BIOESTIMULANTES À BASE DE SUBSTÂNCIAS HÚMICAS E AMINOÁCIDOS PROMOVEM O AUMENTO DO CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE MILHO

Natanael Tavares de Oliveira[1]
Sylvia Morais de Sousa[2]

RESUMO

Os bioestimulantes empregados na agricultura moderna são compostos por substâncias organominerais e/ou microrganismos que visem o aumento do desenvolvimento vegetal. Produtos a base de substâncias húmicas (SH) podem afetar diretamente a fisiologia das plantas, principalmente o sistema radicular. Já produtos à base de aminoácidos podem desempenhar um papel na regulação da sinalização no processo de aquisição de nutrientes e aumento da biomassa. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de um bioestimulante à base de SH e dois a base de aminoácidos, em plântulas de milho crescidas em solução nutritiva. Para isso, um genótipo de milho, previamente caracterizado quanto à morfologia radicular foi cultivado em solução nutritiva por sete dias e foram avaliadas características de morfologia radicular e peso seco total. O bioestimulante A, à base de SH, teve efeito positivo para área de superfície total, área de superfície de raízes com diâmetro entre 1-2 mm e 2-4,5 mm. Já o bioestimulante à base de aminoácidos C teve efeito positivo na área de superfície total. Todos os bioestimulantes promoveram o aumento do peso seco total. Os resultados indicam que os bioestimulantes podem aumentar o crescimento radicular e a absorção de nutrientes contribuindo para o aumento de produção vegetal.

Palavras-chave: Promotores de crescimento. Enraizadores. Solução nutritiva. Raiz.

[1] Biólogo, MSc em Biotecnologia e Gestão da Inovação pelo Centro Universitário de Sete Lagoas e bolsista do Programa de Doutorado em Bioengenharia de Sistemas Biológicos da UFSJ. E-mail: natanaeltavaress@yahoo.com.br | [2] Bióloga, DSc. Pesquisadora em Biologia Molecular da Embrapa Milho e Sorgo, Professora do Mestrado Profissional em Biotecnologia e Gestão da Inovação do Centro Universitário de Sete Lagoas e da Pós-graduação em Bioengenharia da Universidade Federal de São João del-Rei, Sete Lagoas, MG. E-mail: sylvia.sousa@embrapa.br

1 INTRODUÇÃO

Os bioestimulantes são definidos como uma mistura de reguladores de crescimento, compostos por hormônios vegetais ou hormônios sintéticos que, quando aplicados na planta, agem diretamente na fisiologia do vegetal, potencializando o seu desenvolvimento (CALVO *et al.*, 2014). Esses produtos também podem ser definidos como promotores de crescimento vegetal não nutritivos, sendo seu efeito baseado no estímulo à absorção de nutrientes e formação de quelatos orgânicos e na promoção do equilíbrio hormonal da planta (ELLIOTT *et al.*, 1996). São aplicados exogenamente em pequenas quantidades via foliar, solo ou semente e possuem ações similares a grupos de hormônios vegetais conhecidos (DU JANNIN *et al.*, 2012; KLAHOLD *et al.*, 2006).

As substâncias húmicas (SH) são formadas por ácidos húmicos, ácidos fúlvicos e huminas. Esses compostos estimulam a produção de hormônios vegetais naturais (auxinas, citoquininas e giberelinas) que podem afetar positivamente os mecanismos fisiológicos do desenvolvimento vegetal (SILVA *et al.*, 2011). Os ácidos húmicos presentes nas SH, provocam o aumento da síntese de H+-ATPase de membrana, esse aumento favorece a ativação das bombas de H+, sendo essas bombas responsáveis pelo surgimento de raízes laterais (FAÇANHA *et al.*, 2002). Dessa forma, há otimização do processo de absorção de água e nutrientes presentes no solo (CANELLAS, 2005).

Os aminoácidos (AA) têm sido empregados na agricultura há décadas nas mais diversas culturas e podem provocar efeitos diretos relacionados com a assimilação de N, de enzimas do ciclo TCA, atividades hormonais, efeitos quelantes e antioxidantes, bem como efeitos indiretos, relacionados com a nutrição e crescimento vegetal, por meio do aumento da biomassa e atividade de microrganismos, fertilidade e respiração do solo (DU JARDIN, 2015).

