









Capim marandu sob diferimento em monocultivo e sistema silvipastoril: composição bromatológica e mineral

Marandu grass under deferral in monoculture and silvipastoral system: chemical and mineral composition

Regina Pereira Lages¹ , Antônio Clementino dos Santos² , Mirelle Magalhães Souza² , Raphael Pavesi de Araújo³ , Warley Silva Lino³ , Juliana Silva de Oliveira¹ 

1 Universidade Federal do Tocantins (UFT), Palmas, Tocantins, Brasil

2 Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT), Tocantins, Brasil

3 Instituto Federal do Tocantins (IFTO), Palmas, Tocantins, Brasil

*autor correspondente: regina.lages12@gmail.com

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar as características bromatológicas e minerais do capim Marandu sob diferimento em monocultivo (MC) e em sistema silvipastoril (SSP) com 12 (SSP12) e 18 m (SSP18). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, onde cada sistema foi alocado individualmente. No centro de cada parcela formou-se cada tratamento em fatorial de 3 x 4, composto por três sistemas (MC e SSP12 e SSP18 entre as fileiras das árvores) e quatro períodos de diferimento (60, 90, 120 e 150 dias), perfazendo doze tratamentos com três repetições. Não houve efeito de interação entre os fatores ($p > 0,05$) para proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg). O teor de PB diminuiu com o incremento nos dias de diferimento, mas até os 75 dias atendeu a demanda sugerida para ruminantes. As concentrações de FDN e FDA aumentaram, enquanto os teores de P e K diminuíram com o incremento nos dias de diferimento. A concentração de Mg e Ca não diferiu com os dias de diferimento. No entanto, em relação aos sistemas avaliados houve diferença apenas para Mg, que foi maior em MC e SSP12, diferindo de SSP18. O espaçamento adotado no SSP de 12 e 18m não influencia negativamente o valor nutricional da planta forrageira. O período de diferimento de 75 dias a partir de março favoreceu a concentração de macronutrientes e o teor de PB no capim marandu tanto em MC quanto nos SSP.

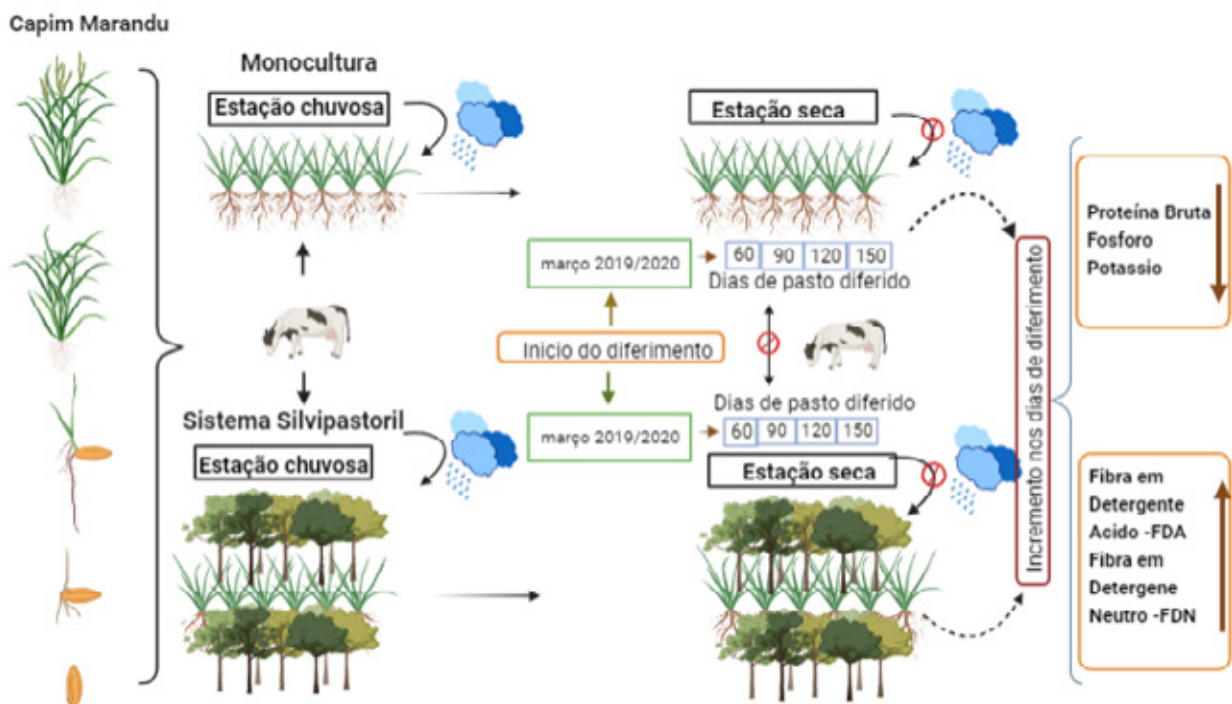
Palavras-chave: grama forrageira; macronutrientes; proteína; sistema diversificado; valor nutritivo.

Abstract: The objective of this work was to evaluate the chemical and mineral characteristics of Marandu grass under deferral in monoculture (MC) and silvipastoral system (SSP) with 12 (SSP12) e 18 m (SSP18). The experimental design was in randomized blocks, where each system was allocated individually. In the center of each plot, each treatment was formed in a 3 x 4 factorial, consisting of three systems (MC, SSP12 and SSP18 m between the rows of trees) and four deferral periods (60, 90, 120 and 150 days), totaling twelve treatments with three replications. There was no interaction effect between the factors ($p > 0.05$) for crude protein (CP), acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber

Recebido: 04 de julho, 2023. Aceito: 28 de novembro, 2023. Publicado: 15 de fevereiro, 2024.

