



Ácidos húmicos para obtenção de maior massa fresca inicial em plantas de feijão comum 'Pérola'

Humic acids to obtain higher early fresh matter in 'Pérola' common bean plants

Lincon Rafael da Silva¹, Matheus Garcia Guimarães², Roberto José de Freitas³, Adilson Pelá⁴, Daniel Diego Costa Carvalho⁵

Resumo: Objetivou-se avaliar diferentes doses de ácidos húmicos na obtenção de massa fresca inicial de plantas de feijão comum 'Pérola'. Para tanto, sementes de feijão foram tratadas com Rhal S1[®] (18% de ácidos húmicos + 1,5% de ácidos fúlvicos) nas doses de 0, 100, 200, 300, 400 e 500 mL da solução para cada 100 kg de sementes. Em seguida, as sementes foram semeadas em vasos de 500 g de capacidade e após 14 dias de cultivo em casa de vegetação, foram mensurados a massa fresca da parte aérea e massa fresca das raízes. O experimento foi disposto em delineamento inteiramente casualizados (DIC) com quatro repetições (1 planta por vaso; 4 plantas por tratamento) e os resultados foram submetidos, à análise de regressão. As equações de regressão obtiveram resposta quadrática para todas as variáveis analisadas em função das doses aplicadas. As plantas de feijão responderam pelo aumento de massa fresca da parte aérea até a dose de 200 mL de Rhal S1[®] 100 Kg⁻¹ sementes, enquanto que a massa fresca das raízes respondeu até a dose de 100 mL de Rhal S1[®] 100 Kg⁻¹ sementes, confirmando maior demanda da parte aérea por ácidos húmicos do que as raízes.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*. Promoção de crescimento. Hormônio.

Abstract: It is aimed to evaluate different doses of humic acid to obtain early fresh matter of 'Pérola' common bean plants. Therefore, common bean seeds were treated with Rhal S1[®] (18% of humic acid + 1.5% of fulvic acids) at doses of 0, 100, 200, 300, 400 and 500 mL of solution for each 100 kg seeds. Just after, the seeds were sown in 500 g capacity pots and after 14-days cultivation in greenhouse, it was measured the fresh matter of the aerial part and fresh matter of the roots. The experiment was carried out in completely randomized design (CRD) with four replicates (1 plant per pot; 4 plants per treatment) and the results of the two experiments were subjected, together, to regression analysis. The regression equations obtained quadratic response for all variables evaluated in function of the applied doses. The common bean plants respond by the increasing of fresh matter of aerial part up to 200 mL of Rhal S1[®] 100 Kg⁻¹ seeds, while the fresh matter of the roots increasing up to 100 mL of Rhal S1[®] 100 Kg⁻¹ seeds, confirming greater demand of shoots by humic acids than the roots.

Key words: *Phaseolus vulgaris*. Growth promotion. Hormone.

* Autor para correspondência

Recebido para publicação em 08/01/2016; aprovado em 20/04/2016

¹Universidade Estadual de Goiás, Rodovia GO 330, km 241, Anel Viário, Setor Universitário, Ipameri, Goiás, Brasil. lincon_rafael10@hotmail.com

²Universidade Estadual de Goiás, Rodovia GO 330, km 241, Anel Viário, Setor Universitário, Ipameri, Goiás, Brasil. matheus_gg@hotmail.com

³Universidade Estadual de Goiás, Rodovia GO 330, km 241, Anel Viário, Setor Universitário, Ipameri, Goiás, Brasil. rjf05@uol.com.br

⁴Universidade Estadual de Goiás, Rodovia GO 330, km 241, Anel Viário, Setor Universitário, Ipameri, Goiás, Brasil. adilson.pela@ueg.br

⁵Universidade Estadual de Goiás, Rodovia GO 330, km 241, Anel Viário, Setor Universitário, Ipameri, Goiás, Brasil. daniel.carvalho@ueg.br



INTRODUÇÃO

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é considerado a mais importante leguminosa usada na alimentação humana, compreendendo 50% das leguminosas consumidas em todo o mundo, além disso, constitui importante fonte de proteína para as populações de baixa renda na América Latina e na África (ALWATHNANI et al., 2012). No Brasil os plantios de feijoeiro são de grande magnitude pois esta cultura é um dos componentes básicos da dieta da população, tornando o Brasil o maior produtor e consumidor mundial dessa leguminosa (BARBOSA E GONZAGA, 2012).

