

Indicadores fisiológicos e absorção de Ca, Fe e Mg em plântulas de azevém anual tratadas com reguladores do crescimento¹

Lucas Prudêncio Eiterer², Jemima Gonçalves da Fonseca³, Cristiano Amâncio V. Borges⁴, Andréa Mittelmann⁵, Júlio Cesar J. da Silva⁶, Leônidas Paixão Passos^{5, 7}

¹O presente trabalho foi apresentado com o apoio do CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Parte do projeto “Melhoramento de gramíneas forrageiras de clima temperado: azevém e capim-lanudo”, liderado por Andréa Mittelmann.

²Graduando em Ciências Biológicas - CES/Juiz de Fora. Bolsista Embrapa. E-mail: lucaseiterer@gmail.com

³Doutoranda em Química - UFJF, Juiz de Fora/MG. Bolsista da Capes. E-mail: jemimagoncalves@yahoo.com.br

⁴Analista, Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora/MG. E-mail: cristiano.borges@embrapa.br

⁵Pesquisador, Embrapa Gado de Leite. E-mail: andrea.mittelmann@embrapa.br

⁶Professor, Departamento de Química, UFJF, Juiz de Fora/MG. E-mail: julio.silva@ufjf.edu.br

⁷Orientador. E-mail: leonidas.passos@embrapa.br

Resumo: No melhoramento genético vegetal, a triagem rápida e precoce de genótipos tem assumido crescente importância. Um problema recorrente tem sido a baixa produção de biomassa, a qual impede a realização de análises dependentes de maior quantidade de amostra. Assim, um estudo foi conduzido visando aumentar a produção rápida de biomassa de plântulas de azevém anual, por meio da exposição das raízes aos seguintes reguladores do crescimento: ácido giberélico, ácido indolacético, adenina e 2,4-D. Após 30 dias de crescimento, as plântulas foram colhidas e avaliadas quanto a indicadores fisiológicos (área foliar, comprimento médio da folha, pesos fresco e seco de folhas e de raízes, taxa transpiratória e teor de clorofila) e à absorção de Ca, Fe e Mg. Não foram detectadas diferenças significativas nas variáveis investigadas, mas observou-se que a absorção de Mg acompanha a absorção de Ca, resposta a qual deve beneficiar as estratégias de manejo nutricional. Abordagens futuras devem levar em consideração um maior número de ensaios e verificar se o período de avaliação de 30 dias necessita ser aumentado, para viabilizar quantidades adequadas de amostras.

Palavras-chave: azevém anual, cálcio, ferro, magnésio, reguladores do crescimento

Physiological indicators and uptake of Ca, Fe and Mg in Italian ryegrass seedlings treated with growth regulators

Abstract: In plant breeding programs, early and rapid screening of genotypes has been reaching growing importance. A recurrent problem has been the low biomass production, which prevents the performance of analyzes dependent on a larger amount of sample. Thus, a study was conducted to increase the rapid production of biomass in Italian ryegrass seedlings by exposing the roots to the following growth regulators: gibberellic acid, indoleacetic acid, adenine and 2,4-D. Following a 30-day-growth period, the seedlings were harvested and evaluated for physiological indicators (leaf area, mean leaf length, leaf and root FW and DW, transpiration rate, and chlorophyll content) and uptake of Ca, Fe and Mg. No significant differences were detected in the investigated variables, but it was observed that Mg uptake accompanies Ca uptake, a find which is likely to benefit nutritional management strategies. Future approaches should take into account a greater number of trials and verify whether the 30-day-evaluation period needs to be increased, in order to enable adequate quantities of samples.

Keywords: calcium, growth regulators, iron, Italian ryegrass, magnesium

Introdução

Métodos para a triagem rápida e precoce de genótipos vegetais, principalmente visando tolerância a estresses abióticos, têm assumido grande importância em anos recentes (SILVA et al., 2007; BANDURSKA et al., 2011). No entanto, a baixa produção de biomassa nessas

avaliações, devido à execução em prazos relativamente pequenos, impede a realização de análises que dependam de maior quantidade de amostra. Nesse contexto, a aplicação de reguladores do crescimento apresenta-se como alternativa promissora para mitigar o problema, particularmente pela promoção do crescimento radicular em curto espaço de tempo (OVERVOORDE et al., 2010). Estudos no assunto destacam também as interações entre reguladores do crescimento e os teores de Ca (PANDEY, 2017), Fe (SCHMIDT et al., 2000) e Mg (NIU et al., 2015), as quais podem ser exploradas para melhorar as taxas de crescimento.

Em virtude de tais premissas, o presente trabalho avaliou os efeitos de quatro reguladores do crescimento (ácido 2,4-diclorofenoxiacético – 2,4-D, adenina – ADE, ácido giberélico – GA₃, e ácido indolacético – AIA) sobre indicadores fisiológicos e absorção de Ca, Fe e Mg em azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.), objetivando aumentar a produção rápida de biomassa.

