

Avaliação de plântulas de milho sob ação de bioestimulantes à base de substâncias húmicas e aminoácidos

Natanael Tavares de Oliveira⁽¹⁾; Sylvia Morais de Sousa⁽²⁾

⁽¹⁾ Estudante; Universidade Federal de São João del-Rei; São João del-Rei, Minas Gerais; natanaeltavaress@yahoo.com.br; ⁽²⁾ Pesquisadora; Embrapa Milho e Sorgo.

RESUMO: Os bioestimulantes são amplamente utilizados na agricultura moderna e são compostos por substâncias e/ou microrganismos que podem aumentar o desenvolvimento vegetal. O objetivo desse trabalho foi estabelecer o tempo ideal de exposição de plântulas de milho com bioestimulantes à base de substâncias húmicas (SH) e aminoácidos para avaliação dos seus efeitos. Foram utilizados três bioestimulantes, A (à base de SH), B e C (à base de aminoácidos), sendo A e B comerciais e C em fase de teste. As plântulas de milho foram crescidas em solução nutritiva Hoagland meia força (pH 5,65) pelo sistema de *floating* sob um período de aclimação de sete dias. Após o período de aclimação em solução foram adicionadas as doses de 54,4, 5,0 e 5,0 $\mu\text{L L}^{-1}$ dos bioestimulantes A, B e C, respectivamente. As raízes foram fotografadas com três e sete dias de tratamento e as características radiculares foram quantificadas com RootReader2D e WhinRhizo. Na avaliação com três dias de tratamento não houve aumento do crescimento radicular. Já na avaliação com sete dias de tratamento houve um aumento na área de superfície total da raiz, área de superfície de raízes com diâmetro entre 1-2 mm e 2-4,5 mm e peso seco total por plântula. Portanto, o tratamento com sete dias foi o mais indicado para avaliação de plântulas de milho sob efeito de bioestimulantes.

Termos de indexação: Promotores de crescimento, solução nutritiva, raiz.

INTRODUÇÃO

Para o cultivo do milho são empregadas tecnologias de ponta, incluindo o uso crescente de sementes melhoradas tratadas com fungicidas, herbicidas e bioestimulantes, principalmente nas médias e grandes propriedades (SANTOS et al., 2014).

Os bioestimulantes podem ser definidos como produtos promotores de crescimento vegetal não nutritivos, sendo seu efeito baseado no estímulo à absorção de nutrientes e quelatos orgânicos e na promoção do equilíbrio hormonal da planta (ELLIOTT; PREVATTE, 1996). Podem ser aplicados em pequenas quantidades exogenamente via foliar, solo ou sementes com a premissa de otimizar o

potencial genético da planta (DU JARDIN, 2015). Além disso, os bioestimulantes orgânicos têm um grande potencial para reduzir o uso de fertilizantes convencionais sem prejudicar o crescimento da planta (RUSSO; BERLYN, 1990).

As substâncias húmicas (SH) são formadas por ácidos húmicos, ácidos fúlvicos e huminas. Esses compostos possuem bioatividade similar aos hormônios vegetais endógenos (SILVA et al., 2011). Os ácidos húmicos presente nas SH provocam o aumento da síntese de H^+ -ATPase de membrana, favorecendo a ativação das bombas de H^+ responsáveis pelo surgimento de raízes laterais (FAÇANHA et al., 2002), otimizando assim o processo de absorção de água e nutrientes presentes no solo (CANELLAS; SANTOS, 2005). Os aminoácidos podem provocar efeitos diretos, relacionados com a assimilação de N, de enzimas do ciclo TCA, atividades hormonais, efeitos quelantes e antioxidantes, e os indiretos que estão associados com a nutrição e crescimento vegetal através do aumento da biomassa e atividade de microrganismos, fertilidade e respiração do solo (DU JARDIN, 2015).

No entanto, a utilização de bioestimulante de forma inadequada pode promover efeitos indesejados na lavoura. Resultados positivos ou negativos promovidos pelo uso de bioestimulantes dependem de uma série de fatores, tais como a espécie ou cultivar, o órgão ou a idade ideal da planta para aplicação, além da concentração recomendada para cada cultura (ZANDONADI et al., 2014). Outro fator determinante para efeitos inibitórios ou aumento do desenvolvimento vegetal é o tempo de exposição da planta com os bioestimulantes (KELTING et al., 1997), por isso esse trabalho buscou determinar o tempo ideal para avaliação do sistema radicular de plântulas de milho sob efeito de bioestimulantes.