Os ácidos húmicos são substâncias de coloração escura presentes na matéria orgânica do solo, sua estrutura apresenta alto teor de anéis aromáticos e grupos funcionais hidrofílicos contendo oxigênio, e são formados principalmente por meio da transformação de resíduos animais e vegetais por microrganismos (PIMENTA et al., 2009). Os benefícios das substâncias húmicas sobre o crescimento de plantas têm sido reconhecidos em muitos trabalhos (ZANDONADI et al., 2007; CONCEIÇÃO et al., 2008; LANA et al., 2009). Esses efeitos sobre o desenvolvimento do vegetal, são dependentes da fonte, da dose, e do genótipo da planta avaliada, e atuam principalmente favorecendo o desenvolvimento do sistema radicular (PIMENTA et al., 2009).

Para exemplificar, pode-se citar o desenvolvimento da parte aérea e das raízes que são estimulados por substâncias húmicas originadas de diferentes fontes orgânicas (lodo de esgoto, composto orgânico, leonardita, turfa e ácidos húmicos comerciais) em níveis de até 10 mg de carbono por litro (AYUSO et al., 1996). Em estudo similar, Maggioni et al. (1987) indicou que ácidos húmicos e fúlvicos podem influenciar a absorção de nutrientes via um efeito enzimático, por intermédio da atividade de ATPase dependente de K^+ e Mg^{2+} . Já Samsom e Visser (1989) demonstraram que a permeabilidade da membrana plasmática pode ser alterada por estes ácidos.

A adição dos ácidos húmicos nas plantas possui a capacidade de estimular o seu crescimento (BALDOTTO et al., 2009; ROSA et al. 2009; NOMURA et al., 2012), porém a maioria dos estudos já realizados aplicam os ácidos húmicos na forma de solução nas plantas, sendo poucos os trabalhos de pesquisas que demonstram a aplicação via semente. Entretanto, deve-se considerar que a semente não representa somente um meio de propagação, mas carrega também uma nova forma de gerenciamento das novas tecnologias agrícolas que devem ser exploradas (MEDEIROS et al., 2004). Assim, devido ao surgimento de novos produtos para incorporação, como aditivo às sementes, sabe-se que estas absorvem as inovações do sistema produtivo (NICCHIO et al., 2013),

justificando as recentes pesquisas focando as sementes como veículos para promotores de crescimento inicial (LANA et al., 2009; CARVALHO et al., 2011).

Algumas substâncias orgânicas e os ácidos húmicos comerciais, com propriedades reguladoras de crescimento de plantas, são capazes de influenciar os processos fisiológicos vegetais quando em baixas concentrações (RODDA et al., 2006; MARQUES JÚNIOR et al., 2008). Assim, para detectá-las de forma rápida em amostras de origem vegetal ou microbiana faz-se necessário o emprego de procedimentos de fácil execução e baixo custo (CARVALHO et al., 2011). Para tanto, uma das alternativas descritas na literatura consiste no emprego de ensaios em casa de vegetação, que possibilita a avaliação de diferentes doses de ácidos húmicos e seu efeito na promoção/supressão do crescimento das culturas (CONCEIÇÃO et al., 2009). Assim, objetivou-se avaliar diferentes doses de ácidos húmicos na obtenção de massa fresca inicial de plantas de feijão comum 'Pérola'.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no mês de julho de 2013 em casa de vegetação localizada na Universidade Estadual de Goiás, Campus Ipameri, (17°43'00.38''S, 48°08'40.96''W, 796 m). Para tanto, sementes de feijão 'Pérola' foram tratadas com promotor ecológico de crescimento Rhal S1[®] (18% de ácidos húmicos + 1,5% de ácidos fúlvicos; Rhal Produtos Agropecuários, Criciúma, Santa Catarina, Brasil), nas doses de 0, 100, 200, 300, 400 e 500 mL da solução para cada 100 kg de sementes (CARVALHO et al., 2011). Em seguida, as sementes tratadas foram semeadas em vasos de 500g de capacidade (5 sementes por vaso), contendo latossolo vermelho escuro. Após 14 dias de cultivo, foram mensurados a massa fresca de raízes e parte aérea. O experimento foi disposto em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições (1 planta por vaso; 4 plantas por tratamento) e os resultados foram submetidos à análise de regressão com o auxílio do programa SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