(NDF), phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca) and magnesium (Mg). The CP content decreased linearly with the advancement of the deferral period, but until 75 days, it met the suggested demand for ruminants. The concentration of NDF and ADF increased, while the P and K contents decreased with the increase in the days of deferral. The concentration of Mg and Ca did not differ with the days of deferral. However, concerning, about the evaluated systems, there was a difference only for Mg, which was higher in MC and SPS12, differing from SPS18. The spacing adopted in the SSP of 12 and 18 m does not influence the nutritive value of the forage plant. The 75 days deferral period from March favored the concentration of macronutrients and CP content in marandu grass in MC and SSP.

Keywords: forage grass; macronutrients; protein; diversified system; protein; nutritive



Introdução

A disponibilidade de alimento para os animais criados sob pastejo está sujeito as variações climáticas, que são causas fundamentais no que se refere a sazonalidade da produção de forragem, nesse sentido, o déficit hídrico característico do período de seca, provocam mudanças importantes nas interações da planta com o meio, onde o valor nutritivo das forrageiras e sua composição estrutural (folha, colmo, raiz) sofrem alterações consideráveis ⁽¹⁾.

O diferimento é estratégia de manejo que tem como objetivo acumular forragem para ser fornecida aos animais no período de escassez de alimento, minimizando os efeitos da sazonalidade na produção de forragem marcado pelo déficit hídrico ⁽²⁾. Pastagem diferida por longos períodos geralmente apresentam maior acúmulo de forragem morta em sua composição, trata-se de fração que é mais fibrosa e com menor valor nutricional, como resultado da senescência ⁽³⁾.

As características estruturais da pastagem diferida podem torná-la menos predisponente ao consumo e ao desempenho animal durante o pastejo ⁽⁴⁾, por esta razão o tempo de vedação deve ser planejado. A umidade do solo tem grande impacto na difusão de nutrientes, o que pode diminuir o acesso das plantas a estes ⁽⁵⁾. A análise da pastagem é ferramenta essencial para identificar a insuficiência alimentar, bem como os balanços minerais desfavoráveis, que podem induzir deficiência na planta e por consequência nos animais ⁽⁶⁾.

Como alternativa ao monocultivo (MC) de pastagem, tem sido proposto os sistemas diversificados como os silvipastoris (SSP), que incluem o componente arbóreo, a planta forrageira e os animais em uma mesma área. Este sistema possui características conservacionistas que beneficiam a manutenção do valor nutritivo da forragem ⁽⁷⁻⁸⁾.

Embora suas características favoráveis, algumas limitações podem acometer a gramínea, caso o sistema seja elaborado de maneira inapropriada. O sombreamento em excesso pode limitar o potencial de produção da forragem em SSP ⁽⁹⁾, ocasionando o alongamento foliar como forma de adaptação pela planta ⁽¹⁰⁾, mas também o alongamento de colmo como estratégia da planta na busca por luminosidade ⁽¹¹⁾.

No diferimento de pastagens, ações de manejo que resultem em maiores percentuais de lâmina foliar verde e perfilho vegetativo na pastagem contribuem para melhorar o valor nutritivo da forragem diferida, por estes componentes terem altas concentrações de proteína ⁽¹²⁾. Assim as gramíneas do gênero *Urochloa* são indicadas para o diferimento pois têm menor redução no valor nutritivo ao longo do tempo e ainda possuem a capacidade de adaptar-se fisiologicamente aos ambientes sombreados, como é o caso do capim Marandu ⁽¹³⁾.

Foi levantada a hipótese de que o espaçamento adotado no arranjo do sistema silvipastoril favorecerá o maior aporte nutritivo e composição mineral no capim Marandu submetido a diferentes períodos de diferimento. O objetivo foi avaliar o efeito de diferentes arranjos espaciais entre os renques das árvores de *Eucalyptus urophylla* em SSP aliado a diferentes períodos de diferimento frente aos atributos nutritivos e a composição mineral do capim Marandu.

Material e métodos

O estudo foi desenvolvido na fazenda experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, campus Colinas do Tocantins - TO, localizado na região norte do estado às margens da rodovia BR-153, localizado a uma latitude de 8°05'22" S e a longitude de 48°28' 33" W, à 223 metros de altitude. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo AW (quente e úmido) ⁽¹⁴⁾, com período de estiagem de maio a setembro, apresentando temperatura média anual de 28°C e precipitação pluviométrica média anual de 1.800 mm. Na figura 1 estão apresentados os dados médios de temperatura máxima e mínima e precipitação acumulada mensal no período experimental.