MATERIAL E MÉTODOS

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 bioestimulante comercial A, BlackGold®, produzido pela FORTGREEN à base de SH, o produto comercial B, AMINO®Plus, e o produto em teste C, ambos à base de aminoácidos 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 transplantadas para um sistema composto por bandejas com oito litros de solução nutritiva Hoagland meia força pH 5,65 (LIU et al., 1998) e mantidas em aclimação por sete dias. Após a aclimação foram adicionadas as doses dos bioestimulantes A, B e C, (54,4; 5,0 e 5,0 $\mu\text{L L}^{-1}$, respectivamente) e mais o controle negativo (sem tratamento). A solução nutritiva foi trocada a cada três dias e as plantas foram mantidas em câmara de crescimento sob condições controladas por três e sete dias. Em todos os experimentos o sistema radicular foi separado da parte aérea e o sistema radicular foi 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 de morfologia radicular e o peso seco total (DE SOUSA et al., 2012).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com quatro repetições com cinco plantas cada. 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 ($P < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O coeficiente de variação foi baixo para todas as características analisadas no experimento com os bioestimulantes A, B e C (**Tabela 1**), indicando confiabilidade dos dados. A análise de variância mostrou que houve diferença significativa para as características diâmetro médio, área de superfície entre 2,0 e 4,5 mm e peso seco total, considerando bioestimulante e para comprimento total da raiz, diâmetro médio, área de superfície entre 0 e 1,0 mm, área de superfície entre 2,0 e 4,5 mm e peso seco total considerando coleta. A interação entre bioestimulante x coleta (BxC) foi significativa apenas para área de superfície entre 2,0 e 4,5 mm e peso seco total (**Tabela 1**).

Na avaliação do sistema radicular com três dias de tratamento houve redução da área de superfície de raízes entre 2,0 e 4,5 mm com os três produtos (**Figura 1**). Já na avaliação com sete dias de

tratamento, os bioestimulantes A e C tiveram um efeito positivo significativo da área de superfície total (AST). Além disso, o produto A também afetou significativamente a área de superfície de raízes entre 1,0 e 2,0 mm (AS2) de raízes entre 2,0 e 4,5 mm (AS3), e todos os três bioestimulantes tiveram um efeito positivo no peso seco total (**Figura 1**).

Os tratamentos com os bioestimulantes à base de aminoácidos (B e C), principalmente o C, levaram a um aumento da área de superfície total e consequentemente houve um ganho significativo do peso seco sob uma dose baixa do produto (5,0 $\mu\text{L L}^{-1}$). 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). Em alface, por exemplo, há aumento da matéria seca de 5,2 a 10,8% com a aplicação de 0,2 e 0,4%, respectivamente, de um bioestimulante comercial à base de aminoácidos (KOWALCZYK et al., 2008). Proteínas hidrolisadas, devido a um comportamento semelhante ao da auxina, aumentaram a taxa de alongamento do coleóptilo de milho quando comparado ao controle, além disso, esse bioestimulante teve efeito positivo nas raízes de tomate e na parte aérea de ervilhas (COLLA et al., 2014). Os aminoácidos podem exercer múltiplos papéis como bioestimulantes no crescimento da planta, tendo efeitos diretos e indiretos (CALVO et al., 2014; DU JARDIN, 2015; HALPERN et al., 2015). Os efeitos diretos estão relacionados com a assimilação de N, de enzimas do ciclo TCA, atividades hormonais, efeitos quelantes e antioxidantes e os indiretos estão relacionados com a nutrição e crescimento vegetal, através do aumento da biomassa e atividade de microrganismos, fertilidade e respiração do solo (DU JARDIN, 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 NO_3^- (FAÇANHA et al., 2002), facilitando assimilação de íons, aumentando a respiração celular e a produção de ATP nas células radiculares (FAÇANHA et al., 2002; QUAGGIOTTI et al., 2004; MUSCOLO et al., 2007). Foram observados efeitos positivos no crescimento radicular de tomate crescido em solução nutritiva com bioestimulantes comerciais à base de ácido húmico extraído de leonardita, especialmente com a dose de 10 mg/L (ADANI et al., 1998), próxima à dose usada no experimento que corresponde a 20 mg/L. Também foram encontrados efeitos positivos no comprimento radicular de plantas de milho crescidas em solução nutritiva com adição de substâncias húmicas extraídas de carvões na dose 30 mg/L (SIEWERDT

et al., 1999) e nas plantas de milho e café submetidas a tratamento com substâncias húmicas na concentração de 40 mg/L de ácido húmico (FAÇANHA et al., 2002).

A adoção de tecnologias e produtos que tenham efeito bioestimulante são promissoras e o estabelecimento das condições de avaliação desses produtos é fundamental para um melhor entendimento dos mecanismos de ação deles.