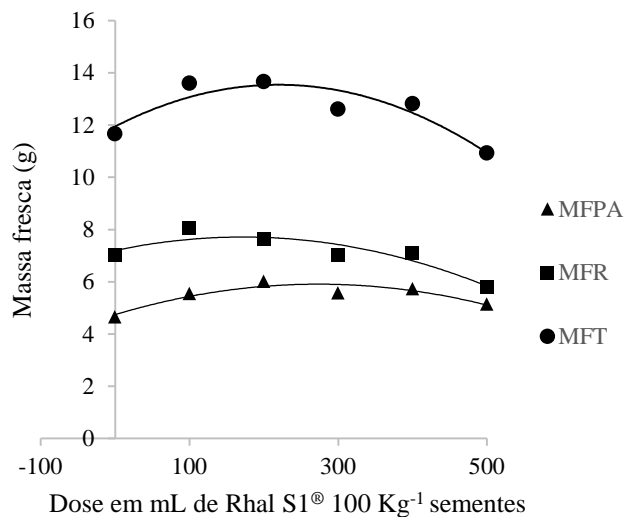
A Tabela 1 apresenta os resultados da análise de regressão, onde é possível verificar que as equações de regressão obtiveram resposta quadrática para todas as variáveis analisadas em função das doses aplicadas. Coeficientes de determinação acima de 82% foram obtidos para todos os modelos, os quais foram significativos ($P \leq 0,05$). Além disso, os valores do coeficiente de variação (CV) para a massa fresca da parte aérea (MFPA), raiz (MFR) e total (MFT) foram de 17,57%, 18,66% e 14,75%, respectivamente.

Tabela 1-Relação entre dose de Rhal S1[®] e massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca raiz (MFR) e massa fresca total (MFT) de plantas de feijão 'Pérola' aos 14 DAS.Ipameri, 2013.

Variável	Modelo	R ² (%)	(P<X)
MFPA	$Y = -0,000016x^2 + 0,008558x + 4,746920$	85,81	0,01
MFR	$Y = -0,000017x^2 + 0,005994x + 7,202277$	84,40	0,05
MFT	$Y = -0,000033x^2 + 0,014552x + 11,949196$	82,65	0,01

Baseando-se na Figura 1, é possível verificar que a MFPA apresentou aumento de massa (g) até a dose de 200 mL de Rhal S1® 100 Kg⁻¹ sementes, enquanto que a MFR e MFT apresentaram aumento de massa (g) até a dose de 100 mL de Rhal S1® 100 Kg⁻¹ sementes.

Figura 1. Relação entre dose de Rhal S1® e massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR) e massa fresca total (MFT) de plantas de feijão 'Pérola' aos 14 DAS. Os modelos para cada curva estão discriminados na Tabela 1. Ipameri, 2013.



No presente trabalho, atenção especial foi dada aos modelos obtidos e que relacionassem a dose de Rhal S1® empregada com a massa fresca obtida aos 14 DAS (CARVALHO et al., 2011). Neste sentido, ao se avaliar o efeito de ácidos húmicos sobre a massa fresca das plantas, o modelo da tabela 1 para MFPA corrobora com Rosa et al. (2009), que obtiveram um modelo polinomial do segundo grau para expressar a massa seca da parte aérea de plantas de feijão, aos 28 DAS, em resposta a doses de ácidos húmicos solúveis.