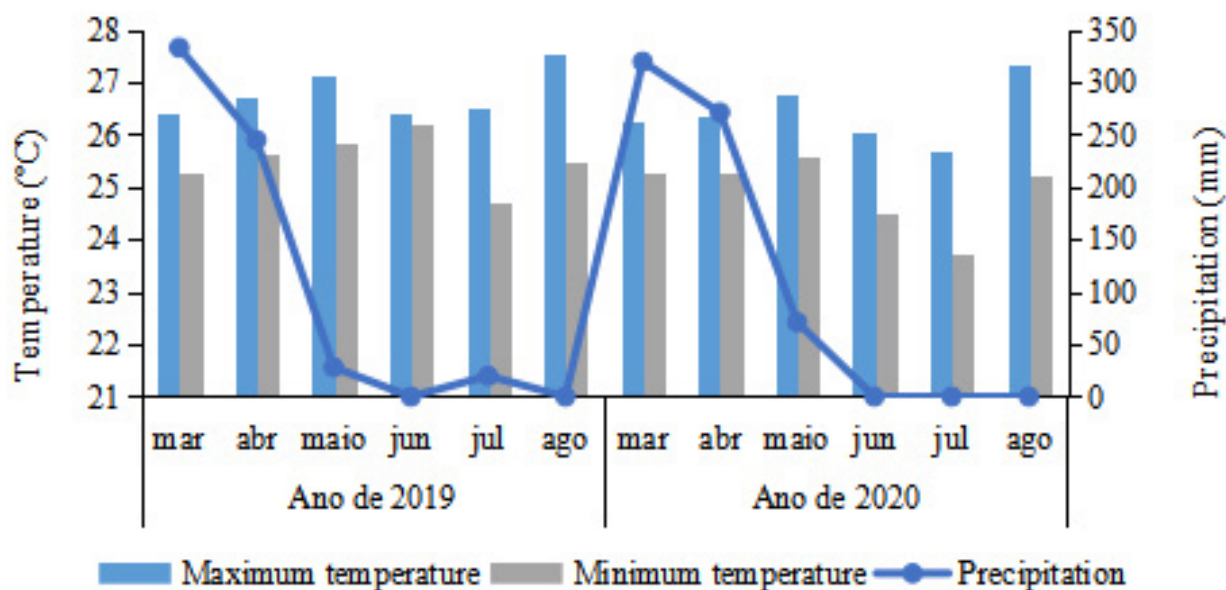


Figura 1 Médias mensais da temperatura máxima e mínima e precipitação pluvial durante os períodos de março a agosto dos anos de 2019 e 2020.

A área total do experimento compreende 2,4 hectares e foi implantada no ano de 2016, com o plantio do *Eucalyptus urophylla* (utilizando mudas de 15 cm) em fileiras posiciodas no sentido leste-oeste, com 2 m entre as árvores dentro das fileiras e 18 (18m x 2m) e 12 m (12 m x 2m) entre as fileiras dentro dos renques das árvores que possuíam aproximadamente 15 a 18 m de altura. Neste mesmo ano e espaço foi implantado o capim *Urochloa brizantha* (*Hochst. Ex. A. Rich.*) *Stapf* cv. Marandu.

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso, onde cada sistema foi alocado individualmente. No centro de cada parcela (670 m²) formou-se cada tratamento em fatorial de 3 x 4, composto por três sistemas (monocultivo e silvipastoril com 12 e 18 m entre as fileiras das árvores) e quatro períodos de diferimento (60, 90, 120 e 150 dias) perfazendo doze tratamentos com três repetições, totalizando 36 parcelas.

O experimento foi realizado de março a agosto de 2019 e 2020. A coleta de solo foi realizada na camada de 0-20 cm de profundidade para caracterização físico-química do solo (Tabela 1), que foi classificado como um Neossolo Quartzarênico Órtico típico ⁽¹⁵⁾.

Tabela 1 Características químicas das amostras de solo da área experimental coletadas na profundidade de 0-20 cm.

Sistema	pH	MO	P (Mehl.)	Ca	Mg	K	H + Al	SB	CTC	V
	CaCl ₂	g dm ⁻³	Mg dm ⁻³	-----cmolc dm ⁻³ -----						%
SSP 12 m	4,9	16	0,9	1,1	0,8	0,01	1,7	1,9	3,6	53
SSP 18 m	4,9	16	0,9	1,1	0,8	0,01	1,7	1,9	3,6	53
Monocultura	4,7	13	0,9	1,8	0,6	0,07	1,9	2,4	4,4	56

SSP – sistema silvipastoril; M.O – matéria orgânica; SB – soma de bases; CTC – capacidade de troca catiônica; V – saturação de bases.

Em 16 de março de 2019 e 2020 respectivamente, foi realizado o corte de uniformização das áreas de pastagens a 20 cm do solo utilizando roçadeira costal. Foi realizada adubação de manutenção, em dose única para cada ano de avaliação (2019 e 2020), considerando a exigência nutricional da gramínea e o nível tecnológico do sistema descrito por Santos *et al.*⁽¹⁶⁾, foi aplicado 50 kg ha⁻¹ de nitrogênio (N), tendo como fonte a ureia, 70 kg ha⁻¹ de fósforo (P) na forma de superfosfato simples (P₂O₅) e adubação potássica com aplicação de 50 kg ha⁻¹ cloreto de potássio (K₂O), a fim de repor os nutrientes para o pleno desenvolvimento da gramínea.

Foram realizadas três amostragens por parcela, utilizando-se quadro metálico de 0,25 m² (lançado duas vezes em pontos uniformes) para coletar toda a massa de forragem contida em seu interior, respeitando a altura de resíduo de 20 cm. A forragem foi acondicionada em sacos plásticos, pesada e levada ao laboratório para prosseguir os procedimentos de análises.

Foi separada alíquota da forragem coletada, que foi acondicionada em sacos de papel, identificados, pesadas em balança eletrônica e submetidas à pré-secagem em estufa com circulação de ar forçada, a 55°C por 72 horas ou até peso constante. Após o período de secagem, as amostras foram novamente pesadas para conhecimento da massa seca. Após a pesagem a amostra foi moída em moinho de facas tipo Willey, utilizando uma peneira de 1 mm e separada em duas alíquotas. Após a moagem das alíquotas da forragem foi analisada quanto aos teores de nitrogênio total (proteína bruta – PB) pelo método Kjeldahl, fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) seguindo a metodologia proposta por Van Soest, descrita por Detmann *et al.*⁽¹⁷⁾.

A segunda alíquota das amostras foi colocada em cadinhos de porcelana e incineradas em forno tipo mufla elétrico a temperatura entre 500 e 550°C, as cinzas resultantes da queima na mufla foram analisadas por via seca quanto aos tores de fósforo (P) por colorimetria de azul de molibdênio, potássio (K⁺) por espectrometria de emissão atômica, cálcio (Ca²⁺) e magnésio (Mg²⁺) por titulação com EDTA, seguindo metodologia descrita por Nogueira *et al.*⁽¹⁸⁾.

