um abate de 39,14 milhões, produção baseada em pastagens tropicais. Nesse mesmo período, a cadeia produtiva da carne bovina exportou mais de 25% da carne produzida a nível global e movimentou R\$ 49.335,4 bilhões, com uma participação em mais de 9% do PIB nacional em plena pandemia do Coronavírus (COVID-19). A atividade sem sombra de dúvidas é destaque mundial, com o maior rebanho comercial e maior exportador de carne bovina do mundo (Abiec, 2021).

Em um raciocínio simplíssimo, Malavolta (2008) discutiu sobre o futuro da nutrição de plantas tendo em vista os aspectos agrônômicos, econômicos e ambientais. Afirmou que desde um passado assaz e remoto é necessário alimentar o solo, que alimenta a planta, que por sua vez alimenta o animal e concomitantemente o homem. Nesse sentido, afirma: “sem comer, a planta não vive e, se não houver planta, o homem não vive” (Malavolta, 2008). Talvez essas afirmativas sejam conhecimento irrefutável na agricultura que atualmente aplica tecnologias de ponta, alcançando alta produtividade.

Apesar do destaque supracitado, a pecuária brasileira anda a passos lentos com uma produtividade próxima a 4@ ha⁻¹ ano⁻¹ (Abiec, 2021) e, até hoje, falar de adubação de pastagens parece coisa de outro mundo. De fato, a baixa produtividade da pecuária nacional associada aos elevados custos dos fertilizantes, em especial as fontes de N, P e K, com suas reservas a nível global finitas, são fatores que dificultam o ajuste adequado da nutrição mineral em plantas forrageiras para sistemas mais intensificados de produção animal.

Do ponto de vista dos fatores primários de produção, a disponibilidade de luz, temperatura e água normalmente não são tão limitantes na estação chuvosa das regiões tropicais. Entretanto, os neossolos são pobres quimicamente e com pequena

quantidade de matéria orgânica (MO), porque são expostos à lixiviação de nutrientes e a ciclagem por meio da fração MO. No gradiente edáfico, torna-se fundamental a reposição frequente de nutrientes para exploração mais intensiva das plantas forrageiras, podendo a associação de fungos micorrízicos trazer benefícios às plantas.

Apesar de a rizosfera ser amplamente estudada como principal zona de exploração dos pelos radiculares (Costa et al., 2012) responsáveis pela absorção de água e nutrientes, não houve até o momento um estudo que relacionou a frequência de desfolhação com composição mineral nos tecidos da planta e uma possível modificação na colonização por fungos micorrízicos.

Em termos gerais, a composição mineral nos tecidos pode ser variável em função do tipo de solo, adubações realizadas, diferenças genéticas entre espécies, variedades, estações do ano e intervalos de corte. De modo categórico, a idade fisiológica representa o elemento que pode levar a um padrão diferenciado de extração de nutrientes ao longo do ciclo produtivo do capim, principalmente o P que apresenta baixos níveis em solos tropicais e seu fluxo difusivo dificulta o aproveitamento pelas plantas. Por tudo, torna-se de grande importância o estudo sobre a frequência de desfolha do capim-Piatã com objetivo de determinar o momento ideal em que seja mais eficiente em termos de acúmulo de nutrientes.

Nesse contexto, o estudo da *Urochloa brizantha* cv. Piatã (*Syn. Brachiaria brizantha*) é pertinente porque existe poucas informações sobre a dinâmica de utilização de nutrientes por essa planta forrageira. Assim, objetivou-se avaliar a massa de raízes e sua colonização por fungos micorrízicos, a extração e a eficiência de utilização de nutrientes pela fitomassa da *Urochloa brizantha* cv. Piatã manejado intensivamente sob lotação intermitente com diferentes alturas pré-pastejo em Neossolo Quartzarênico Órtico típico em condições tropicais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Federal do Tocantins- UFT, Campus Universitário de Araguaína - TO, com início em 20 de novembro de 2011 e término dos protocolos experimentais em 08 de maio de 2012, na Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, localizada a 07°12'28", Latitude Sul e 48°12'26", Longitude Oeste, com altitude de 236 m em uma pastagem de Capim-Piatã (*Urochloa*

brizantha cv. Piatã) estabelecida no ano de 2009/2010.

O clima da região é AW – Tropical de verão úmido com estação chuvosa definida e período de estiagem no inverno. Apresenta temperaturas

máximas de 40°C e mínimas de 18°C, umidade relativa do ar média anual de 76% e precipitação anual de 1780 mm no ano agrícola de 2012 (Figura 1).