A adoção de tecnologias e produtos que tenham efeito bioestimulante, biopromotor ou atenuadores de efeitos de estresses abióticos são promissoras, pois esses produtos apresentam substâncias de efeito em enraizamento, como hormônios e ácidos orgânicos e/ou micronutrientes, mas pouco se sabe sobre os mecanismos de ações dessas, tornando o desenvolvimento e, principalmente, a recomendação dos produtos totalmente empírica. A busca para o melhor entendimento dos mecanismos de ação dos bioestimulantes já se estende há décadas, porém até hoje muitas perguntas nessa esfera ainda não estão esclarecidas, principalmente quando se trata do local de atuação dos fitormônios exógenos nos órgãos dos vegetais. No entanto, pesquisas mostram os benefícios dos bioestimulantes em diversas culturas, além disso, os dados apontam que o uso de bioestimulantes não substitui a adubação com fertilizantes químicos, mas contribui para a redução do seu uso. Portanto, esse trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de três bioestimulantes em plântulas de milho crescidas em solução nutritiva.

2 METODOLOGIA

O trabalho foi conduzido na Câmara de Crescimento da Embrapa Milho e Sorgo em Sete Lagoas – Minas Gerais. Foi utilizado o genótipo de milho L521236/CMSM036 do programa de melhoramento de milho da Embrapa Milho e Sorgo. Foram utilizados três produtos bioestimulantes, sendo dois comerciais e um em fase de teste. O bioestimulantes A (Comercial), BlackGold® produzido pela FORTGREEN à base de SH,

o produto B (Comercial) AMINO®Plus e o produto C (teste), ambos à base de AA produzidos pela AJINOMOTO FERTILIZANTES.

As sementes de milho foram desinfetadas com hipoclorito de sódio 0,5%, por cinco minutos, lavadas e embebidas durante quatro horas em água deionizada e germinadas em papel de germinação em câmara de crescimento. Após a germinação das sementes por quatro dias, plântulas uniformes foram selecionadas e transplantadas para um sistema composto por bandejas plásticas e opacas contendo oito litros de solução nutritiva Hoagland meia força pH 5,65 (LIU *et al.*, 1998). A raiz de cada plântula foi fixada a orifícios circulares de copos de polietileno e encaixadas em placas plásticas apoiadas sobre as bandejas com solução nutritiva e mantidas em aclimatação por sete dias. Após a aclimatação, foram adicionadas as doses dos bioestimulantes A, B e C, (54,4; 5,0 e 5,0 µL L-1, respectivamente) e avaliados após sete dias de tratamento e comparados com controle negativo. A solução nutritiva foi trocada a cada três dias e as plantas mantidas em câmara de crescimento com temperatura diurna média de 27±3 °C, noturna de 20±3 °C e fotoperíodo de 12 horas, sob aeração contínua. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com quatro repetições contendo cinco plantas cada.

Em todos os experimentos, o sistema radicular foi separado da parte aérea e fotografado com uma câmera digital (Nikon D300S SLR). As imagens obtidas foram analisadas com o auxílio dos softwares RootReader2D e WinRhizo v. 4.0 (Regent Systems, Quebec, Canadá), sendo quantificadas as características relacionadas a morfologia radicular: comprimento total (cm) (CRT), superfície total (cm2) (AST), diâmetro médio (mm) (DM), além de área de superfície de raízes com diâmetro entre 0,0 e 1,0 mm (AS1), 1,0 e 2,0 mm (AS2) e 2,0 e 4,5 mm (AS3) (DE SOUSA et al., 2012). Além desses parâmetros, foi obtido o peso seco por planta da parte aérea e das raízes, que foram desidratadas em estufa de circulação forçada a 65°C e pesadas em balança de precisão após o surgimento do peso constante. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo programa computacional SISVAR versão 5.4 (FERREIRA, 2011) e as médias comparadas pelo teste LSD (P<0,05) para avaliação das características do sistema radicular e peso seco de plântulas de milho sob efeito dos bioestimulantes.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O coeficiente de variação foi baixo para quase todas as características analisadas no experimento com os bioestimulantes A, B e C (TAB. 1), indicando confiabilidade dos dados. A análise de variância mostrou que para o fator bioestimulante houve diferença significativa para as características diâmetro médio, área de superfície entre 2,0 e 4,5 mm e peso seco total (TAB. 1). Após sete dias de tratamento foi observado aumento da área de superfície radicular total nos tratamentos com os bioestimulantes A e C (FIG. 1). A área de superfície de raízes com diâmetro entre 1 e 2 mm e 2 e 4,5 mm foi diferente no tratamento com o bioestimulante A (FIG. 1). Além disso, houve um aumento significativo no peso seco total das plântulas de milho tratadas com os bioestimulantes A, B e C em relação ao controle (FIG. 1).