Os dados foram submetidos a teste de normalidade e homocedasticidade. O efeito de ano foi incluído no modelo estatístico para realizar as análises. Foram realizadas teste de médias para as variáveis qualitativas e análise de regressão para os períodos de diferimento. Todas as análises estatísticas foram realizadas em nível de significância de até 5% de probabilidade usando o programa de análise estatística e design de experimentos - SISVAR⁽¹⁹⁾.

Resultados e discussão

Não houve efeito de interação entre os sistemas avaliados e o período de diferimento para nenhuma das variáveis analisadas ($p > 0,05$). O teor de proteína bruta reduziu de forma linear com o aumento do período de diferimento ($p < 0,05$). A alteração no valor nutritivo da forragem frente aos dias sob diferimento já era esperada (Figura 2), em razão das mudanças estruturais e fisiológicas que acometem a gramínea diferida.

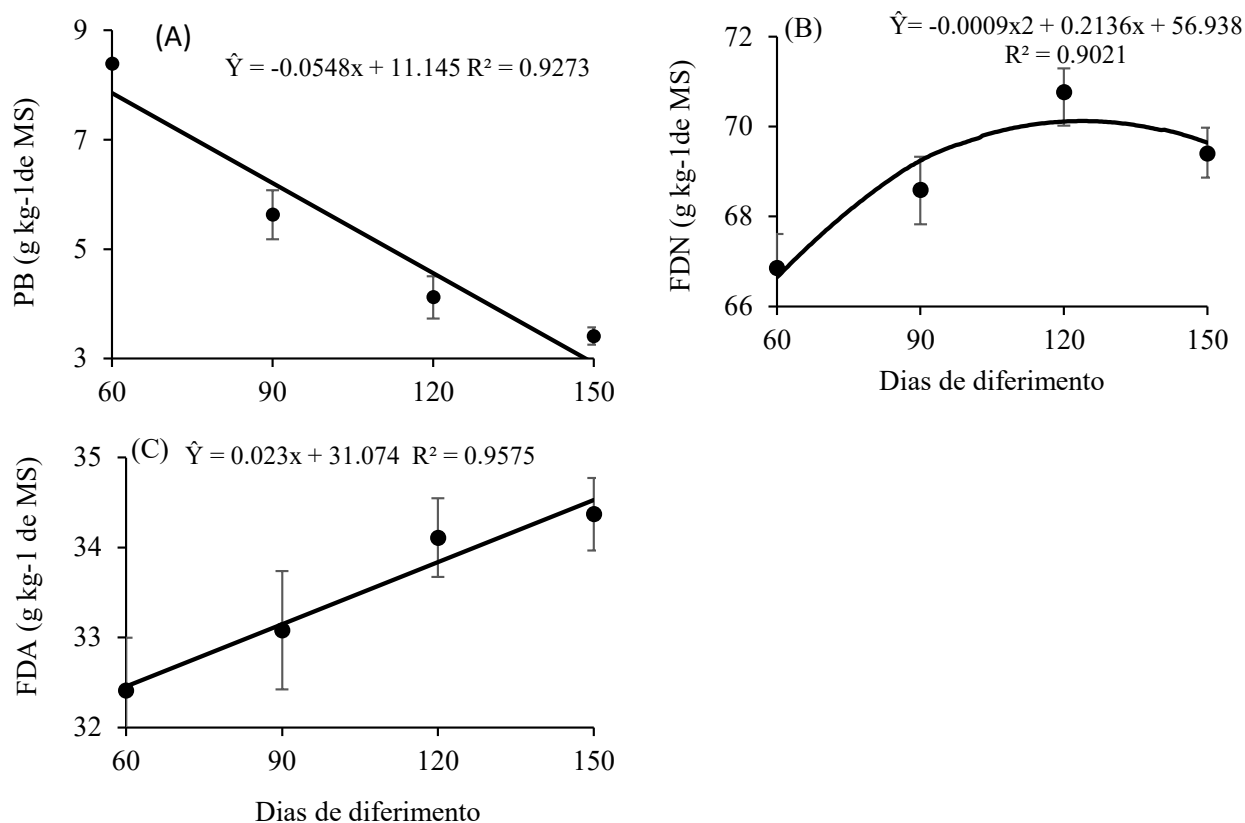


Figura 2 Teor de Proteína Bruta - PB (A); Fibra em detergente Neutro – FDN (B); e fibra em detergente ácido - FDA (C) do capim Marandu sob dias de diferimento em sistema silvipastoril e monocultivo.

A gramínea que permanece por longo período exposto a escassez hídrica apresenta maiores massas de tecidos mortos, esta transformação ocorre de maneira acelerada como consequência do déficit hídrico (Figura 1), e compromete o valor nutritivo da forragem, que reduz de forma considerável ⁽²⁰⁾.

Os valores de PB elevados no início do período de vedação, ocorreram em virtude da relevante participação dos componentes verdes na forragem, como folhas e perfilhos. Estes componentes têm desenvolvimento propiciado pelas condições favoráveis, como a disponibilidade hídrica presente no solo que na fase inicial do diferimento, uma vez que as concentrações de PB da forragem possam variar com a precipitação e a temperatura ⁽²¹⁾. Tecidos jovens como perfilhos possuem alta concentração de PB, isto porque contêm menores proporções de carboidratos estruturais⁽²²⁾, que por sua vez aumentam a medida que a planta se desenvolve e requer um maior aporte de tecidos que possibilitem sustentar a planta em porte ereto.

Quando exposto ao déficit hídrico e ao aquecimento do solo, as trocas gasosas, a produção de biomassa e a qualidade da forragem serão prejudicadas, aumentando o teor de fibra e reduzindo o teor de proteína, assim como a digestibilidade da forragem ⁽²⁰⁾. Os teores de PB até os 75 dias de diferimento atendem a exigência nutricional mínima dos microrganismos ruminais que é de 7% na massa seca da forragem ⁽²¹⁾, após este período o consumo da forragem resultaria em baixo desempenho dos animais em pastejo.