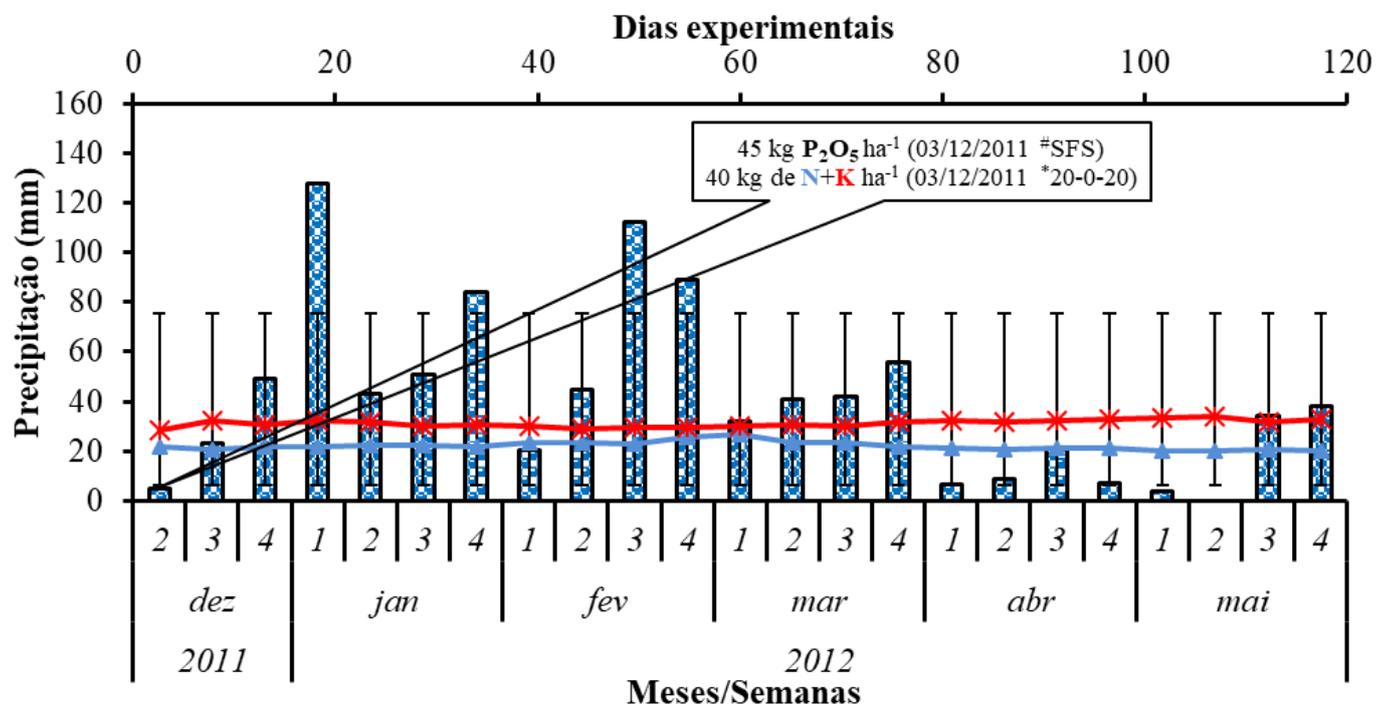


Figura 1. ■ Precipitação (mm); * Temperatura Máxima e ▲ Mínima (°C). Mensurados semanalmente na estação agrometeorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2011/2012), localizada no Campus Universitário de Araguaína - TO. #SFS= superfosfato simples (19% P₂O₅); * = formulado 20% de N-00 de P-20% de K₂O.

Os tratamentos consistiram em três alturas de pré-pastejo, 30, 40 e 50 cm com quatro repetições de sub-piquetes, totalizando 12 unidades experimentais, em delineamento inteiramente casualizado, em uma área de 6,6 hectares (ha) a qual foi dividida em 12 sub-piquetes.

O manejo do pastejo adotado foi a lotação intermitente com ajuste de carga animal e descanso variáveis, com período de pastejo de sete dias, observando meta pós-pastejo próxima a 40% da massa inicial pré-pastejo, conforme Savian et al. (2019) como parâmetro para entrada dos animais. Além da área experimental supracitada, uma área de 2 ha estava disponível para acomodar animais reguladores, os quais eram utilizados como estratégia de regulação da carga animal e, concomitantemente, ajuste coerente da taxa de lotação no ponto e pressão de pastejo ideal.

O solo da área foi classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico típico de acordo com a metodologia de Santos et al. (2018), uma das principais classes de solo do Estado do Tocantins, utilizados na exploração de bovinos de corte, principalmente nas fases de cria e recria. As análises de solo (Tabela 1) foram realizadas no laboratório de solos da UFT, na Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia. A correção da fertilidade do solo, com calagem e adubação, para o estabelecimento da forrageira foi com base na análise química, de acordo com recomendações do Manual de Fertilizantes e Corretivos de Minas Gerais 5ª aproximação (Ribeiro et al., 1999).

A área experimental foi manejada controlando a altura de entrada do dossel por dois anos, período em que foram estudadas as alturas pré-pastejo de 30, 45 e 60 cm (Dim et al., 2015), que serviram de orientação para escolha das alturas a serem estudadas.

Na implantação da área experimental no mês de janeiro do ano 2010 realizou-se correção do solo para elevar a saturação por bases para 60% via calcário dolomítico com PRNT de 80%. Foram aplicados 60 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de P₂O₅ em fundação em uma única vez, 160 kg ha⁻¹ de N e 100 kg ha⁻¹ de K₂O

em superfície, parcelados em duas vezes, sendo essa mesma dose de N, P e K realizada no período chuvoso do ano seguinte sem incorporação. No mês de fevereiro do ano de 2011 foi aplicado 1,3 t ha⁻¹ de calcário (PRNT= 98%), seguindo mesmo protocolo de adubação do ano de 2010.

Tabela 1. Análise química do solo da área experimental, de acordo com as alturas dos pastos de Capim-Piatã.

	pH em H ₂ O	MO	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H+Al
Alturas de entrada	1:2,5	g kg ⁻¹	—	mg dcm ⁻³	—	—	cmol _c dcm ⁻³	—	—
Início (novembro de 2011)									
30	5,10	2,8	2,92	0,001	0,00	0,90	0,63	0,16	1,23
40	4,75	2,4	2,91	0,00	0,00	0,85	0,67	0,06	0,97
50	5,4	2,2	3,62	0,00	0,00	0,92	0,48	0,05	0,79
Final (maio de 2012)									
30	4,45	2,77	0,67	1,99	0,00	0,63	0,86	0,14	2,05
40	4,55	2,13	0,82	2,99	0,00	0,73	0,53	0,31	2,27
50	5,17	2,51	0,77	1,50	0,00	0,76	1,01	0,16	2,27

MO= matéria orgânica; P= fósforo; K= potássio; Na= sódio; Mg= magnésio; Al= alumínio; H+Al= hidrogênio+alumínio

No ano agrícola 2011/2012, o P foi aplicado superficialmente em dose única de 45 kg P₂O₅ ha⁻¹ no dia 03/12/2011, apenas para manutenção da planta forrageira estabelecida. A adubação nitrogenada e a potássica no período pré-experimental foi de 40 kg ha⁻¹, através do formulado 20-0-20. No entanto, o manejo da adubação ao longo dos ciclos de avaliação

foi realizado de forma que as áreas com diferentes tipos de manejo recebessem a mesma quantidade de adubo ao final do ano agrícola. A adubação foi via formulado 20-0-20 próximas a dose de 180 kg de N e K ha⁻¹ ano⁻¹ (Tabela 2) fracionada em 5 vezes para 30 cm, 4 vezes para 40 cm e 3 vezes para 50 cm.

