

Manaus, AM / Setembro, 2024

OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL

Estimativa do teor de nutrientes foliares em *Urochloa brizantha* cultivar Marandu com auxílio do clorofilômetro

Aleksander Westphal Muniz⁽¹⁾, Rogério Perin⁽¹⁾, Cláudia Majolo⁽²⁾ e Ronaldo Ribeiro de Moraes⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Pesquisadores, Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM. ⁽²⁾ Analista, Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Resumo – A pecuária tem papel relevante no agronegócio e na economia brasileira. O Brasil é detentor de um dos maiores rebanhos bovinos do mundo alimentados a pasto. No entanto, a maioria das pastagens apresenta algum grau de degradação, sendo necessário melhorar e manter a fertilidade do solo e monitorar o estado nutricional dessas pastagens. No caso do estado do Amazonas, a principal pastagem é *Urochloa brizantha*. Assim, o objetivo deste trabalho foi estimar os níveis de nutrientes foliares em *U. brizantha* cultivar Marandu a partir de resultados do uso de clorofilômetro, de modo a identificar deficiências nutricionais e necessidade de adubação na espécie. Os resultados permitiram estimar os teores foliares de nitrogênio (N) e cálcio (C) a partir do índice do conteúdo de clorofila. Conclui-se que o uso do clorofilômetro pode auxiliar na estimativa de teores foliares de N e Ca em *U. brizantha* cultivar Marandu e, assim, na correção dos níveis desses nutrientes no solo.

Termos para indexação: braquiária, pastagem, nitrogênio, cálcio.

Estimation of leaf nutrient content in *Urochloa brizantha* cv. Marandu by means of chlorophyll meter

Abstract – Brazil's cattle industry is vital to the country's economy. Brazil has one of the largest herds of cattle in the world, and they are fed on pasture. Most of these pastures are in some degree of degradation and it is necessary to improve and maintain soil fertility. Therefore, it is essential to monitor the nutritional status of Brazilian pastures. In the case of the State of Amazonas, the main pasture is *Urochloa Brizantha*. The objective of this study was to estimate the leaf nutrient content of *U. brizantha* cv. Marandu using chlorophyllometer results, to identify nutritional deficiencies and fertilization needs of the species. The results obtained allowed the estimation of nitrogen (N) and calcium (C) contents. It is concluded that the use of the chlorophyll meter is an auxiliary method for estimating leaf N and Ca contents in *U. brizantha* cv. Marandu.

Index terms: braquiária, forage, nitrogen, calcium.

Embrapa Amazônia Ocidental
Rodovia AM-010, Km 29, Estrada
Manaus/Itacoatiara, 69010-970,
Manaus, AM
www.embrapa.br/amazonia-ocidental
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente

Kátia Emídio da Silva

Secretária-executiva

Gleise Maria Teles de Oliveira

Membros

Luiz Antônio de Araújo Cruz,
Maria Augusta Abtibol Brito de
Sousa e Maria Perpétua Beleza
Pereira

Edição executiva

Maria Perpétua Beleza Pereira

Revisão de texto

Maria Perpétua Beleza Pereira

Normalização bibliográfica

Maria Augusta Abtibol Brito de
Sousa (CRB-11/420)

Projeto gráfico

Leandro Sousa Fazio

Diagramação

Gleise Maria Teles de Oliveira

Publicação digital: PDF

Todos os direitos
reservados à Embrapa.

Introdução

A pecuária brasileira representou 6,6% do produto interno bruto brasileiro de 2023, equivalendo a cerca de 731 bilhões de reais (Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada, 2024). Esse desempenho econômico se deve ao fato de o Brasil deter o segundo maior rebanho de bovinos do mundo, com 234 milhões de cabeças (IBGE, 2024). As pastagens são a base da criação desse rebanho, ocupando 164 milhões de hectares (MapBiomas, 2024).

No estado do Amazonas, o rebanho bovino é de 1,56 milhão de cabeças e está distribuído em 2,8 milhões de hectares. Dentre as pastagens cultivadas, as gramíneas mais utilizadas são espécies dos gêneros *Urochloa*, *Megathyrsus*, *Cynodon*, *Hemarthria*, *Andropogon*, *Avena*, *Pennisetum* e *Paspalum* (Machado et al., 2011). O braquiário ou braquiária brizantha [*Urochloa brizantha* (Hochst. Ex A. Rich.) R. D. Webster] destaca-se como a espécie mais cultivada nas pastagens brasileiras, e na Amazônia ela representa mais de 60% das pastagens cultivadas (Dias-Filho; Andrade, 2006).