Em sistemas integrados, Pezzopane *et al.* ⁽⁷⁾ observaram efeitos positivos do sombreamento sob a qualidade da gramínea, de modo que a aproximação com a copa das árvores, resultaram em maiores teores de PB. Em um ambiente de cultivo consorciado, Sousa *et al.* ⁽²³⁾ encontraram 37% a mais no conteúdo de PB na forragem quando comparado aos valores de monocultivo. No entanto, no presente estudo, os resultados diferem dos reportados por estes autores. Esse comportamento pode ser atribuído a idade do eucalipto (entre 3 e 4 anos), com a copa pouco desenvolvida (entre 15 e 18 m de altura), considerando o espaçamento adotado, assim o sombreamento imposto pelas árvores não foram capazes de alterar o valor nutricional da gramínea.

Apesar do ambiente sob a copa das árvores reduzirem as perdas por transpiração, o que contribui para que a gramínea permaneça por maior período verde, com reflexo positivo na qualidade nutricional da forragem. Os resultados indicam que as condições climáticas (seca) característico da época em estudo, certamente aumentou a proporção de material senescente, eliminando as diferenças entre a monocultivo e sistemas sombreados e reduzindo o conteúdo de PB da pastagem em todos os sistemas (Figura 2), comportamento semelhante foi observado por Pezzopane *et al.* ⁽⁷⁾.

A concentração de FDN teve efeito quadrático e FDA aumentou com o incremento do diferimento ($p < 0,05$; (Figura 2B e C), esses dois componentes atuam de maneira antagônica em relação as concentrações de PB. De acordo com o ciclo de crescimento natural, as plantas forrageiras carecem de adaptações fisiológicas que conduzem à síntese de tecidos estruturais, como massa de colmo com alto conteúdo de FDN e FDA ⁽²⁴⁾, pois dentre os componentes morfológicos verdes as folhas possuem o maior valor nutricional ⁽²⁵⁾. Assim como os tecidos estruturais, a senescência dos tecidos reduz a participação de componentes potencialmente digestíveis e reduz a qualidade nutricional da forragem ⁽²⁻³⁾.

No sistema silvipastoril, era esperado que o sombreamento pudesse aumentar o teor de PB e reduzir FDN, como verificado por Paciullo *et al.* ⁽²⁴⁾. No entanto, no presente estudo não houve efeito dos sistemas para essas variáveis, resultados semelhantes foram observados por Silva ⁽²²⁾, onde os teores de FDN e PB não diferiram entre o monocultivo e o sistema silvipastoril avaliados no período seco, mas apresentaram maiores concentrações em ambos os sistemas no período chuvoso.

A digestibilidade da forragem tem relação direta com sua composição, a medida em que o teor de PB diminui as fibras aumentam⁽¹⁾. Os resultados indicam que o incremento nos dias de diferimento favorece uma composição morfológica que aumenta a senescência dos tecidos, reduzindo seu valor nutritivo e ainda propicia também a seleção por parte dos animais em pastejo, em razão da preferência pelo consumo de folhas vivas ⁽⁴⁾. A redução do período de diferimento é a estratégia de manejo mais indicada se o objetivo for manter a pastagem com o melhor valor nutricional possível durante a vedação.

A composição química e a digestibilidade das forrageiras variam, entre outros fatores, com a espécie, o estágio de maturidade e os fatores climáticos, com a escassez hídrica. A temperatura desempenha papel crucial sobre a qualidade da forragem, pois as plantas que

se desenvolvem sob condições com elevadas temperaturas, como no verão, têm suas atividades metabólicas aceleradas, o que causa decréscimo no conjunto de metabólitos do conteúdo celular, onde os produtos fotossintéticos são rapidamente convertidos em componentes estruturais e resultam em aumento na lignificação da parede celular ⁽²¹⁾.

Os 150 dias de pastagem diferida coincidiram com as maiores temperaturas (superior a 27° C) registradas nos dois anos avaliação. As plantas forrageiras cultivadas em regiões mais quentes e mais secas geralmente possuem menor valor nutritivo, indicado por maior fibra, maior lignina e menor teor de proteína, fazendo com que se tornem menos digeríveis do que aquelas cultivadas em regiões mais frias e úmidas ⁽¹⁾.

No sistema silvipastoril o sombreamento moderado não interfere na capacidade de suporte da pastagem, no valor nutritivo, no consumo de matéria seca, e no desempenho animal, quando comparado com o monocultivo ⁽²⁶⁾, logo, as variações nos teores de PB, FDN e FDA encontradas nesse estudo, estão mais relacionados com o período de diferimento e a estação seca do ano ⁽²⁷⁾.

Os teores de P e K diminuíram com o aumento do diferimento ($p < 0,05$) (Figura 3). O incremento no diferimento fez com a planta interrompesse a absorção de nutrientes, indicando que o déficit hídrico pode ter acelerado a senescência, assim como a indisponibilidade dos nutrientes na solução do solo.