Tabela 2. A adubação nitrogenada e a potássica ao longo do período experimental em função do tempo para atingir a altura de entrada em pastos de Capim-Piatã.

Altura	Nº de Ciclos	PD	PO	kg ha ⁻¹ N e K ₂ O	Nº sub-piquetes usados
30	5	\bar{X} = 23,7	\bar{X} = 6,0	Σ = 179,0	\bar{X} = 3,8
40	4	\bar{X} = 29,2	\bar{X} = 7,1	Σ = 177,0	\bar{X} = 4,3
50	3	\bar{X} = 39,9	\bar{X} = 7,0	Σ = 180,0	\bar{X} = 5,7

PD= período de descanso (dias); PO= período de ocupação (dias).

A altura do pasto foi medida pela distância entre o solo e a curvatura média das lâminas foliares no horizonte dos pastos, usando um bastão graduado em centímetros, onde foram medidos 60 pontos ao acaso em cada sub-piquete, sendo a média utilizada para direcionar o ponto de amostragem para estimar a disponibilidade de forragem, com auxílio de uma moldura de 1,2 x 0,5m (0,6 m²). Toda a forragem contida em seu interior foi colhida rente ao solo e pesadas em laboratório. As avaliações das características agrônômicas: massa seca de lâmina foliar (MSLF); massa seca de colmos (MSC), massa seca de material morto (MSMM) e massa seca total (MST) foram realizadas tanto no pré como no pós-

pastejo. Para determinação da massa seca as amostras de forragem foram pesadas em laboratório e postas para secagem em estufa de ventilação forçada a 65°C por 72 horas.

As características químicas da forragem foram determinadas em amostras retiradas por meio do método pastejo simulado, em todos os ciclos de pastejo na condição de pré e pós-pastejo. As amostras colhidas para as análises foram secas em estufas de ventilação forçada, até peso constante. Em seguida foram processadas em moinho tipo Willey, com peneira de malha 01 mm. Foram determinados os teores de nitrogênio, fósforo e potássio. Para determinação do N total foi utilizado o método

analítico semimicro de Kjeldhal, após digestão sulfúrica. Através da digestão via úmida (nítrico-perclórica) foram determinados os teores de P por meio da espectrofotometria de absorvância e os teores de K por fotometria de chama (Boaretto et al., 2009).

Por meio dos dados de produção de massa seca e dos teores médios de nutrientes (pré e pós-pastejo) determinou-se as quantidades de N, P e K extraídos em kg ha^{-1} conforme Primavesi et al. (2006) de acordo com a equação (Eq.01):

$$\text{EN (kg ha}^{-1}\text{)} = (0,001 \times \text{MST} \times \text{Teor médio do nutriente pré e pós-pastejo (g kg}^{-1}\text{)}) \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde: EN= Extração de Nutriente (kg ha^{-1}); MST= Massa seca total (kg ha^{-1}). A Extração Anual de Nutriente (EAN) foi determinada pela multiplicação dos teores médios de nutrientes pré-pastejo pelos valores da Taxa de Acúmulo de Forragem (TAcF) durante o período experimental (75,3; 107,9 e 108,2 $\text{kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ de MS para 30, 40 e 50 cm de altura de pré-pastejo, respectivamente) e o número de ciclos de pastejo ao longo da estação de crescimento, sem considerar o crescimento do período pré-experimental, conforme segue equação (Eq. 2):

$$\text{EAN (kg ha}^{-1}\text{)} = (0,001 \times \text{TAcF} \times \text{Teor médio do nutriente pré-pastejo (kg ha}^{-1}\text{)}) \quad (\text{Eq.2})$$

Para determinar a massa seca de raízes (MSR) foram feitas coletas de solo na profundidade de 0-20 e 20-40 cm por meio de um “cilindro metálico” de volume conhecido ($r= 3 \text{ cm}$), alocado 10 a 15 cm da planta. Em seguida, as amostras foram lavadas em água corrente com o objetivo de eliminar o excesso de solo aderido e a massa de raízes foi seca em estufa de ventilação forçada por 72 h. A eficiência de adaptação aos intervalos de rebrotação foi determinada pela relação entre a massa seca da parte aérea (MSPA) massa seca radicular (MSRA). No entanto, a eficiência de utilização dos nutrientes N, P e K foi determinada com base na Massa Seca Total em relação a quantidade acumulada de nutrientes na parte aérea durante o ano agrícola, metodologia adaptada (Crusciol et al., 2013) conforme equação (Eq. 3):

$$\text{EUN (kg kg}^{-1}\text{)} = (\text{MST} / \text{Total de N, P e K extraído (kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}\text{)}) \quad (\text{Eq. 3})$$

Onde: EUN= eficiência de utilização dos nutrientes; MST= massa seca total ($\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$).

Para determinar a taxa de colonização radicular por fungos micorrízicos, após as coletas de raízes na camada de 0-20 cm, as raízes foram cuidadosamente lavadas em água corrente e, sequencialmente, um grama de amostra de raiz fresca foi submetida ao método de clarificação com KOH a 5% e posterior coloração com azul de anilina (0,01%), de acordo com metodologia descrita em Colozzi-Filho e Balota (1994). A porcentagem de colonização micorrízica foi determinada pelo método da placa quadriculada em microscópio estereoscópico com aumento de 40x, onde foram avaliados 7.375 fragmentos de raízes ao longo dos ciclos de avaliações, conforme Tabela 2 (5, 4 e 3 ciclos de pastejo para 30, 40 e 50 cm de altura pré-pastejo).