Nas áreas de floresta do bioma amazônico, as pastagens são estabelecidas após o desmatamento e, em geral, em solos de baixa fertilidade natural, principalmente Argissolos e Latossolos (Sanchez; Cochrane, 1980; Sanchez et al., 1982). Nessa situação, e dentro de um sistema de manejo tradicional, após um curto período, inicia-se o processo de degradação da pastagem (Dias-Filho, 2017), em que há redução da produtividade dessa pastagem, aumento da população de ervas daninhas e diminuição de nutrientes disponíveis no solo, como nitrogênio (N) e fósforo (P) (Buschbacher et al., 1988; Fearnside, 1996; Dias; Griffith, 1998; Garcia-Montiel et al., 2000).

Para recuperação de pastagens degradadas, há necessidade de melhoria e manutenção da fertilidade do solo, realizada principalmente pela aplicação de fertilizantes industrializados, que contêm N e P (Oliveira et al., 2005; Noronha et al., 2010).

Entretanto, para que essa fertilização seja eficiente, é importante monitorar a real necessidade da aplicação de fertilizantes. Uma estratégia não destrutiva para o monitoramento nutricional das plantas é o uso do clorofilômetro, que apresenta como vantagens: diagnóstico rápido do estado nutricional e redução de tempo para mensuração do estado nutricional e de custos com análises químicas tradicionais em laboratórios.

Deve-se estimar os níveis de nutrientes foliares em *U. brizantha* cultivar Marandu a partir de

resultados de uso do clorofilômetro, para identificar deficiências nutricionais e necessidade de adubação na espécie.

Esta publicação está de acordo com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS): 2 – Fome Zero e Agricultura Sustentável, 9 – Indústria, Inovação e Infraestrutura, 12 – Consumo e Produção Responsáveis, 13 – Ação Contra a Mudança Global do Clima, 15 – Vida Terrestre e 17 – Parcerias e Meios de Implementação, reafirmando o apoio da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) para o alcance das metas estabelecidas pela Organização das Nações Unidas (ONU).

Material e métodos

O experimento foi conduzido no período de novembro de 2022 a março de 2023, em solo tipo Latossolo Amarelo, no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental situado no Km 30 da Rodovia AM-010, em Manaus, estado do Amazonas. A semeadura de *U. brizantha* cultivar Marandu foi realizada em novembro de 2022 sobre a palhada da braquiária dessecada com glifosato no ano anterior.

Para determinar a significância ou não de correlações entre o índice do conteúdo de clorofila (ICC) e os teores dos macronutrientes foliares — nitrogênio (N), ferro (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) —, foi mensurado o ICC no terço-médio da lâmina foliar recém-expandida com bom aspecto fitossanitário, utilizando-se clorofilômetro SPAD-502, separando-se as folhas para posterior análise química de acordo com as classes de ICC predeterminadas: 0 a 5; 5 a 10; 10 a 15; 15 a 20; 20 a 25; 25 a 30; 30 a 35; 35 a 40; 40 a 45; 45 a 50; e 50 a 55. Essas classes representam a variação dos teores de clorofila.

Em cada classe foram agrupadas três repetições de dez folhas cada. Em seguida, as folhas para cada classe foram secas em estufa e depois analisadas segundo a metodologia proposta por Malavolta et al. (1997) para determinação de N, P, K, Ca e Mg. Os valores obtidos foram submetidos à análise de regressão (Galton, 1886) e à correlação de Pearson (Pearson, 1920). Tanto a regressão quanto a correlação foram realizadas com o auxílio dos pacotes *Biotools* (Silva et al., 2017), *corrplot* (Wei; Simko, 2021) e *qgraph* (Epskamp et al., 2012) no programa R (R Core Team, 2021). A correlação foi considerada muito forte, forte, média, fraca e inexistente, de acordo com os níveis de significância de p: 0,001; 0,01; 0,05; 0,10; e maior que 0,10, respectivamente.