De forma oposta, Nicchio et al. (2013) obteve modelos lineares negativos para massa seca e massa fresca de milho aos 7 DAS, após tratamento das sementes com ácidos húmicos. Tal divergência pode ter ocorrido porque estes autores não avaliaram intervalos inferiores à dose de 200 mL de ácidos húmicos 100 Kg⁻¹ de sementes, o que pode ter interferido na obtenção dos modelos. A dose mínima avaliada por Nicchio et al. (2013) foi de 250 mL de ácidos húmicos 100 Kg⁻¹ de sementes e, as outras doses mais altas (375, 500 e 625 mL 100 Kg⁻¹ sementes) contribuíram para a obtenção do modelo linear negativo. Consequentemente, o ácido húmico (Aubem Agrega®) avaliado por Nicchio et al. (2013), não promoveu aumento da massa seca e massa fresca total, da parte aérea e radicular, no tratamento de sementes de milho.

Adicionalmente, é importante mencionar que em doses inadequadas, os ácidos húmicos podem ser tóxicos às células vegetais, pois os principais efeitos desta fitotoxicidade estão associados à inibição da germinação e da expansão radicular e, como resultado, tem-se lesões causadas ao tecido meristemático da radícula ou de limitações à respiração celular da planta (CAMARGO et al., 2001).

As curvas de regressão da Figura 1 mostram que a MFPA apresentou aumento de massa fresca até a dose de 200

mL de Rhal S1® 100 Kg⁻¹ sementes, enquanto que a MFR e MFT apresentaram aumento até a dose de 100 mL de Rhal S1® 100 Kg⁻¹ sementes. A necessidade de uma dose maior para a parte aérea, verificada na Figura 1, reside no fato de a avaliação ter sido realizada aos 14 DAS, isto é, no período inicial de crescimento, onde a planta necessita de maior investimento em folhas e caules, para formação da maquinaria fotossintética (TAIZ; ZEIGER, 2006), confirmando um dos efeitos fisiológicos dos ácidos húmicos em plantas que é o aumento no conteúdo de clorofila (CORDEIRO et al., 2010). Além disso, melhor resposta para o acúmulo de massa fresca da parte aérea ocorreu porque, na fase vegetativa inicial, a planta deve possuir maior quantidade de regulador de crescimento nos tecidos da parte aérea (ABRANTES et al., 2011). Por isto mesmo, grande parte dos efeitos estimulantes dos ácidos húmicos tem sido creditado à sua atividade similar à de hormônios vegetais (BALDOTTO et al., 2009).

Muitos estudos se dedicam em estudar o efeito de ácidos húmicos no comprimento (CARVALHO et al., 2011; SILVA et al., 2011) e massa seca (ROSA et al., 2009; BERNARDES et al., 2011). Entretanto, Hartwigsen e Evans (2000) ressaltam sobre a importância de estudar a massa fresca, principalmente das raízes, pois são as raízes que tornam a planta capaz de explorar um volume maior de solo e representa um processo importante na adaptação das plantas a ambientes com baixo conteúdo de nutrientes e restrição hídrica, pois os efeitos dos ácidos húmicos nas plantas estão relacionados com o aumento na absorção de nutrientes, devido à influência que estas substâncias possuem na permeabilidade da membrana celular das raízes (KERBAUY, 2004).

Finalmente, é válido salientar que apesar de a semente ser mais sensível a toxidez propiciada por ácidos húmicos, a aplicação via tratamento de sementes possibilita melhor absorção do produto e formação de raízes e no crescimento inicial da planta (NICCHIO et al., 2013) e também possui com vantagem a praticidade da aplicação e baixo custo da operação (CARVALHO et al., 2011).

CONCLUSÕES

As plantas de feijão responderam pelo aumento de massa fresca da parte aérea até a dose de 200 mL de Rhal S1® 100 Kg⁻¹ sementes.