As variáveis-respostas foram submetidas ao teste de normalidade e homocedasticidade das variâncias. Em razão da natureza variável dos intervalos de rebrota ocorridos para as diferentes alturas pré-pastejo não se comparou os ciclos de pastejo como fonte de variação. As variáveis-respostas foram submetidas a análise de variância e as médias foram calculadas utilizando procedimento LSMEANS do pacote estatístico do SAS® (Statistical Analysis System) versão 2.0, e sua comparação realizada em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve variação na massa total de forragem (MST) e na massa de raiz (MSR), incrementando ambas com a elevação da altura do manejo (Figura 2a) em resposta a diferenciação do período de descanso entre as alturas pré-pastejo (30, 40 e 50 cm). Entretanto, independente da altura do capim-Piatã a relação entre parte aérea e sistema radicular foi constante, atingindo valor médio de $1,2 \pm 0,14$, indicando que os mecanismos homeostáticos garantiram a planta plena adaptação ao manejo de desfolhação adotado. Os valores encontrados estão próximos aos observados para o Capim-Marandu com 1,3; admitindo proporcionalidade entre a massa seca de parte aérea e sistema radicular quando a nutrição mineral da planta é adequada (Bonfim-Silva et al., 2013).

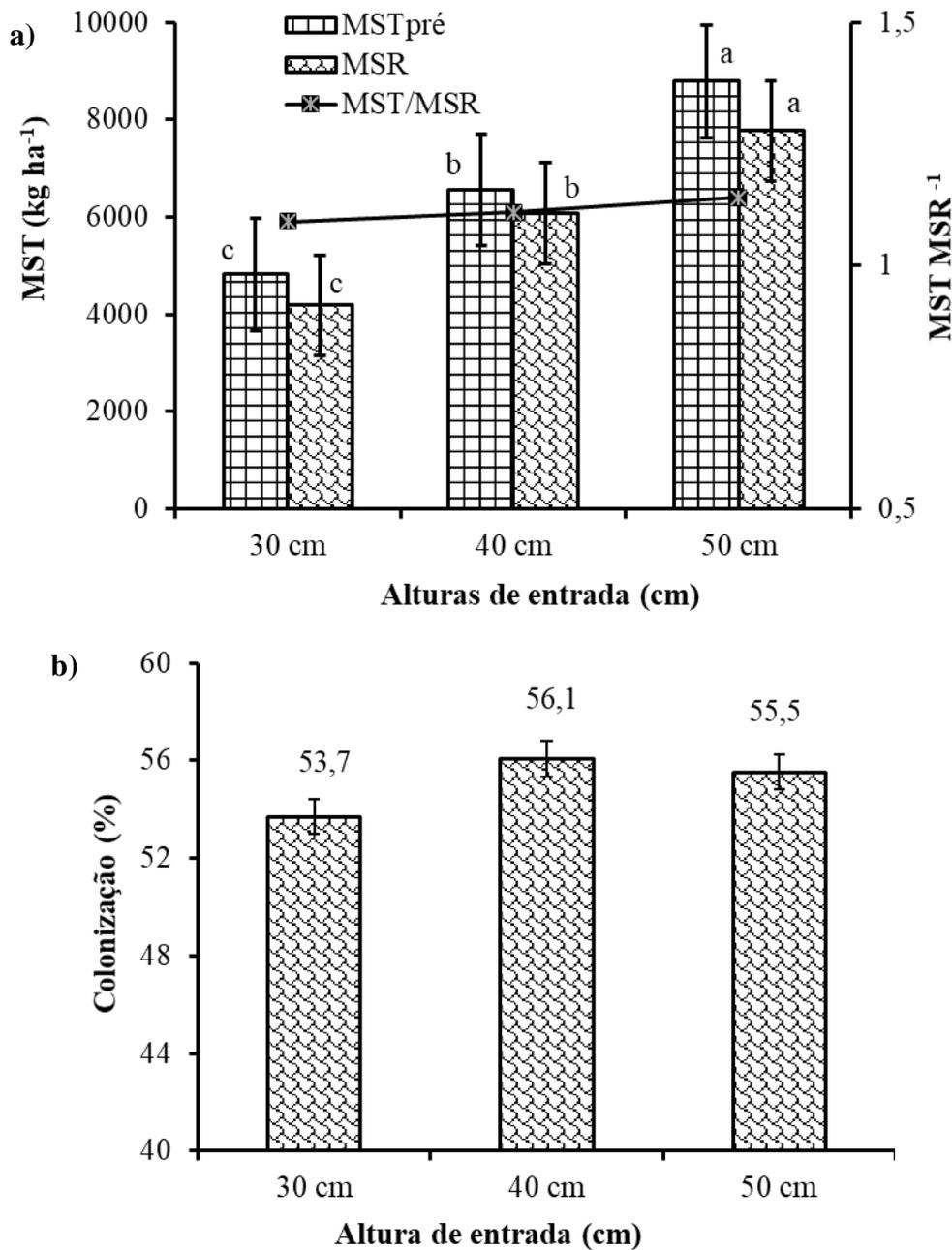


Figura 2. Massa seca total pré-pastejo (MSTpré), massa seca de raiz (MSR) e relação massa seca de raiz com a massa seca total (MST MSR⁻¹) (a). Percentual de colonização micorrízica (%CR) do Capim-Piatã para diferentes alturas pré-pastejo (b). Médias seguidas de letras minúsculas iguais nas barras não diferem estatisticamente pelo Tukey a 5% de probabilidade.

A colonização por fungos micorrízicos do Capim-Piatã não foi responsiva às alturas pré-pastejo (Figura 2b), mesmo assim, entende-se que o percentual de colonização por fungos micorrízicos acima de 50% é considerado elevado para gramíneas não inoculadas, já que valor pouco acima do observado para o estudo, 58,7% foi verificado para o Capim-Marandu inoculado com *A. muricata*, *G. fasciculatum* e *G. margarita* (Costa et al., 2012).

Além disso, ao final do período experimental houve redução dos níveis de P no solo (Tabela 1). Altos valores de colonização micorrízica indicam elevada colonização das células do córtex radicular, aumentando o potencial em produzir hifas externas, tornando a associação eficiente, favorecendo a recuperação de P adicionado ao solo e indicando que a regulação do mecanismo entre a colonização de

raízes está associada ao nível crítico interno de fósforo da planta hospedeira (Costa et al., 2012).