Resultados e discussão

A clorofila apresentou correlação significativa positiva com N e correlação significativa negativa com Ca, não apresentando correlação significativa com P, K e Mg (Tabela 1). A correlação positiva com N também foi encontrada em trabalhos com diferentes cultivos, como milho (Hurtado et al., 2011; Mehrabi; Sepaskhah, 2022), café (Reis et al., 2009), *Panicum* (Madakadze et al., 1999) e *Urochloa decumbens* (Godoy et al., 2007). Essa correlação é significativa por ser o N um dos componentes da molécula de clorofila e o componente principal da enzima Rubisco (Larcher, 2000; Mu et al. 2016; Mu; Chen, 2021).

A correlação significativa negativa do Ca com o ICC foi decorrente da baixa mobilidade desse nutriente no interior da planta, acumulando maiores teores em folhas velhas. O não deslocamento de Ca de folhas mais velhas é devido à deposição em vacúolos celulares, ao contrário do conteúdo de pigmentos cloroplastídicos, que se encontram em maior proporção em folhas novas e em estágio de plena maturação fisiológica (Wang et al., 2020).

Para N e Ca foram ajustadas as equações de regressão em relação ao ICC (Figura 1). Para N e Ca foram obtidos os melhores ajustes, como pode ser observado nos valores do coeficiente de determinação de 0,76 e 0,70, respectivamente.

