

Equilíbrio nutricional de cálcio e magnésio em capim-elefante cultivado *in vitro*

Ana Paula Pereira da Silva⁽¹⁾, Leônidas Paixão Passos⁽²⁾, Julieta de Jesus da Silveira⁽³⁾, Yara Beatriz Moreira⁽⁴⁾, Francisco José da Silva Léo⁽²⁾ e Júlio César José da Silva⁽⁵⁾

⁽¹⁾Estagiária, Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG. ⁽²⁾Pesquisador, Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG. ⁽³⁾Analista, Embrapa Gado de Leite. ⁽⁴⁾Bolsista (Pibic/Fapemig), Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG. ⁽⁵⁾Professor, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG. e-mail: 13727848618@estudante.ufjf.br

Resumo — A indústria de produção de leite no Brasil, com mais de 4 milhões de trabalhadores em 99% dos municípios, enfrenta desafios sazonais, como o vazio forrageiro entre abril e setembro. O capim-elefante (*Cenchrus purpureus*) destaca-se como uma importante fonte forrageira, mas desafios como a acidez do solo e a toxicidade por alumínio demandam soluções. A Embrapa Gado de Leite tem buscado melhorar geneticamente o capim-elefante, mas custos e frequência da calagem comprometem a eficácia. O presente estudo propõe investigar o equilíbrio nutricional de Ca e Mg em condições controladas usando micropropagação e cultivo *in vitro*, visando otimizar o manejo do capim-elefante em solos ácidos para impulsionar a sustentabilidade e produtividade da indústria leiteira brasileira. O estudo mostrou que a presença ou ausência de Ca e Mg teve efeitos significativos no desenvolvimento das plântulas, evidenciando a complexidade das interações entre esses elementos essenciais. A presença de carvão ativado promoveu o crescimento saudável das plântulas, enquanto a falta de Mg e Ca resultou em deformidades e mortalidade das folhas. A combinação da supressão de Ca e Mg resultou em desenvolvimento excepcional das raízes e folhas, destacando a interação complexa entre esses nutrientes. Estes resultados enfatizam a importância do acurado equilíbrio nutricional no cultivo de plantas, evitando deficiências e excessos de nutrientes. Além disso, ressaltam a necessidade de compreender as interações entre diferentes nutrientes para otimizar o crescimento e a saúde das plantas.

Termos para indexação: *Cenchrus purpureus*, cultura de tecidos, nutrição mineral.

The nutritional balance of calcium and magnesium in elephant grass cultivated *in vitro*

Abstract — The dairy production industry in Brazil, with over 4 million workers in 99% of municipalities, faces seasonal challenges such as forage scarcity between April and September. *Cenchrus purpureus* stands out as a forage source, but challenges like soil acidity and aluminum toxicity demand solutions. Embrapa Dairy Cattle has been seeking to genetically improve elephant grass, but costs and lime application frequency compromise effectiveness. This study proposes investigating the Ca and Mg nutritional balance under controlled conditions using micropropagation and *in vitro* cultivation, aiming to optimize elephant grass management in acidic soils to boost sustainability and productivity of the Brazilian dairy industry. The study showed that the presence or absence of Ca and Mg had notable effects on seedling development, highlighting the complexity of interactions among these essential elements. The presence of charcoal promoted healthy seedling growth, while Mg and Ca deficiency resulted in leaf deformities and mortality. Surprisingly, the combined suppression of Ca and Mg led to exceptional root and leaf development, underscoring the intricate interaction between these nutrients. These results emphasize

the importance of careful nutritional balance in plant cultivation, avoiding deficiencies and excesses of nutrients. Furthermore, they underscore the need to understand interactions among different nutrients to optimize plant growth and health.

Index terms: *Cenchrus purpureus*, mineral nutrition, tissue culture.

Introdução

A indústria de produção de leite no Brasil envolve mais de 4 milhões de trabalhadores e está presente em 99% dos municípios. Em 2022, a produção de leite foi de 34,6 bilhões de litros, gerando R\$80 bilhões em valor (IBGE, 2023). A alimentação do gado via pastagens é essencial, mas enfrenta o desafio da sazonalidade, resultando no "vazio forrageiro", um período entre abril e setembro em que há escassez de biomassa verde e baixa qualidade nutritiva, impactando negativamente a produtividade e a economia, especialmente dos pequenos produtores (Sbrissia et al., 2017).