CONCLUSÕES

Houve aumento da superfície radicular e do peso seco total após sete dias de tratamento com os bioestimulantes à base de substâncias húmicas e aminoácidos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Gislene Rodrigues Braga Cristeli pela ajuda na condução dos experimentos e à Embrapa e Fapemig pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

ADANI, F.; GENEVINI, P.; ZACCHEO, P.; ZOCCHI, G. The effect of commercial humic acid on tomato plant growth and mineral nutrition. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 21, n. 3, p. 561-575, 1998.

CALVO, P.; NELSON, L.; KLOPPER, J. W. Agricultural uses of plant biostimulants. **Plant and Soil**, The Hague, v. 383, n. 1/2, p. 3-41, 2014.

CANELLAS, L. P.; SANTOS, G. A. (Ed.). **Humosfera**: tratado preliminar sobre a química das substâncias húmicas. Campos dos Goytacazes: Ed. do Autor, 2005. 309 p.

CASILLAS, V. J. C.; LONDOÑO, J.; GUERRERO, H. A.; BUITRAGO, L. A. G. Análisis cuantitativo de la aplicación de cuatro bioestimulantes en el cultivo del rabano (*Raphanus sativus* L.). **Acta Agronomica**, Palmira, v. 36, n. 32, p. 185-195, 1986.

COLLA, G.; ROUPHAEL, Y.; CANAGUIER, R.; SVECOVA, E.; CARDARELLI, M. Biostimulant action of a plant-derived protein hydrolysate produced through enzymatic hydrolysis. **Frontiers in Plant Science**, v. 5, n. 448, p. 1-6, 2014.

DE SOUSA, S. M. de; CLARK, R. T.; MENDES, F. F.; OLIVEIRA, A. C. de; VASCONCELOS, M. J. V. de; PARENTONI, S. N.; KOCHIAN, L. V.; GUIMARAES, C. T.; MAGALHAES, J. V. A role for root morphology and related candidate genes in P acquisition efficiency in maize. **Functional Plant Biology**, Victoria, v. 39, n. 11, p. 925-935, 2012.

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

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

FAÇANHA, A. R.; FAÇANHA, A. L. O.; OLIVARES, F. L.; GURIDI, F.; SANTOS, G. de A.; VELLOSO, A. C. X.; RUMJANEK, V. M.; BRASIL, F.; SCHRIPSEMA, J.; BRAZ FILHO, R.; OLIVEIRA, M. A. de; CANELLAS, L. P. Bioatividade de ácidos húmicos: efeito sobre o desenvolvimento radicular e sobre a bomba de prótons da membrana plasmática. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, 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.; BAR-TAL, A.; OFEK, M.; MINZ, D.; MULLER, T.; YERMIYAHU, U. Chapter two -The use of biostimulants for enhancing nutrient uptake. **Advances in Agronomy**, v. 130, p. 141-174, 2015.

KELTING, M.; HARRIS, J. R.; FANELLI, J.; APPLETON, B.; NIEMIARA, A. Humate-based biostimulants do not consistently increase growth of container-grown Turkish hazelnut. **Journal of Environmental Horticulture**, Washington, v. 15, n. 4, p. 197-199, 1997.

KOWALCZYK, K.; ZIELONY, T.; GAJEWSKI, M. Effect of Aminoplant and Asahi on yield and quality of lettuce grown on rockwool. In: GAWRONSKA, D. (Ed.). **Biostimulators in modern agriculture**: general aspects. Warszawa: Wieś Jutra, 2008. p. 35-43.

LIU, C.; MUCHHAL, U. S.; UTHAPPA, M.; KONONOWICZ, A. K.; RAGHOTHAMA, K. G. Tomato phosphate transporter genes are differentially regulated in plant tissue by phosphorus. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 116, n. 1, p. 91-99, 1998.

MUSCOLO, A.; SIDARI, M.; FRANCIOSO, O.; TUGNOLI, V.; NARDI, S. The auxin-like activity of humic substances is related to membrane interactions in carrot cell cultures. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 33, n. 1, p. 115-129, 2007.

QUAGGIOTTI, S.; RUPERTI, B.; PIZZEGHELLO, D.; FRANCIOSO, O.; TUGNOLI, V.; NARDI, S. Effect of low molecular size humic substances on nitrate uptake and expression of genes involved in nitrate transport in maize (*Zea mays* L.). **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 55, n. 398, p. 803-813, 2004.

RUSSO, R. O.; BERLYN, G. P. The use of organic biostimulants to help low input sustainable agriculture. **Agronomy for Sustainable Development**, Paris, v. 1, n. 2, p. 19-42, 1990.

SANTOS, V. M. dos; MELO, A. V. de; CARDOSO, D. P.; GONCALVES, A. H.; VARANDA, M. A. F.; TAUBINGER, M. Uso de bioestimulantes no crescimento de plantas de *Zea mays* L. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 12, n. 3, p. 307-318, 2014.