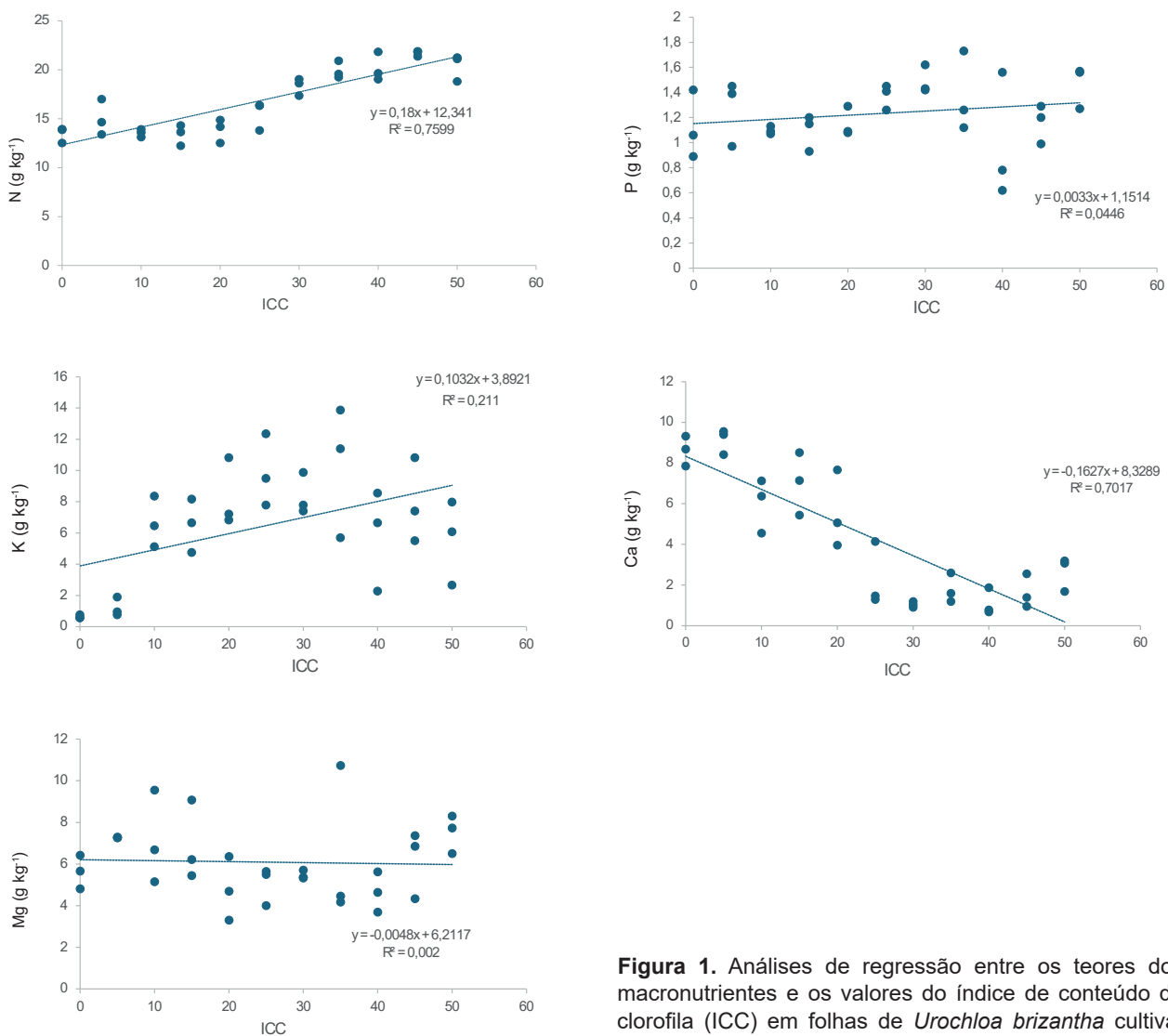


Figura 1. Análises de regressão entre os teores dos macronutrientes e os valores do índice de conteúdo de clorofila (ICC) em folhas de *Urochloa brizantha* cultivar Marandu.

Tabela 1. Correlação de Pearson entre os valores do índice de conteúdo de clorofila (ICC) com os nutrientes foliares de *Urochloa brizantha* cultivar Marandu.

	N ⁽¹⁾	P ⁽²⁾	K ⁽³⁾	Ca ⁽⁴⁾	Mg ⁽⁵⁾
	(g kg ⁻¹)				
ICC	0,87***	0,30*	0,46**	-0,84***	-0,13 ^{ns}

⁽¹⁾ Nitrogênio (N). ⁽²⁾ Fósforo (P). ⁽³⁾ Potássio (K). ⁽⁴⁾ Cálcio (Ca). ⁽⁵⁾ Magnésio (Mg).

^{ns} Não significativo. ***p<0,001. **p<0,01. *p<0,05.

Conclusões

A utilização do clorofilômetro apresenta-se como um método auxiliar para estimar os teores foliares de N e Ca em folhas de *U. brizantha* cultivar Marandu, constituindo-se em um método não destrutivo, com rapidez na obtenção dos resultados, e de baixo custo.

Agradecimentos

À Fundação Agrisus (Projeto nº 3.137/21) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam) (Posgrad/Fapeam).

Referências

BUSCHBACHER, R.; UHL, C.; SERRAO, A. S.

Abandoned pastures in eastern Amazonia. II. Nutrient stocks in the soil and vegetation. **Journal of Ecology**, v. 76, p. 682-699, Sep. 1988.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. **PIB do agronegócio brasileiro**. Piracicaba: Cepea, 11 jul. 2024. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>. Acesso em: 2 abr. 2024.

DIAS, L. E.; GRIFFITH, J. J. Conceituação e caracterização de áreas degradadas. In: DIAS, L. E.; MELLO, J. W. V. (ed.). **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1998. p. 1-7.

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

DIAS FILHO, M. B.; ANDRADE, C. M. S. **Pastagens no trópico úmido**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. 30 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 241).

EPSKAMP, S.; CRAMER, A. O. J.; WALDORP, L. J.; SCHMITTMANN, V. D.; BORSBOOM, D. qgraph: network visualizations of relationships in psychometric data. **Journal of Statistical Software**, v. 48, n. 4, p. 1-18, 2012.

FEARNSIDE, P. M. Amazonian deforestation and global warming: carbon stocks in vegetation replacing Brazil's Amazon forest. **Forest Ecology and Management**, v. 80, n. 1-3, p. 21-34, 1996. DOI: [https://doi.org/10.1016/0378-1127\(95\)03647-4](https://doi.org/10.1016/0378-1127(95)03647-4).

GALTON, F. Regression towards mediocrity in hereditary stature. **The Journal of the Anthropological Institute of Great Britain and Ireland**, v. 15, p. 246-263, 1886.

GARCIA-MONTIEL, D. C.; NEILL, C.; MELILLO, J.; THOMAS, S.; STEUDLER, P. A.; CERRI, C. C. Soil phosphorus transformations following forest clearing for pasture in the Brazilian Amazon. **Soil Science Society of America Journal**, v. 64, n. 5, p. 1792-1804, 2000.

GODOY, L. J. G. de; SOUTO, L. S.; FERNANDES, D. M.; VILLAS BÔAS, R. L. Uso do clorofilômetro no manejo da adubação nitrogenada para milho em sucessão a pastagem de *Brachiaria decumbens*. **Ciência Rural**, v. 37, n. 1, p. 38-44, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782007000100007>.