O capim-elefante (*Cenchrus purpureus*) destaca-se como uma forrageira eficiente, com alta produtividade e valor nutritivo, sendo amplamente utilizado em sistemas de produção de leite e carne no Brasil. Embrapa Gado de Leite conduz um programa de melhoramento genético dessa planta para superar limitações como a acidez do solo e a toxicidade do alumínio, comuns em solos tropicais (Alcântara; Bufarah, 1983).

A mitigação dessas condições é feita por meio da calagem, com calcário dolomítico, mas os custos e a frequência de aplicação dificultam a eficácia. A pesquisa sobre o equilíbrio nutricional de cálcio e magnésio, usando cultivo *in vitro*, pode trazer novas soluções para otimizar o manejo do capim-elefante em solos ácidos (Randhawa et al., 2022).

Material e métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Biotecnologia e Fisiologia Vegetal da Embrapa Gado de Leite. Explantes de meristemas axilares de *Cenchrus purpureus* (genótipo 1810) foram desinfetados e introduzidos (Passos et al., 2008) em meio de cultivo de Murashige Skoog (MS).

Para todos os tratamentos foram solubilizados 30,0g de sacarose em 100mL de água destilada sob agitação magnética. As soluções-estoque foram adicionadas de acordo com as especificações de cada tratamento (Tabela 1 e Tabela 2). Em seguida, 3,5g de ágar foram pesados e transferidos para um funil de Büchner sobre um papel filtro. O ágar foi submetido à adição de água destilada e a bomba a vácuo até completa secagem. Após a lavagem, o ágar foi suspenso em 250 mL de água destilada e levado ao micro-ondas por 3 minutos, com pausas para agitação a cada 1 minuto.

A solução testemunha foi despejada sobre o ágar, seguida pela adição de 0,75g de carvão ativado sob agitação magnética, exceto para o tratamento testemunha sem carvão ativado. Logo, completou-se o volume para 500mL. A distribuição da solução em 20 tubos, identificados, vedados e esterilizados em autoclave por 20 minutos a 110°C. Por fim, os tubos foram rotulados e acondicionados na sala de crescimento e a avaliação foi feita de sete em sete dias.

Tabela 1. Quantidade estabelecida de cada composto para a formação das soluções.

Solução	Composto	Massa (g)
A	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	236,1g
B	KNO_3	101,1g
C	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	246,4g
D	KH_2PO_4	136,1g
I	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0,08g
	H_3BO_3	2,86g
	MoO_3	0,07g
	$\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	1,81g
	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,22g
J	FeEDTA	0,30g
F	K_2SO_4	87,2g
H	NH_4NO_3	62,0g

Tabela 2. Especificação da quantidade de solução (mL) e carvão ativado (g) acrescentada.

Tratamento	Sol. A	Sol. B	Sol. C	Sol. D	Sol. E	Sol. F	Sol. G	Sol. H	Carvão(g)
Testemunha com carvão ativado	2,5	2,5	1,0	0,5	0,5	25,0	-	-	0,75
Testemunha sem carvão ativado	2,5	2,5	1,0	0,5	0,5	25,0	-	-	-
Tratamento com Ca	5,0	2,5	1,0	0,5	0,5	25,0	-	-	0,75
Tratamento sem Ca	-	7,5	1,0	0,5	0,5	25,0	-	-	0,75
Tratamento com Mg	2,5	2,5	-	0,5	0,5	25,0	5,0	-	0,75
Tratamento sem Mg	2,5	2,5	2,0	0,5	0,5	25,0	-	-	0,75
Tratamento com Ca e Mg	5,0	2,5	2,0	0,5	0,5	25,0	-	-	0,75
Tratamento sem Ca e Mg	-	2,0	-	0,5	0,5	25,0	25,0	10,0	0,75

Resultados e discussão

O estudo mostrou que, nos tubos sem carvão ativado, o desenvolvimento das raízes foi prejudicado devido à intoxicação por fenóis oxidados, que inibiram a enzima de crescimento e comprometeram a integridade celular, conforme descrito por Epstein e Bloom (2006). A presença do Ca foi fundamental para o desenvolvimento das plântulas, enquanto sua ausência foi detectada em problemas de crescimento e anormalidades, conforme relatado por Epstein e Bloom (2006). A deficiência de Mg também afetou níveis no desenvolvimento foliar, o que confirma a importância do Mg na fotossíntese.