A massa fresca da raiz aumentou até a dose de 100 mL de Rhal S1® 100 Kg⁻¹ sementes, confirmando maior demanda da parte aérea por ácidos húmicos do que as raízes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRANTES, F.L.; SÁ, M.E.; SOUZA, L.C. D.; SILVA, M.P.; SIMIDU H.M.; ANDREOTTI, M.; BUZETTI, S.; VALÉRIO FILHO, W.V.; ARRUDA, N. Uso de regulador de crescimento em cultivares de feijão de inverno. Pesquisa Agropecuária Tropical, v.41, n.2, p.148-154, 2011.

AGUIAR, N. O.; CANELLAS, L. P.; DOBBSS, L. B.; ZANDONADI, D. B.; OLIVARES, F. L.; FAÇANHA, A. R. Distribuição de massa molecular de ácidos húmicos e promoção do crescimento radicular. Revista Brasileira de Ciências do Solo, v.33, p.1613-1623, 2009.

ALWATHNANI, H. A.; PERVEEN, K.; TAHMAZ, R.;

- ALHAQBANI, S. Evaluation of biological control potential of locally isolated antagonist fungi against *Fusarium oxysporum* under in vitro and pot conditions. *African Journal of Microbiology Research*, v.6, n.2, p.312-319, 2012.
- AYUSO, M.; HERNANDEZ, T.; GARCIA, C.; PASCUAL, J.A. Stimulation of barley growth and nutrient absorption by humic substances originating from various organic materials. *Bioresources Technology*, v.57, n.3, p.251-257, 1996.
- BALDOTTO, L.E.B.; BALDOTTO, M.A.; GIRO, V.B.; CANELLAS, L.P.; OLIVARES, F. L.; BRESSAN-SMITH, R. Desempenho do abacaxizeiro 'vitória' em resposta à aplicação de ácidos húmicos durante a aclimação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.33, p.979-990, 2009.
- BARBOSA, F. R. e GONZAGA, A. C. O. Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro- comum na Região Central-Brasileira: 2012-2014. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, Documentos, 247p.
- BERNARDES, J.M.; REIS, J.M.R.; RODRIGUES, J.F. Efeito da aplicação de substância húmica em mudas de tomateiro. *Global Science and Technology*, v.4, n.3, p.92-99, 2011.
- CAMARGO, F.A.O.; ZONTA, E.; SANTOS, G.A.; ROSSIELLO, R.O.P. Aspectos fisiológicos e caracterização da toxidez de ácidos orgânicos voláteis em plantas. *Ciência Rural*, v.31, n.3, p.523-529, 2001.
- CARVALHO, D.D.C.; MELLO, S.C.M.; JÚNIOR, M.L.; SILVA, M.C. Controle de *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli* in vitro e em sementes, e promoção do crescimento inicial do feijoeiro comum por *Trichoderma harzianum*. *Tropical Plant Pathology*, v.36, n.1, p.28-34, 2011.
- CONCEIÇÃO, P.M.; VIEIRA, H.D.; CANELLAS, L.P.; MARQUES JÚNIOR, R.B.; OLIVARES, F.L. Recobrimento de sementes de milho com ácidos húmicos e bactérias diazotróficas endofíticas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.43, n.4, p.545-548, 2008.
- CONCEIÇÃO, P.M.; VIEIRA, H.D.; CANELLAS, L.P.; OLIVARES, F.L.; CONCEIÇÃO, P.S. Efeito dos ácidos húmicos na inoculação de bactérias diazotróficas endofíticas em sementes de milho. *Ciência Rural*, v.39, n.6, p.1880-1883, 2009.
- CORDEIRO, F.C.; FERNANDES, M.S.; SOUZA, S.R. Influência dos ácidos húmicos no metabolismo vegetal pode ser considerada uma resposta auxínica?. *Revista de Ciências da Vida*. v.30, n.2, p.111-131, 2010.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- HARTWIGSEN, J.; EVANS, M.R. Humic acid seed and substrate treatments promote seedling root development. *Hortscience*, v.35, n.7, p.1231-1233, 2000.