HURTADO, S. M. C.; RESENDE, A. V. de; SILVA, C. A.; CORAZZA, E. J.; SHIRATSUCHI, L. S. Clorofilômetro no ajuste da adubação nitrogenada em cobertura para o milho de alta produtividade. **Ciência Rural**, v. 41, n. 6, p. 1011-1017, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782011005000074>.

IBGE. **Pesquisa da pecuária municipal**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2022>. Acesso em: 2 abr. 2024.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Editora Rima, 2000. 531 p.

MACHADO, L. A. Z.; BALBINO, L. C.; CECCON, G. **Integração lavoura pecuária floresta. 1: estruturação dos sistemas de integração lavoura pecuária**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2011. 45 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 110).

MADAKADZE, I. C.; STEWART, K. A.; MADAKADZE, R. M.; PETERSON, P. R.; COULMAN, B. E.; SMITH, D. L. Field evaluation of the chlorophyll meter to predict yield and nitrogen concentration of switchgrass. **Journal of Plant Nutrition**, v. 22, n. 6, p. 1001-1010, 1999. DOI: <https://doi.org/10.1080/01904169909365689>.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A.

Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

MAPBIOMAS. **Portal.** Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/>. Acesso em: 2 abr. 2024.

MEHRABI, F.; SEPASKHAH, A. R. Leaf nitrogen, based on SPAD chlorophyll reading can determine agronomic parameters of winter wheat. **International Journal of Plant Production**, v. 16, p. 77-91, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42106-021-00172-2>.

MU, X.; CHEN, Q.; CHEN, F.; YUAN, L.; MI, G. Within-leaf nitrogen allocation in adaptation to low nitrogen supply in maize during grain-filling stage. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, art. 194737, 2016. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00699>.

MU, X.; CHEN, Y. The physiological response of photosynthesis to nitrogen deficiency. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 158, p. 76-82, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2020.11.019>.

NORONHA, N. C.; ANDRADE, C. A.; LIMONGE, F. C.; CERRI, C. C.; CERRI, C. E. P.; PICCOLO, M. C.; FEIGL, B. J. Recovery of degraded pasture in Rondônia: macronutrients and productivity of *Brachiaria brizantha*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 5, p. 1711-1720, Sep. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832010000500023>.

OLIVEIRA, P. P. A.; TRIVELIN, P. C. O.; OLIVEIRA, W. S.; CORSI, M. Fertilização com N e S na recuperação de pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em neossolo quartzarênico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 4, p. 1121-1129, July 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982005000400005>.

PEARSON, K. Notes on the history of correlation. **Biometrika**, v. 13, n. 1, p. 25-45, 1920.

R CORE TEAM. **R:** a language and environment for statistical computing. R foundation for statistical computing. Vienna, Austria, 2021. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 2 abr. 2024.

REIS, A. R.; FAVARIN, J. L.; MALAVOLTA, E.; LAVRES JÚNIOR, J.; MORAES, M. F. Photosynthesis, chlorophylls, and SPAD readings in coffee leaves in relation to nitrogen supply. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 40, n. 9-10, p. 1512-1528, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1080/00103620902820373>.

SANCHEZ, P. A.; COCHRANE, T. T. **Soils constraints in relation to major farming systems of tropical America.** Los Banos: International Rice Research Institute, 1980. p. 106-139.

SANCHEZ, P. A.; BANDY, D. E.; VILLACHICA, J. H.; NICHOLAIDES, J. J. Amazon basin soils: management for continuous crop production. **Science**, v. 216, n. 4548, p. 821-827, May 1982.

SILVA, A. R. da; MALAFAIA, G.; MENEZES, I. P. Biotools: an R function to predict spatial gene diversity via an individual-based approach. **Genetics and Molecular Research**, v. 16, n. 2, 2017. DOI: <https://doi.org/10.4238/gmr16029655>.

WANG, Y.; MARTINS, L. B.; SERMONS, S.; BALINT-KURTI, P. Genetic and physiological characterization of a calcium deficiency phenotype in maize. **G3: Genes Genomes Genetics**, v. 10, n. 6, p. 1963-1970, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1534/g3.120.401069>.

WEI, T.; SIMKO, V. **R package 'corrplot':** visualization of a correlation matrix. (Version 0.92). 2021. Disponível em: <https://github.com/taiyun/corrplot>. Acesso em: 2 abr. 2024.