A interação competitiva entre Ca e Mg reduziu a eficiência de absorção quando ambos estavam presentes, resultando em crescimento deficiente, conforme descrito por Malavolta (2006). Surpreendentemente, o tratamento sem Ca e Mg levou a um desenvolvimento saudável, possivelmente devido ao sinergismo de outros nutrientes e impurezas presentes, como sugerido por Malavolta (2006). A presença de N na solução pode ter facilitado a

translocação desses nutrientes, conforme previsto por Passos et al. (2023). A alta disponibilidade de receptores enzimáticos na rizosfera ajudou na avaliação em condições de baixa disponibilidade de nutrientes, conforme descrito por Kerbauy (2008). A hipótese de acúmulo de reservas em tecidos também pode explicar o bom desempenho das plantas nesse tratamento, conforme mencionado por Capellades et al. (1991).

Conclusões

No cultivo *in vitro* de *Cenchrus purpureus* o carvão ativado é essencial. O Ca é importante para o desenvolvimento adequado das plântulas. Da mesma forma, o Mg é primordial para a fotossíntese. Porém, a presença concomitante de Ca e Mg induziu efeitos negativos, enquanto que a ausência de ambos elementos teve efeitos benéficos sobre o desenvolvimentos das plântulas.

Agradecimentos

Ao apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) - Brasil. Parte do projeto INCT de Botânica, Processo CNPq 20303009 Fisiologia Vegetal.

À ABCBRH pela disponibilidade dos dados utilizados neste estudo. À Embrapa Gado de Leite pela oportunidade, o que nos proporcionou obter experiência e aprendizado; ao pesquisador Leônidas Paixão Passos pelo acompanhamento, orientação e apoio durante o período de estudos e treinamento.

Referências

- ALCÂNTARA, P. B.; BUFARAH, G. **Plantas forrageiras**: gramíneas e leguminosas. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1983. 150 p.
- CAPELLADES, M.; LEMEURE, R.; DEBERGH, P. Effects of sucrose on starch accumulation and rate of photosynthesis in *Rosa* cultured in vitro. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v. 25, p. 21-26, 1991. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00033908>.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. Nutrição e crescimento. In: EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2. ed. Londrina: Planta, 2006. p. 251-286.
- IBGE. **Produção de leite**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/leite/br>. Acesso em: 4 fev. 2023.
- KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 431 p.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 631 p.
- PASSOS, L. P.; REIS, P. R. C.; LIMA, L. C. R. D. S.; SOUZA SOBRINHO, F. D.; SILVA, J. C. J. D. Comparative effects of ammonium and nitrate ions on growth and uptake of multiple elements of ruzigrass. **Journal of Plant Nutrition**, v. 46, n. 14, p. 3370-3384, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1080/01904167.2023.2205439>.
- PASSOS, L. P.; VIDIGAL, M. C.; FERNANDES, F. S.; KELMER, G. A. R.; SOUZA SOBRINHO, F.; MESQUITA, M. C. Establishment of an in vitro micropropagation protocol for *Brachiaria ruziziensis*. In: ASA-CSSA-SSSA JOINT MEETING, 2008, Houston. **Celebrating the international year of planet earth: proceedings**. Madison: Crop Science Society of America, 2008.
- RANDHAWA, K. S.; CHAUHAN, R.; KUMAR, R. An investigation on the effect of lime addition on UCS of Indian black cotton soil. **Materials Today: Proceedings**, v. 50, n. 5, p. 797-803, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.05.586>.
- SBRISSIA, A. F.; DUCHINI, P. G.; ECHEVERRIA, J. R.; MIGUELOTO, T.; BERNARDON, A.; AMÉRICO, L. F. Produção animal em pastagens cultivadas em regiões de clima temperado da América Latina. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v. 25, n. 1/2, p. 45-58, 2017.