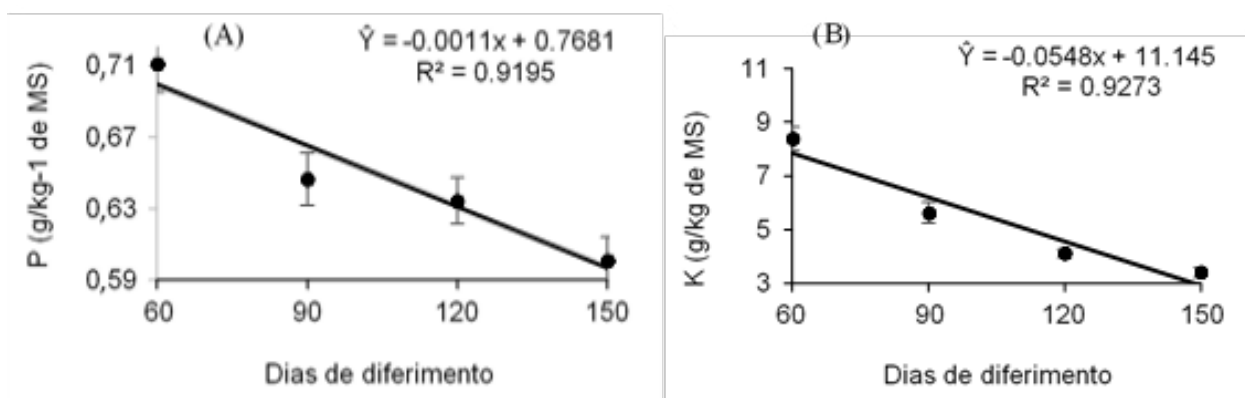


Figura 3 Teor fósforo (P) (A) e potássio (K) (B) do capim Marandu sob dias de diferimento em um sistema silvipastoril e monocultivo.

O sombreamento imposto pelo componente arbóreo pode aumentar o conteúdo de P nas forrageiras tropicais ⁽²⁸⁾, contudo este comportamento não foi observado (Figura 3 A). Dessa forma o estresse hídrico reduz a absorção de P, causando a limitação desse nutriente nas plantas ⁽⁵⁾. Isto porque a absorção de P se dá através de movimento do nutriente no solo que é governado pelo fenômeno da difusão, caracterizado pelo movimento de íons a favor de um gradiente de concentração, o processo de difusão depende da água ⁽²⁹⁾.

No início do diferimento devido as altas taxas metabólicas que estão ocorrendo no período de desenvolvimento da planta, têm-se maior absorção dos nutrientes, mas com o avanço no estágio de desenvolvimento da planta faz com que ocorra a diluição dos nutrientes.

Devido à maturação dos tecidos vegetais, a concentração dos componentes potencialmente digeríveis, incluindo carboidratos solúveis, proteínas e os minerais tende a diminuir ⁽³⁾.

O decréscimo em função do incremento do diferimento para os teores de K (Figura 3 B), pode ser explicado pelo declínio da produtividade da forrageira, causado pela baixa síntese de novos tecidos e crescimento dos já existentes, indicando que os fatores ambientes atuaram como limitantes a absorção por parte da gramínea. O sombreamento teve efeito significativo para os teores de K avaliando o capim *Urochloa brizantha* de acordo com Castro et al. ⁽²⁸⁾, no entanto, não foi encontrado resultado semelhante.

Em condições de seca, a condutância estomática, a taxa de transpiração e a fotossíntese são frequentemente diminuídas, levando a absorção reduzida de nutrientes e acúmulo de biomassa ⁽²⁰⁾. A composição mineral das folhas é importante para a qualidade nutricional e digestibilidade das espécies forrageiras utilizadas na pecuária, pois os animais obtêm energia e nutrientes em sua maior parte oriunda das folhas, o que pode afetar o desempenho animal ⁽³⁰⁾.

Muitas pastagens contêm concentrações de Ca, Mg, Na e K que são baixos ou desequilibrados para ruminantes ⁽³¹⁾. Por exemplo, a exigência de novilho com 350 kg e ganho diário de peso de 0,5 kg iria requerer forragem com: N = 11,2; P = 0,5; K = 6,0; Ca = 1,2; Mg = 1,0 g kg⁻¹ de matéria seca ⁽³²⁾. Neste estudo os valores de P e K foram supridos, no caso do K a condição ótima ocorreu até os 80 dias de diferimento.

Em virtude do baixo desempenho das pastagens em fornecer os nutrientes adequados na época seca ⁽³³⁾, os animais perdem peso ou tão pouco mantêm o peso já adquirido. Por esse motivo, é comum a suplementação dos animais em pastejo, sobretudo no período com baixa produção de forragem. As concentrações relativamente baixas de nutrientes na forragem de verão podem ser atribuídas às condições quentes e secas, que reduzem a demanda e absorção de nutrientes pelas plantas.

A concentração de Mg e Ca não diferiram sob o período de diferimento, mas em relação aos sistemas avaliados houve diferença somente para Mg ($p < 0,05$; Tabela 2). O Mg não diferiu entre PS e SSP12, ambos expressaram maiores valores em relação ao observado para o SSP18. A concentração de Mg na gramínea forrageira pode variar 1,2-2,2 g kg⁻¹ de MS ⁽³⁴⁾, com base em nutrição adequada. Os valores aqui observados estão abaixo dos reportados por esses autores.

O Mg compõe a molécula de clorofila, e é essencial para as reações fotoquímicas e metabólicas das plantas, sendo também de grande importância para os ruminantes, isso porque a deficiência ou baixa disponibilidade provoca desordem nutricional, denominada tetania ⁽²⁸⁾.

Tabela 2 Teores de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) do capim Marandu em monocultivo e sistema silvipastoril com 12 (SSP12) e 18 m (SSP18) entre os renques das árvores.

Sistema	Ca (g kg ⁻¹ de MS)	P-Valor	Mg (g kg ⁻¹ de MS)	P-Valor
Monocultivo	0,48 A		0,59 A	
SSP12 m	0,48 A	<0,0769	0,57 A	<0,0004
SSP18 m	0,42 A		0,40 B	

Média	0,46	0,59
CV (%)	15,84	20,73

A planta exibe mecanismo como reposta ao período de escassez hídrica, com a senescência, que reduz a necessidade de nutrientes, visto que o metabolismo tende a desacelerar nesse estágio. O aumento na disponibilidade e absorção dos nutrientes está diretamente relacionado ao aumento no crescimento e a produtividade ⁽³⁴⁾.

Sob o déficit hídrico do solo, as raízes não são incapazes de obter quantidades necessárias de nutrientes do solo, resultando em distúrbios metabólicos e efeitos negativos no crescimento das plantas ⁽³⁵⁾. O efeito prejudicial da seca na produção de biomassa está associado a uma redução na absorção de macronutrientes, como N, P, K, Ca e Mg ⁽⁵⁾.