Ressalta-se nesse trabalho que o grande percentual de colonização por fungos ajudou a planta a se adaptar aos intervalos de manejo estudados; entretanto, os fungos micorrízicos são incapazes em solubilizar fósforo não-lábil do solo, podendo até deprimir mais intensamente o fósforo da solução do solo e acessar zonas além daquela sob ação dos pelos radiculares com efetividade absorviva, uma vez que as hifas são mais longas e finas. Por outro lado, recentemente, foram isoladas bactérias fosfato-solubilizadoras em solos capazes de converter formas de P insolúveis para formas solúveis para planta (Kalayu, 2019 e Wan et al., 2020).

Os teores de N na fitomassa do capim variaram de 15,7 a 22,2 g kg⁻¹ de MS e estão na faixa de 16 a 25 g kg⁻¹ de MS, considerada adequada para forragem de capim-piatã (Costa et al. 2020). Os teores de P, tanto no pré como no pós-pastejo não foram alterados pela altura de manejo do pastejo

intermitente, mas os teores de N e K foram reduzidos com a elevação da altura dos pastos (Tabela 3). Esse comportamento nos teores N ao longo da rebrotação do capim tropical já foram observados na literatura (Quintino et al., 2013 e Paula et al., 2012). Pelo menos em parte, essa resposta está relacionada com a mobilidade do nutriente na planta, pela variação na demanda do nutriente ao longo do período de rebrotação associado a um mecanismo de diluição do N e K com a maior produção de biomassa e, por fim, pela instabilidade do nutriente na solução do solo. O teor médio de K (15,0 g kg⁻¹ de MS) na forragem de Capim-Piatã foi inferior ao reportado por Primavesi et al. (2006) na forragem de Capim-Marandu (29,0 g kg⁻¹) mas estão na faixa de 12 a 30 g kg⁻¹ de MS, considerada adequada para gramíneas tropicais (Barreto et al., 2009). Maior teor de potássio foi observado nas folhas do capim-Piatã (34 g kg⁻¹ de MS) apresentando maior potencial quando a adubação nitrogenada é manejada adequadamente (De Moraes et al., 2016).

Tabela 3. Teores médios de N, P e K na forragem de Capim-Piatã na condição pré e pós-pastejo. Extração Média de N (EMN), P (EMP) e K (EMK) e Extração Anual de N (EAN), P (EAP) e K (EAK) pela forragem de Capim-Piatã em relação à altura de entrada no dossel forrageiro⁽¹⁾

Nutrientes	Alturas de entrada (cm)			Média	Pr > F	CV%
	30 *(5)	40 (4)	50 (3)			
-----g kg ⁻¹ de MS-----						
Pré-pastejo						
N	22,2a	18,6b	15,7c	18,8	0,001	5,9
P	1,5	1,3	1,3	1,4	0,190	9,8
K	15,5a	13,5b	13,2b	14,1	0,001	5,0
Pós-pastejo						
N	17,6a	18,0a	14,1b	16,6	0,01	5,8
P	1,18	1,08	1,10	1,12	0,07	5,7
K	13,6a	13,7a	12,3b	13,2	0,001	3,5
-----N (kg ha ⁻¹) -----						
Extração						
EMN	95,0b	120,0a	127,1a	112,8	0,0001	13,0
EAN	191,8b	232,3a	203,1b	209,1	0,005	6,3
-----P (kg ha ⁻¹) -----						
Extração						
EMP	6,1b	7,7b	10,3a	7,9	0,001	14,4
EAP	11,9a	12,7a	9,3b	11,3	0,003	9,1
-----K (kg ha ⁻¹) -----						
Extração						
EMK	70,9c	88,8b	111,3a	88,9	0,001	12,0
EAK	134,8a	133,6a	98,6b	122,3	0,001	5,6

⁽¹⁾Médias seguidas de letras minúsculas iguais na linha não diferem estatisticamente pelo Tukey a 5% de probabilidade. Pr > F= probabilidade do erro tipo 1; CV%= coeficiente de variação. *Entre parêntese corresponde ao número de ciclos de pastejo durante a estação de crescimento.

Grandes quantidades de nutrientes foram extraídas para a formação da massa de forragem e no final do período de crescimento do capim-Piatã o montante de N e K aplicados via adubação estiveram muito próximo de sua extração total anual (Tabela 3). Esse mesmo padrão de resposta já foi reportado por Santos et al. (2013) ao encontrarem extração de 207,9 kg ha⁻¹ de N; 11,3 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹ de P e 208 kg ha⁻¹ de K em seu estudo, confirmando que em solos arenosos quase todos os nutrientes de fontes solúveis são absorvidos pela planta.

Apesar da semelhança no teor de P e diluição nos teores de N e K com a elevação da altura de manejo do capim (Tabela 3), verificou-se que pastos mais altos extraíram maior quantidade de nutrientes, resultado direto da massa de forragem acumulada (Figura 1a), mas a extração anual de N (EAN) foi maior aos 40 cm (Tabela 3), um reflexo da maior taxa de acúmulo de forragem (TAcF) em relação aos pastos de 30 cm e menor diluição desse nutriente que nos pastos de 50 cm. Enquanto a extração anual de P e K foi maior aos 30 e 40 cm, um reflexo direto da melhor eficiência de utilização de P e K nessas estratégias de manejo (Figura 3).

Destaca-se que a planta manejada aos 30 cm mesmo com a variação na massa do sistema radicular em relação aos pastos de 40 e 50 cm, apresentaram mecanismo compensatório que garantiu a igualdade na extração total de nutrientes de menor mobilidade no solo, como o P e K. Esse mecanismo, provavelmente foi facilitado pela concentração desses nutrientes na camada superficial do solo aliado ao mecanismo de proporcionalidade da parte aérea-sistema radicular, associado a elevadas taxas de colonização de fungos, os quais tornam o capim-piatã extremamente eficiente na absorção de nutrientes, em especial o P, mesmo em um solo extremamente arenoso.