Material e Métodos

Plântulas de azevém anual cv. BRS Ponteio foram cultivadas em condições controladas ($25 \pm 4^\circ\text{C}$, $65 \pm 5\%$ U.R., 14 h fotoperíodo e $200 \mu\text{mol. m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ de radiação ativa, medida com espectrorradiômetro portátil LI-COR LI-189 com sensor quântico LI-190SA) em potes com solo orgânico e suprimento de solução nutritiva por capilaridade, com exposição aos seguintes reguladores do crescimento (50 mg.L^{-1}), diluídos em solução de Hoagland em 1/2 força: ADE, AIA, 2,4-D e GA₃, juntamente com uma testemunha - TEST (solução de Hoagland). As soluções foram repostas semanalmente.

Após 30 dias, o experimento foi colhido, efetuando-se as seguintes avaliações: AF - área foliar (cm^2) e CF - comprimento médio da folha (cm), com medidor portátil LI-3000A, PFF - peso fresco das folhas, PFR - peso fresco das raízes, PSF - peso seco das folhas e PSR - peso seco das raízes (g), com balança analítica Marte AW220, T - taxa transpiratória ($\text{mmol.m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$), com porômetro Delta AP4, e CLO - teor de clorofila (SPAD), com medidor Minolta 502. As folhas foram secas em estufa Thecol 130DM a 50°C e reduzidas em moinho IKA A11. Após, foram transferidas para tubos de vidro calibrados e processadas em bloco digestor Technicon BD-40, em solução nitro-perclórica 3:1 durante 2 h a 200°C .

Os teores de Ca, Fe e Mg (mg.kg^{-1}) foram determinados em F AAS (espectrômetro de absorção atômica com chama) ThermoScientific Solar M5, com corretor de fundo Deutério (D2). Nas leituras de Ca foram utilizados acetileno e óxido nitroso, e nas leituras de Fe e Mg foram usados acetileno e ar comprimido. Cada medida durou 4s, sendo feita em triplicata. Utilizou-se lâmpadas de cátodo oco monoelementares, operando a 75% da corrente indicada. Nas determinações de Fe e Mg foi utilizado o corretor de sinal de fundo Deutério (D2), conforme Godim (2017). Na tabela 1 são apresentadas as condições empregadas.

Tabela 1. Condições experimentais empregadas no equipamento F AAS.

Analitos	Comprimento de onda (nm)	Fenda espectral (nm)	Corrente da Lâmpada (mA)	Altura do Queimador (mm)	Chama	Vazão do Gás (L.min^{-1})
Ca	422,7	0,5	6	11,0	N ₂ O/C ₂ H ₂	4,2
Fe	248,8	0,2	6	7,0	Ar/C ₂ H ₂	1,2
Mg	285,1	0,5	4	7,0	Ar/C ₂ H ₂	1,1

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o programa SAS versão 9.4, considerando o delineamento inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos (reguladores do crescimento e testemunha), quatro repetições e 10 plantas/parcela. Aplicou-se a transformação logarítmica aos valores da taxa de transpiração e dos teores de Fe e de Mg, pelo fato de os resíduos não terem atendido os pressupostos de normalidade e de homocedasticidade. As médias por tratamento foram comparadas através dos testes de Dunnett e de Tukey. Após, a existência de correlações significativas entre as variáveis estudadas foi verificada por meio do coeficiente de correlação não-paramétrico de Spearman.

Resultados e Discussão

Os reguladores do crescimento não afetaram significativamente as variáveis fisiológicas avaliadas (Tabela 2). Apenas leves tendências de aumento na taxa transpiratória com GA₃ e redução no teor de Mg com a adenina foram observadas.

Tabela 2. Respostas fisiológicas do azevém anual à aplicação de reguladores de crescimento¹.

Tratamento	AF	CF	PFF	PFR	PSF	PSR
GA ₃	80,4 A	38,4 A	2,7 A	0,045 A	0,42 A	0,042 A
Adenina	103,0 A	37,7 A	3,1 A	0,059 A	0,47 A	0,055 A
AIA	93,2 A	35,9 A	3,3 A	0,058 A	0,51 A	0,054 A
2,4-D	58,6 A	35,1 A	1,9 A	0,053 A	0,35 A	0,048 A
TEST	104,7 A	40,2 A	4,3 A	0,081 A	0,65 A	0,075 A

Tratamento	T	CLO	Ca	Mg	Fe
GA ₃	100,8 A	51,0 A	46.258 A	6.973,7 A	137,0 A
Adenina	68,9 A	55,9 A	42.853 A	5.974,8 A	133,5 A
AIA	69,0 A	55,4 A	48.699 A	6.447,9 A	163,6 A
2,4-D	93,5 A	61,0 A	50.768 A	6.255,2 A	117,5 A
TEST	68,6 A	72,2 A	51.449 A	6.962,1 A	147,2 A

¹Em cada variável, as médias não diferiram entre si, pelos testes de Dunnett e de Tukey ($p > 0,05$).