Conclusão

Os resultados obtidos em nosso trabalho sugerem que o capim Marandu pode ser utilizado em consórcio como em sistema silvipastoril com disposição de 12 e 18 m entre fileiras de árvores plantadas no sentido Leste-Oeste sem que essa arranjo influencie negativamente o valor nutricional da planta forrageira. O período de diferimento de 75 dias a partir de março favoreceu a concentração de macronutrientes e o teor de PB no capim marandu tanto em MC quanto nos SSP.

Declaração de conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Contribuições do autor

Conceitualização: R. P. Lages e A. C. Santos. *Curadoria de dados:* R. P. Lages. *Análise formal:* R. P. Lages. *Aquisição de financiamento:* A. C. Santos. *Investigação:* R. P. Lages, R. P. Araújo e W. S. Lino. *Administração do projeto:* R. P. Lages. *Metodologia:* R. P. Lages, A. C. Santos e R. P. Araújo. *Recursos:* A. C. Santos. *Supervisão:* A. C. Santos e R. P. Araújo. *Visualização:* R. P. Lages. *Redação (rascunho original):* R. P. Lages. *Redação (revisão & edição):* R. P. Lages, A. C. Santos, R. P. Araújo, M. M. Souza e J. S. Oliveira.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) - (132346/2019-2). Este estudo foi financiado em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Brasil (CAPES) Código Financeiro 001.

Referências

1. Lee MA. A global comparison of the nutritive values of forage plants grown in contrasting environments. *Journal of Plant Research* [Internet]. 2018;131(4):641–54. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6015622/>. <https://doi.org/10.1007/s10265-018-1024-y>
2. Rodrigues Júnior CT, Carneiro MSS, Magalhães JÁ, Pereira ES, Rodrigues BHN, Costa NL, Pinto MSC, Andrade AC, Pinto AP, Fogaça FHS, Castro KNC. Produção e composição bromatológica do capim-Marandu em diferentes épocas de diferimento e utilização. *Semina: Ciências Agrárias*, 2015; 36(3): 2141-2154. DOI: 10.5433/1679-0359.2015v36n3Supl1p2141
3. Di Loreto R, De Abreu JG, Da Silva Cabral L, Neto AB, Ferreira LMM, Cabral CE. A, Barros LV, De Favare HG, Herrera DM, & Herrera LDS. Nitrogen Fertilization of Marandu Palisadegrass under Different Periods of Deferment. *Journal of Experimental Agriculture International*, 2019;1-8. <https://doi.org/10.9734/jeai/2019/v34i230172>

4. Santos ADD, Fonseca DMD, Sousa BMDL, Santos MER, & Carvalho AND. Pasture structure and production of supplemented cattle in deferred signalgrass pasture. *Ciência Animal Brasileira*, 2020;21. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-6891v21e-43578>
5. Viciado DO, de Mello Prado, R., Martinez, CA, Habermann, E, Branco, RBF, de Cássia Piccolo, MC, ... & Tenesaca, LFL. Water stress and warming impact nutrient use efficiency of Mombasa grass (*Megathyrsus maximus*) in tropical conditions. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 2020;207(1):128-138. <https://doi.org/10.1111/jac.12452>
6. Knowles SO, Grace ND. A recent assessment of the elemental composition of New Zealand pastures in relation to meeting the dietary requirements of grazing livestock, *Journal of Animal Science*. 2014;92(1):303-310. <https://doi.org/10.2527/jas.2013-6847>
7. Pezzopane JRM, Bernardi ACDC, Azenha MV, Oliveira PPA, Bosi C, Pedroso ADF, & Esteves SN. Production and nutritive value of pastures in integrated livestock production systems: shading and management effects. *Scientia Agricola*, 2020;77(2). <https://doi.org/10.1590/1678-992x-2018-0150>
8. Lima MA, Paciullo DSC, Morenz MJF, Gomide CAM, Rodrigues RAR, Chizzotti FHM. Productivity and nutritive value of *Brachiaria decumbens* and performance of dairy heifers in a long-term silvopastoral system. *Grass Forage Science*. 2019;74:160- 170. <https://doi.org/10.1111/gfs.12395>
9. Lopes CM, Paciullo DSC, Araújo SAC, Gomide CDM, Morenz MJF, & Villela SDJ. Massa de forragem, composição morfológica e valor nutritivo de capim-braquiária submetido a níveis de sombreamento e fertilização. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 2017;69:225-233. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-9201>
10. Gomes FJ, Pedreira BC, Santos PM, Bosi C, Lulu J, Pedreira CG. Microclimate effects on canopy characteristics of shaded palisadegrass pastures in a silvopastoral system in the Amazon biome of central Brazil. *European Journal of Agronomy*. 2020;115. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2020.126029>
11. Paciullo DSC, Fernandes PB, Gomide CADM, Castro CRTD, Sobrinho FDS, & Carvalho CABD. The growth dynamics in *Brachiaria* species according to nitrogen dose and shade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 2011;40(2):270-276. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982011000200006>
12. Santos MER, Da Fonseca DM, Balbino EM, Da Silva SP, & Monnerat JDS. Nutritive value of tillers and morphological components on deferred and nitrogen fertilized pastures of *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 2010;39(9):1919-1927. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982010000900009>
13. Gomes FJ, Pedreira CG, Bosi C, Cavalli J, Holschuch SG, Mourão GB, Pereira DH & Pedreira BC. Shading effects on Marandu palisadegrass in a silvopastoral system: Plant morphological and physiological responses. *Agronomy Journal*. 2019;111(5): 2332-2340. <https://doi.org/10.2134/agronj2019.01.0052>
14. Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, Goncalves JLM, Sparovek G. Koppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*. 2013;22:711-728. doi:10.1127/0941-2948/2013/0507
15. Santos HG, Jacomine PKT, Dos Anjos LHC, De Oliveira VA, Lumbreiras JF, Coelho MR, Almeida JA, Araújo Filho JC, Oliveira JB, Cunha TJF. Sistema brasileiro de classificação de solos. 5a ed. Brasília, DF: Embrapa; 2018. ISBN 978-85-7035-800-4
16. Santos, PM, Primavesi, OM e de Bernardi, AC (2010). "Adubação de pastagens", in *Bovinocultura de Corte*, Vol. I, ed. AV Pires (Piracicaba: FEALQ), 459-472.
17. Detmann E, Souza MA de, Valadares Filho SC, Queiroz AC de, Berchielli TT, Saliba EOS, Cabral LS, Pina DS, Ladeira MM, Azevedo JAG. Métodos para Análise de Alimentos. Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal. (Suprema, Visconde do Rio Branco). 2012. https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-PT&as_sdt=0,5&cluster=6445759221320748304
18. Nogueira ARA, Souza GB. Manual de laboratório: Solo, Água, Nutrição Vegetal, Nutrição Animal e Alimentos. 1a ed. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste. 2005. 334 p. <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1154460>
19. Ferreira, DF. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e agrotecnologia*. 2011; 35: 1039-1042. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>
20. Habermann E, De Oliveira Dias EA, Contin DR, Delvecchio G, Viciado DO, De Moraes MA, De Mello Prado R, De Pinho Costa KA, Braga MR, & Martinez CA. Warming and water deficit impact leaf photosynthesis and decrease