As maiores extrações de nutrientes por ciclo nas maiores alturas durante o período de rebrotação compensam apenas parcialmente a eficiência na dinâmica de acúmulo total de nutrientes (Figura 3), pois o maior número ciclos de pastejo na estação de crescimento para os pastos de 40 cm e o não comprometimento do crescimento do capim nessa estratégia de manejo refletiram em maior extração total de P e K e eficiência de utilização dos nutrientes, sugerindo intervalos de rebrotação próximos desse intervalo de manejo para o Capim-Piatã. Santos et al. (2012) ao estudarem variedade de Capim-Elefante na presença e ausência de gesso observaram eficiência

de utilização de P e K de 140 e 150 kg kg⁻¹, valores que são inferiores ao reportado no presente estudo.

No caso do N, o manejo de desfolhação realizado na área em função dos tratamentos (Tabela 2) foi decisivo, pois garantiu maior fracionamento na aplicação de N, e conseqüentemente, proporcionou maior compatibilidade entre a dose aplicada e a capacidade de absorção do N pela planta. Neste sentido, Melo et al. (2015) e Magalhães et al. (2015) chamam a atenção para eficiência de utilização do nitrogênio em sistemas produtivos intensivos, importantes para equacionar a resposta biológica do aproveitamento dos nutrientes aplicados via fertilizantes.

Em Neosolo Quartzarênico Órtico típico deve-se considerar a frequência de aplicação de N, tendo em vista que esse elemento é altamente dinâmico no compartimento solo-planta-atmosfera. Pois adubações com mesma intensidade associado a menor frequência de aplicação (menor altura pré-pastejo) refletem em melhor eficiência de aproveitamento de N para produção de forragem de capim-Piatã. Concomitantemente, aos 30 e 40 cm também foi observado melhor eficiência de utilização de P e K, possivelmente pelo sincronismo entre os nutrientes nestas estratégias que permitem adubações mais frequentes em relação aos pastos de 50 cm que predominam maior tempo de crescimento. Dessa forma, os pastos manejados aos 30 e 40 cm de altura pré-pastejo tendem a maximização da eficiência biológica de utilização dos nutrientes aplicado via fertilizante em massa seca de forragem, o que pode apresentar reflexo bioeconômico importante na produção animal em pastagens.

Além desse fato, decréscimos no valor nutritivo à medida que aumentou a altura do dossel de pastos de capim-Piatã foram reportados por Dim et al. (2015) e Melo et al. (2016), estando tais fatores relacionados aos componentes fibrosos da planta e à lignificação dos componentes da parede celular primária que se torna mais espessa. Assim, a estrutura da planta e o valor nutritivo do capim Piatã são afetados pelas alturas pré-pastejo.

Para melhoria da produção animal em pastos de capim-piatã sugere-se altura de manejo de 31,6±0,9 a 41,7±0,8 cm de altura associado a um pós-pastejo aos 23,4±1,5 até 25,2±1,5 cm. Da mesma forma, os achados de Costa et al. (2020) demonstraram que em níveis críticos, a eficiência de utilização e a recuperação do N em capim-piatã são inversamente proporcionais à elevadas aplicações de

N por ciclo de pastejo, com melhor resposta com aplicação anual de 145,9 kg de N ha⁻¹, mostrando que

os níveis críticos internos de N são reduzidos devido ao aumento da produtividade da forragem.