Os tratamentos com os bioestimulantes à base de aminoácidos (B e C), levaram a um aumento da área de superfície total e consequentemente houve um ganho significativo do peso seco. Os bioestimulantes

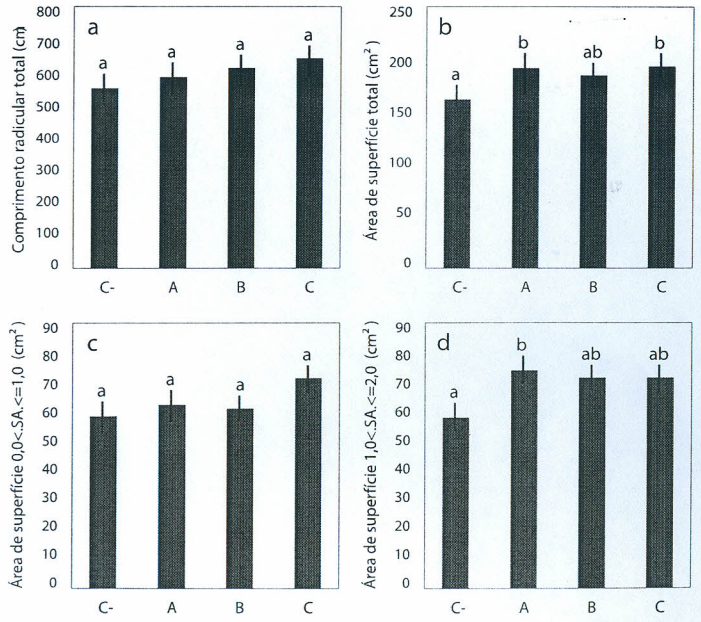
à base de aminoácidos tendem a ser mais eficientes no desenvolvimento vegetal quando associados a nutrientes e aplicados em baixas concentrações (CASILLAS *et al.*, 1986). Os aminoácidos podem exercer múltiplos papéis como bioestimulantes no crescimento da planta, tendo efeitos diretos e indiretos (CALVO *et al.*, 2014; DU JARDIN, 2015 e HALPERN *et al.*, 2015).

O bioestimulante A, à base de substâncias húmicas, teve maior efeito nas plantas de milho nas condições testadas. O processo do aumento do sistema radicular com uso de substâncias húmicas está diretamente ligado à ativação H+-ATPase associada a um aumento na absorção de NO3 - facilitando assimilação de íons, aumentando a respiração celular e a produção de ATP nas células radiculares (FAÇANHA *et al.*, 2002). A inserção de produtos bioestimulantes na agricultura, associada com manejo adequado do solo, pode apresentar resultados expressivos no ganho de produtividade, que é um fator preponderante para a agricultura, tendo em vista, uma população que cresce a cada dia.

Tabela 1. Resumo das análises de variância para características radiculares e peso seco do genótipo de milho avaliado sob efeito dos bioestimulantes A, B e C com sete dias de tratamento. Comprimento radicular total (CTR) (cm), área de superfície radicular total (AST) (cm²), diâmetro médio (DM) (mm), área de superfície de raízes com diâmetro entre 0 e 1,0 mm (AS1) (cm²), área de superfície de raízes com diâmetro entre 1,0 e 2,0 mm (AS2) (cm²), área de superfície de raízes com diâmetro entre (AS3) (cm²) e peso seco total (PST) (g).