forage quality and digestibility of a C4 tropical grass. *Physiologia Plantarum*, 2019;165(2): 383– 402. <https://doi.org/10.1111/ppl.12891>

21. Van Soest PJ. Nutritional ecology of the ruminant. Ithaca, NY: Cornell University Press, 1994. 476p. <https://www.bibliotecaagptea.org.br/zootecnia/nutricao/livros/NUTRICA0%20DE%20RUMINANTES.pdf>

22. Silva FS, Domiciano LF, Gomes FJ, Sollenberger LE, Pedreira CG, Pereira DH, & Pedreira BC. Herbage accumulation, nutritive value and beef cattle production on marandu palisadegrass pastures in integrated systems. *Agroforestry Systems*, 2020; 94(5):1891-1902, 2020. <https://doi.org/10.1007/s10457-020-00508-3>

23. Sousa LF, Maurício RM, Moreira GR, Gonçalves LC, Borges I, & Pereira LGR. Nutritional evaluation of “Braquiaraão” grass in association with “Aroeira” trees in a silvopastoral system. *Agroforestry Systems*, 2010;(79)2:189-199. <https://doi.org/10.1007/s10457-010-9297-8>

24. Paciullo DSC, De Carvalho CAB, Aroeira LJM, Morenz MJF, Lopes FCF, & Rossiello ROP. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 2007;42(4):573-579. <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/7603> <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2007000400016>

25. Santos MER, Da Fonseca DM, Euclides VPB, Júnior JIR, Balbino EM, & Casagrande, DR. Valor nutritivo da forragem e de seus componentes morfológicos em pastagens de *Brachiaria decumbens* diferida. *Boletim de Indústria Animal*. 2008;65(4):303-311. <http://www.iz.sp.gov.br/bia/index.php/bia/article/view/1113>

26. Santos MER, Fonseca DM, Sousa DO. Seletividade aparente de bovinos em pastos de capim-braquiária sob períodos de diferimento. *Arquivo Brasileira Medicina Veterinária e Zootecnia*. 2016;68: 1655-1663. doi:10.1590/1678-4162-8725

27. Paciullo DSC, Lopes FCF, junior JDM, Viana Filho A, Rodriguez NM, Morenz MJF & Aroeira LJM. Características do pasto e desempenho de novilhas em sistema silvipastoril e pastagem de braquiária em monocultivo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 2009;44(11)1528-1535. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2009001100022>

28. Castro CRTD, Garcia R, Carvalho MM, & Freitas VDP. Efeitos do sombreamento na composição mineral de gramíneas forrageiras tropicais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 2001; 30(6):1959-1968. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982001000800001>

29. Prado RDM. Manual de nutrição de plantas forrageiras. Jaboticabal: Funep, 1, 2008, p.261-280.

30. Dumont B, Andueza D, Niderkorn V, Lüscher A, Porqueddu C, & Picon-Cochard CA. Meta-analysis of climate change effects on forage quality in grasslands: Specificities of mountain and Mediterranean areas. *Grass and Forage Science*, 2015;70(2):239– 254. <https://doi.org/10.1111/gfs.12169>

31. Masters David G, Norman Hayley C, Thomas Dean T. Minerals in pastures—are we meeting the needs of livestock?. *Crop and Pasture Science*. 2019;70:1184-1195. <https://doi.org/10.1071/CP18546>

32. National Research Council. (2000). Nutrient requirements of beef cattle. 7.ed. Washington: NRC/ National Academic Press. 242 p. <https://doi.org/10.17226/9791>

33. Prado DA, Zanine ADM, Ferreira DDJ, Rodrigues RC, Santos EM, Pinho RMA, Portela YPN. Morphogenetic and structural characteristics, yield and chemical composition of signal grass under deferred grazing. *Biological Rhythm Research*, 2019;50:1-8. <https://doi.org/10.1080/09291016.2019.1621062>

34. Malavolta, E. (1989). Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações/ Euripedes Malavolta e outros. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 201 p.

35. Waraich EA, Ahmad R, Ashraf MY, Saifullah U, & Ahmad M. Improving agricultural water use efficiency by nutrient management in crop plants. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science*, 2011;61(4):291– 304. <https://doi.org/10.1080/09064710.2010.491954>