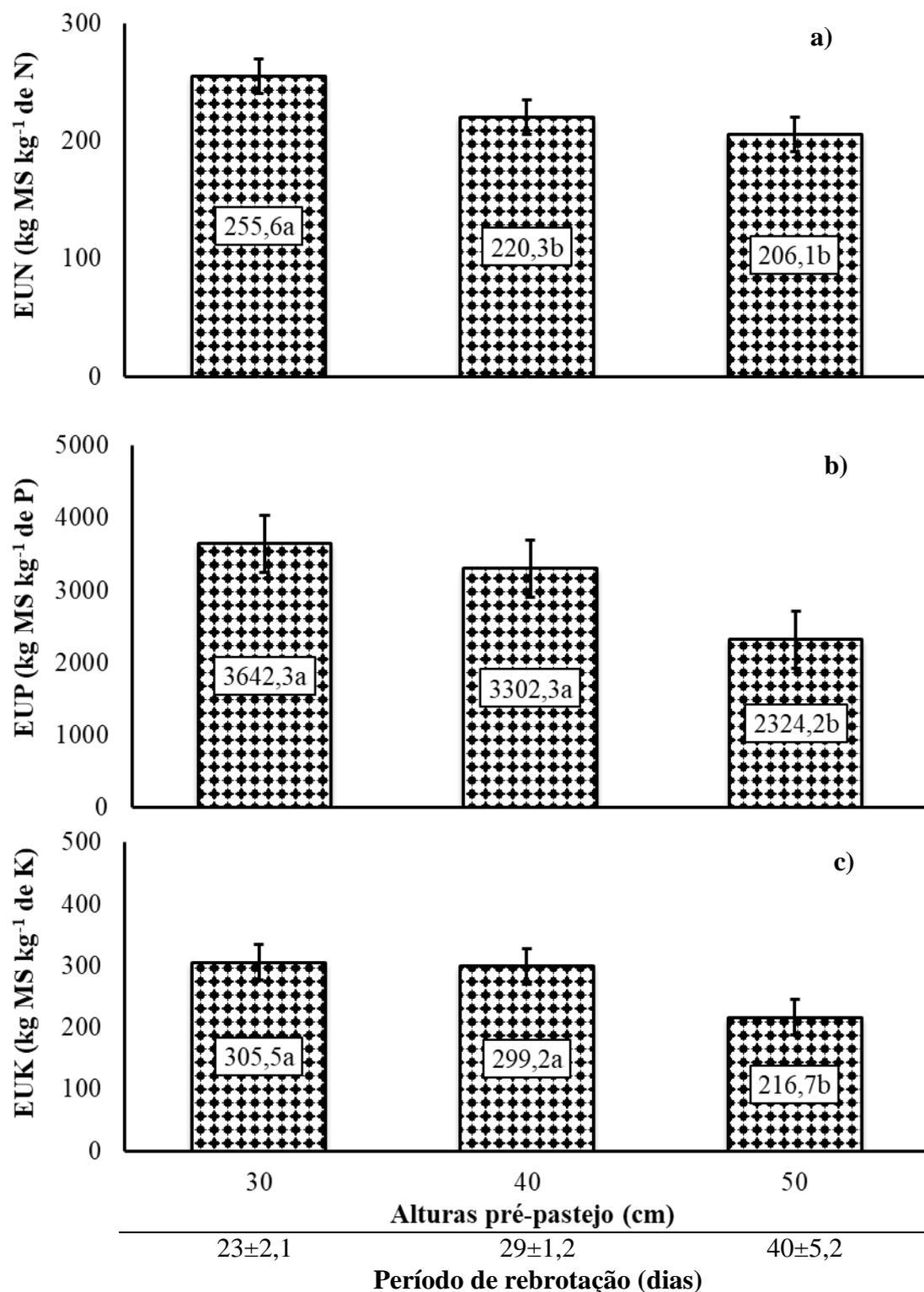


Figura 3. Eficiência de utilização de N, P e K (kg MS kg⁻¹ nutriente extraído) pela fitomassa da forragem de Capim-Piatã em relação à altura de entrada no dossel. (a)= eficiência de uso de N; (b)= eficiência de uso de P; (c)= eficiência de uso de K. Médias seguidas de letras minúsculas iguais nas barras não diferem estatisticamente pelo Tukey a 5% de probabilidade.

Em seus compilados Oliveira et al. (2014) observaram que o capim-Piatã apresenta maior ganho de massa seca por hectare e taxa de lotação animal durante o outono, o que esteve relacionada à maior disponibilidade de MS da forragem. Durante o verão e inverno, o capim-Piatã apresentou melhor valor nutritivo, e os piquetes manejados com baixa altura do pasto proporcionaram maior ganho de peso animal por hectare associados a elevadas taxas de lotação, corroborando integralmente com os resultados aqui apresentados.

Ficou evidente quanto menor é a massa de forragem, mesmo com maior valor nutritivo, menor é o acúmulo instantâneo de nutrientes em razão da pequena variação de nutrientes entre os intervalos de rebrota. Entretanto, maior número de ciclos de pastejo aos 30 e 40 cm refletem em maior padrão de extração de N e melhor eficiência de utilização de P e K.

CONCLUSÃO

A massa seca de raízes apresentou proporcionalidade com a massa seca da parte aérea do capim-Piatã para os intervalos de alturas estudados. As alturas pré-pastejo não modificaram a colonização das raízes por fungos micorrízicos, com percentual de colonização elevado.

Somente os teores de N e K na forragem de capim-Piatã foram afetados pelas alturas pré-pastejo estudadas. As variações na massa seca de forragem produzida modificaram o padrão extração de N, P e K ao longo dos ciclos, a extração anual e a eficiência de utilização de nutrientes em especial o P e K em Neossolo Quartzarênico Órtico típico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes (ABIEC) (2021). **Relatório anual Beef Report - perfil da pecuária brasileira em 2021**. <https://www.abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2021/>
- Boaretto, A. E.; Chitolina, J. C.; Raij, B. V.; Silva, F. C.; Tedesco, M. J.; Carmo, C. A. F. S (2009). **Manual de análises químicas de solo, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília: Embrapa. 120p.
- Bonfim-Silva, E. M.; Cabral, C. E. A.; Silva, T. J. A.; Moreira, J. C. F.; Carvalho, C. S. (2013) Cinza Vegetal: Características Produtivas e Teor De Clorofila do Capim-Marandu. **Bioscience of Journal** 29(5):1215-1225. <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/15073>.
- Colozzi-Filho, A. & Balota, E.L. Micorrizas Arbusculares. In: Hungri, M.; Araujo, R.S (1994). **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola**. Brasília: EMBRAPA-SPI. 418p. <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/199952/manual-de-metodos-empregados-em-estudos-de-microbiologia-agricola>.
- Costa, N.L.; Magalhães, J.A.; Bendahan, A.B.; Rodrigues, A.N.A.; Rodrigues, B.H.N.; Santos, F.J.S. (2020). Response of *Brachiaria brizantha* cv. Piatã pastures to nitrogen fertilization. **Research, Society and Development** 9(3): 1-14. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i3.2498>.
- Costa, N.L.; Paulino, V.T.; Da Costa, R.S.C.; Pereira, R.G.A.; Townsend, C.R.; Magalhães, J.A. (2012). Efeito de micorrizas arbusculares sobre o crescimento e nutrição mineral de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Ciência Animal Brasileira, Goiânia** 13(4): 406-411. <https://10.5216/cab.v13i4.8665>.
- Crusciol, C.A.C.; Nascente, A.S.; Mauad, M.; Silva, A.C.L. (2013). Desenvolvimento radicular e aéreo, nutrição e eficiência de absorção de macronutrientes e zinco por cultivares de arroz de terras altas afetadas pela adubação fosfatada. **Semina: Ciências Agrárias** 34(5): 2061-2076. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n5p2061>.
- Quintino, A.C.; Abreu, J.G.; Almeida, R.G.; Macedo, M.C.M.; Cabral, L.S.; Galati, R.L. (2013). Production and nutritive value of piatã grass and hybrid sorghum at different cutting ages. **Acta Scientiarum** 35(3): 243-249. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v35i3.18016>
- D'Aurea, A.P.; Cardoso, A.D.; Guimarães, Y.S.R.; Fernandes, L.B.; Ferreira, L.E.; Reis, R.A. (2021). Mitigating Greenhouse Gas Emissions from Beef Cattle Production in Brazil through Animal Management. **Sustainability** 13(13): 7207. <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/13/7207>