SIEWERDT, L.; SILVA, R.; JABLONSKI, A.; SILVEIRA JÚNIOR, P. Crescimento da parte aérea e do sistema radicular do milho cultivado em solução nutritiva adicionada de substâncias húmicas. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 5, n. 2, 1999.

SILVA, A. C.; CANELLAS, L. P.; OLIVARES, F. L.; DOBBS, L. B.; AGUIAR, N. O.; FRADE, D. A. R.; REZENDE, C. E.; PERES, L. E. P. Promoção do

crescimento radicular de plântulas de tomateiro por substâncias húmicas isoladas de turfeiras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 35, n. 5, p. 1609-1617, 2011.

ZANDONADI, D. B.; SANTOS, M. P.; MEDICI, L. O.; SILVA, J. da. Ação da matéria orgânica e suas frações sobre a fisiologia de hortaliças. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 32, n. 1, p. 14-20, jan./mar. 2014.

Tabela 1. Resumo das análises de variância para características radiculares e peso seco de plântulas de milho avaliadas sob efeito dos bioestimulantes A, B e C em dois tempos 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	DM	AS1	AS2	AS3	PST
Bioestimulante (B)	3	7131,35ns	58,70ns	0,024**	123,33ns	153,35ns	91,54**	0,0028**
Coleta (C)	1	81936,58**	981,90ns	0,136**	1614,82**	196,71ns	1039,68**	0,0648**
B X C	3	11042,33ns	1396,96ns	0,001ns	229,75ns	126,03ns	78,23*	0,0017*
erro	24	5296,8	365,71	0,288	5207,95	107,77	2006,39	0,0887
Total	31							
CV (%)		12,88	10,56	5,3	17,73	15,17	11,05	8,04
Média Geral		565,05	181,10	1,05	57,93	68,44	39,49	0,2537

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

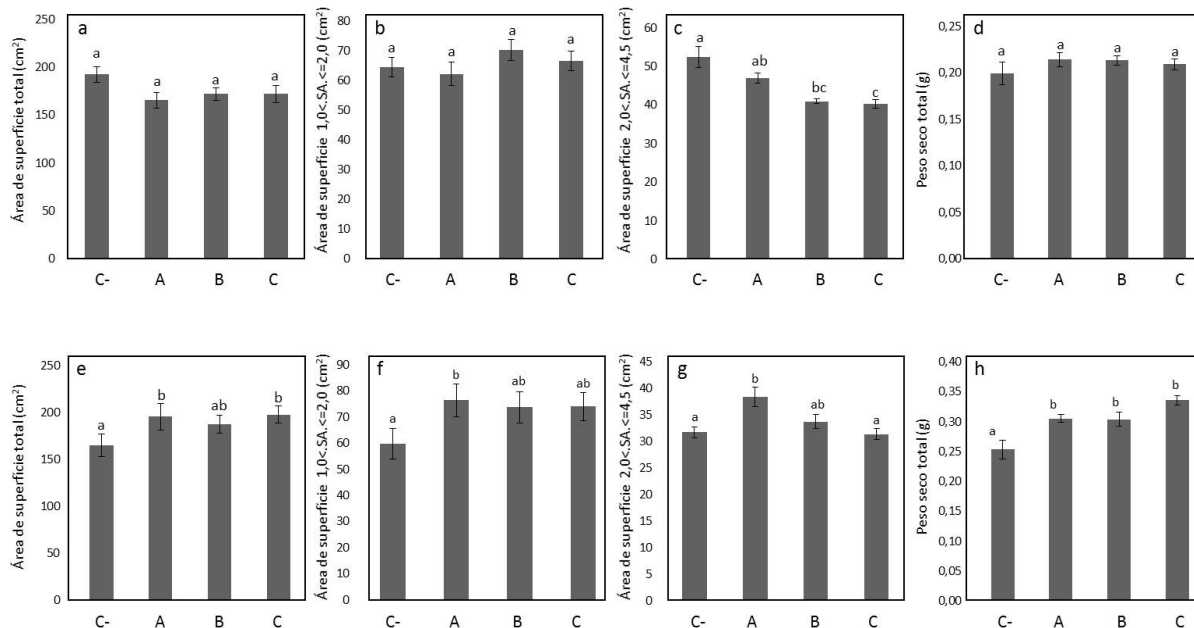


Figura 1. Características radiculares e peso seco total de plântulas de milho após três (a, b, c, d) e sete (e, f, g, h) dias de tratamento com os bioestimulantes A (54,4 µL L⁻¹), B (5,0 µL L⁻¹) e C (5,0 µL L⁻¹) e controle negativo (C-). As barras com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste LSD (p < 0,05).