FV	GL	Quadrado Médio						
		CTR	AST D	M	AS1	AS2	AS3	PST
Bioestimulante (B) 3		7456,15ns	908,42ns 0	,0093*	152,62ns	231,46ns	40,90**	0,0044**
Erro	12	5306,55	378,45 0	,0021	78,83	165,82 4	,96	0,0005
Total 1	5							
CV %		11,83	10,42 4	,75	13,65	18,16 6	,59	7,58
Média Geral		615,65	186,64 0	,9856	65,04	70,92	33,79 0	,29

ns não significativo, * significativo a 5% e ** significativo a 0,01 % de probabilidade pelo teste F



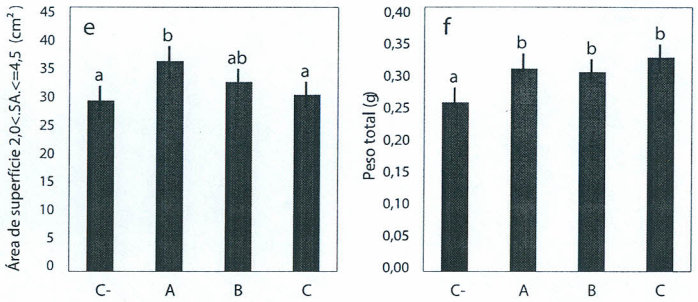


Figura 1. Características radiculares e peso seco total de plântulas de milho após sete dias de tratamento com os bioestimulantes A (54,4 µL L-1), B (5,0 µL L-1) e C (5,0 µL L-1) e controle negativo (C-). (a) Comprimento radicular total (cm), (b) área de superfície total (cm^2), (c) área de superfície de raízes com diâmetro entre 0 e 1 mm (cm^2), (d) área de superfície de raízes com diâmetro entre 1 e 2 mm (cm^2), (e) área de superfície de raízes com diâmetro entre 2 e 4,5 mm (cm^2), (f) peso seco total (g). As barras com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste (LSD) ($p<0,05$).

4 CONCLUSÃO

Os bioestimulantes A, B e C promoveram o aumento da área de superfície total da raiz e, consequentemente, do peso seco total das plântulas de milho crescidas em solução nutritiva.

REFERÊNCIAS

CALVO, P., NELSON, L., KLOEPPER, J. W. Agricultural uses of plant biostimulants. **Plant Soil**, v. 383, n. 1-2, p. 3-41, 2014.

CANELLAS, L. P., SANTOS, G. A. **Humosfera**: tratado preliminar sobre a química das substâncias húmicas. Campos dos Goytacazes, CCTA / UENF, 309 p. 2005.

CASILLAS, V. J. C., *et al.* Análisis cuantitativo de la aplicación de cuatro bioestimulantes en el cultivo del rabano (*Raphanus sativus L.*). **Acta Agronomica**, v. 36, n. 32, p.185-195, 1986.

DE SOUSA, S. M., *et al.* A role for root morphology and related candidate genes in P acquisition efficiency in maize. ***Functional Plant Biology***, v. 39, n. 11, p. 925-935, 2012.

DU JARDIN, P. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. **Scientia Horticulturae**, v. 196, p. 3-14, 2015.

ELLIOTT, M. L., PREVATTE, M. Response of Tifdwarf Bermudagrass to Seaweed-derived Biostimulants. **HortTechnology**, v. 6, n. 3, p. 261-263, 1996.

FAÇANHA, A. R., *et al.* Bioatividade de ácidos húmicos: efeito sobre o desenvolvimento radicular e sobre a bomba de prótons da membrana plasmática. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 37, n. 9, p. 1301-1310, 2002.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

HALPERN, M., *et al.* Chapter Two - The Use of Biostimulants for Enhancing Nutrient Uptake. **Advances in Agronomy**, v. 130, p. 141-174, 2015.

KLAHOLD, C. A., *et al.* Resposta da soja (*Glycine max* L. Merrill) à ação de bioestimulante. **Acta Scientiarum**. Agronomy, v. 28, n. 2, p. 179, 2006.

LIU C., *et al.* Tomato phosphate transporter genes are differentially regulated in plant tissue by phosphorus. **Plant Physiology**, v. 116, n. 1, p. 91-99, 1998.

SILVA, A. C., *et al.* Promoção do crescimento radicular de plântulas de tomateiro por substâncias húmicas isoladas de turfeiras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 5, p. 1609-1617, 2011.