- Morais, L.P.V.X.C.; Edna, M.; Bonfim-Silva, A. B.; Pacheco, G.J.; Abreu, T.J.A.; Silva, A.C.P. (2016). Nitrogen and potassium in the cultivation of Piatã grass in Brazilian Cerrado soil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** 20(11): 984-989. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n11p984-989>.
- Dim, V.P.; Alexandrino, E.; Santos, A.C.; Mendes, R.S.; Silva, D.P. (2015). Características agronômicas, estruturais e bromatológicas do capim Piatã em lotação intermitente com período de descanso variável em função da altura do pasto. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal** 16(1): 10-22. <https://doi.org/10.1590/S1519-99402015000100002>.
- Kalayu, G. (2019). Phosphate Solubilizing Microorganisms: Promising Approach as Biofertilizers. **International Journal of Agronomy** 1(7): 2-7. <https://doi.org/10.1155/2019/4917256>.
- Magalhaes, J.A.; Carneiro, M.S.S.; Andrade, A.C.; Pereira, E.S.; Rodrigues, B.H.N.; Costa, N.L.; Fogaca, F.H.S.; Castro, K.N.C.; Townsend, C.R. (2015). Composição bromatológica do capim-Marandu sob efeito de irrigação e adubação nitrogenada. **Semina: Ciências Agrárias** 36(2): 933-942. <https://10.5433/1679-0359.2015v36n2p933>.
- Malavolta, E. (208). O futuro da nutrição de plantas tendo em vista aspectos agronômicos, econômicos e ambientais. **Informações Agronômicas** 121(3) 1-10. [http://www.ipni.net/PUBLICATION/IA-BRASIL.NSF/0/577D2D3419C67E5383257A90007EAEFB/\\$FILE/Page1-10-121.pdf](http://www.ipni.net/PUBLICATION/IA-BRASIL.NSF/0/577D2D3419C67E5383257A90007EAEFB/$FILE/Page1-10-121.pdf)
- Melo, J.C.; Alexandrino, E.; Paula Neto, J.J.; Rezende, J. M.; Silva, A.A.M.; Silva, D.V.; Ribeiro, A.K. (2016). Comportamento ingestivo de bovinos em capim-piatã sob lotação intermitente em resposta a distintas alturas de entrada. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal** 17(3): 385-400. <https://doi.org/10.1590/S1519-99402016000300006>.
- Melo, J.C.; Alexandrino, E.; Neto, J.J.P.; Silva, A.A.M.; Neiva, J.N.M.; Rezende, J.M. (2015). Preferência de forragem de Capim-Marandu (*Urochloa brizantha* cv. Marandu) manejado sob lotação intermitente e submetido a doses de nitrogênio na Amazônia legal. **Semina: Ciências Agrárias** 36(4): 2713-2726. <https://10.5433/1679-0359.2015v36n4p2713>.
- Oliveira C.C.; Villela S.D.; Almeida, R.G.; Alves, F.V.; Behling-Neto, A.; Martins, P.G. (2014). Performance of Nellore heifers, forage mass, and structural and nutritional characteristics of *Brachiaria brizantha* grass in integrated production systems. **Tropical Animal Health and Production**, 46(1):167–172. <https://10.1007/s11250-013-0469-1>.
- Paula, C.C.L.; Euclides, V.P.B.; Montagner, D.B. Lempp, B.; Difante, G.S.; Carlotto, M.N. (2012). Estrutura do dossel, consumo e desempenho animal em pastos de capim-marandu sob lotação contínua. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia** 64(1): 169-176. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352012000100024>.
- Primavesi, A.C.; Primavesi, O.; Corrêa, L.A.; Silva, A.G.; Cantarella, H. (2006). Nutrientes na fitomassa de capim-marandu em função de fontes e doses de nitrogênio. **Ciência Agrotécnica** 30(3): 562-568. <https://www.scielo.br/j/cagro/a/HPSMxKDj8N8tpnV7j4SvBWJ/abstract/?lang=pt>
- Ribeiro, A.C.; Guimarães, P.T.G.; Alvarez, V.V.H. (1999). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5ª Aproximação. 5º ed. Vicosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. 359p. <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/555355/cerrado-correcao-do-solo-e-adubacao>

Santos, H.G.; Jacomine, P.K.T.; Anjos, L.H.C.; Oliveira, V.A.; Lumberras, J.F.; Coelho, M.R.; Almeida, J.A.; Araujo Filho, J.C.; Oliveira, J.B.; Cunha, T.J.F.E. (2018). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. In: Santos, H.G. et al. 5. ed., rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p. <https://www.embrapa.br/solos/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1094003/sistema-brasileiro-de-classificacao-de-solos>

Santos, P.M.; Santos, A.C.; Silva, J.E.C. (2013). Resíduo de laticínio em pastagem de capim Mombaça: atributos químicos da forragem e do solo. **Semina: Ciências Agrárias** 34(1): 377-390. <https://10.5433/1679-0359.2013v34n1p377>.

Santos, R.L.; Azevedo, V.M.; Freire, F.J.; Rocha, A.T.; Tavares, J.A.; Freire, M.B.G.S. (2012). Extração e Eficiência de Uso de Nutrientes em Capim-Elefante na Presença de Gesso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 36(2): 497-505. <https://www.redalyc.org/pdf/1802/180222641019.pdf>

Savian, J.V.; Priano, M.E.; Nadin, L.B.; Tieri, M.P.; Schons, R.M.T.; Basso, C.B.; Prates, A.P.; Bayer, C.; Carvalho, P.C. F. (2019) Effect of sward management on the emissions of CH₄ and N₂O from faeces of sheep grazing Italian ryegrass pastures. **Small Ruminant Research** 178(1): 123-128. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2019.08.011>.

Wan, W.; Qin, Y.; Wu, H.; Zuo, W.; He, H.; Tan, J.; Wang, Y.; He, D. (2020). Isolation and Characterization of Phosphorus Solubilizing Bacteria With Multiple Phosphorus Sources Utilizing Capability and Their Potential for Lead Immobilization in Soil. **Frontiers in Microbiology**. 11(1):752. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.00752>.