As análises de correlação de Spearman revelaram eventos significativos entre pares de variáveis (Figura 1), sendo mais proeminente a correlação positiva entre a absorção de Mg e a de Ca. Não foram detectadas correlações significativas envolvendo o Fe.

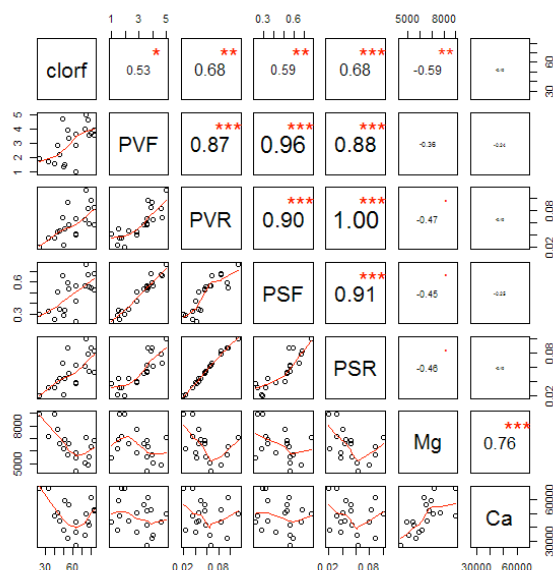


Figura 1. Análises de correlação de Spearman entre pares das variáveis estudadas.

A observada dependência da absorção de Mg em relação à absorção de Ca confirma resultados obtidos com outras espécies (Baligar, 1985) e poderá ser útil em futuras abordagens.

Conclusões

Nas condições estudadas, os reguladores do crescimento não influenciaram os indicadores fisiológicos avaliados e a absorção de Ca, Fe e Mg.

No entanto, descobriu-se que a absorção de Mg é acompanhada pela absorção de Ca, fato que pode ser positivo para o manejo nutricional do azevém anual em estudos doravante.

Visto que os desvios-padrão foram relativamente altos em vários casos, se recomenda que futuros estudos considerem uma maior repetição de ensaios.

De resto, deve-se averiguar se o tempo de 30 dias para as avaliações necessita ser aumentado, para viabilizar produção de biomassa em níveis suficientes para atendimento das análises que demandem maior quantidade de amostra, e assim tornar mais eficaz o processo de triagem precoce e rápida de genótipos de azevém anual objetivando a seleção para tolerância a estresses abióticos.

Agradecimentos

À Embrapa pelo estágio e apoio. Ao Sr. Sebastião de Castro Evaristo pelo apoio no desenvolvimento do experimento.

Referências

BALIGAR, V. C. Absorption kinetics of Ca, Mg, Na and P by intact corn and onion roots. **Journal of Plant Nutrition**, v. 8, n. 6, p. 543-554, 1985.

BANDURSKA, H.; KRZYSZKOWSKA, J.; MOLINSKI, K.; ZIELEZINSKA, M. A method of early selection of cucumber genotypes insensitive to chilling based on data mining. **Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus**, v. 10, p. 225-233, 2011.

GODIM, T.; GUEDES, J.; RIBEIRO, L.; LOPES, G.; MATOS, W. Optimization of a cloud point extraction procedure with response surface methodology for the quantification of dissolved iron in produced water from the petroleum industry using FAAS. **Marine Pollution Bulletin**, 114:786–791, 2017.

NIU, Y.; JIN, G.J.; LI, X.; TANG, C.; ZHANG, Y.; LIANG, Y.; YU, J. Phosphorus and magnesium interactively modulate the elongation and directional growth of primary roots in *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. **Journal of Experimental Botany**, v. 66, p. 3841-3854, 2015.

OVERVOORDE, P.; FUKAKI, H.; BEECKMAN, T. Auxin control of root development. **Cold Spring Harbor Perspective Biology**, v.2, p.1-17, 2010.

PANDEY, G.K. **Mechanism of plant hormone signaling under stress**. New York: John Wiley & Sons, 2017. p.362-363.

SCHMIDT, W.; TITTEL, J.; SCHIKORA, A. Role of hormones in the induction of iron deficiency responses in *Arabidopsis* roots. **Plant Physiology**, v. 122, p. 1109-1118, 2000.

SILVA, M.A.; JIFON, J.L.; SAILVA, J.A.G.; SHARMA, V. Use of physiological parameters as fast tools to screen for drought tolerance in sugarcane. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.19, p.193-201, 2007.