- KERBAUY, G.B. Fisiologia vegetal. Guanabara Koogan SA. Rio de Janeiro, 2004, 452p.
- LANA, A.M.Q.; LANA, R.M.Q.; GOZUEN, C.F.; BONOTTO, I.; TREVISAN L.R. Aplicação de reguladores de crescimento na cultura do feijoeiro. *Bioscience Journal*, v.25, n.1, p.13-20, 2009.
- MAGGIONI, A.; VARANINI, Z.; NARDI, S.; PINTON, R. Action of soil humic matter on plant roots: stimulation of ion uptake and effects on (Mg²⁺ + K⁺) ATPase activity. *Science of the Total Environment*, v.62, p.355-363, 1987.
- MARQUES JÚNIOR, R.B.; CANELLA, L.P.; SILVA, L.G.; OLIVARES, F.L. Promoção de enraizamento de microtoletes de cana-de-açúcar pelo uso conjunto de substâncias húmicas e bactérias diazotróficas endofíticas. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v.32, p.1121-1128, 2008.
- MEDEIROS, E. M.; BAUDET, L.; PERES, W. B.; EICHOLZ, E. D. Modificações na condição física das sementes de cenoura em equipamento de recobrimento. *Revista Brasileira de Sementes*, v.26, n.2, p.70-75, 2004.
- NICCHIO, B.; BOER, C.A.; SIQUEIRA, T.P.; VASCONCELOS, A.C.P.; REZENDE, W.S.; LANA, R.M.Q. Ácido húmico e bioativador no tratamento de sementes de milho. *Journal of Agronomic Sciences*, v.2, n.2, p.61-73, 2013.
- NOMURA, E. S.; DAMATTO JUNIOR, E. R.; FUZITANI, E. J.; SAES, L. A.; JENSEN, E. Aclimação de mudas micropropagadas de bananeira 'Grand Naine' com aplicação de biofertilizantes em duas estações do ano. *Revista Ceres*, v.59, n.4, p.518-529, 2012.
- PIMENTA, A.S.; SANTANA, J.A.S.; ANJOS, R.M.; BENITES, V.M.; ARAÚJO, S.O. Caracterização de ácidos húmicos produzidos a partir de carvão vegetal de duas espécies florestais do semi-árido: Jurema preta (*Mimosa tenuiflora*) e Pereiro (*Aspidosperma pyrifolium*). *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v.4, n.4, p.01-11, 2009.
- RODDA, M.R.C.; CANELLAS, L.P.; FAÇANHA, A.R.; ZANDONADI, D.B.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L.; SANTOS, G.A. Estímulo no crescimento e na hidrólise de ATP em raízes de alface tratadas com humatos de vermicomposto. I - Efeito da concentração. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v.30, p.649-656, 2006.
- ROSA, C.M.; CASTILHOS, R.M.V.; VAHL, L.C.; CASTILHOS, D.D.; PINTO, L.F.S.; OLIVEIRA, E.S.; LEAL, O.A. Efeito de substâncias húmicas na cinética de absorção de potássio, crescimento de plantas e concentração de nutrientes em *Phaseolus vulgaris* L. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v.33, p.959-967, 2009.
- SAMSON, G.; VISSER, S.A. Surface-active effect of humic acids on potato cell membrane properties. *Soil Biology & Biochemistry*, v.21, p.343-347, 1989.
- SILVA, A.C.; CANELLAS, L.P.F.L.O.; DOBBSS, L.B.; AGUIAR, N.O.; FRADE, D.Â.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 Ciências do Solo, v.35, p.1609-1617, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Plant physiology. 4. ed. Sinauer. Sunderland, 2006. 764 p.

ZANDONADI, D.B.; CANELLAS, L.P.; FAÇANHA, A.R. Indolacetic and humic acids induce lateral root development through a concerted plasmalemma and tonoplast H⁺ pumps activation. Planta, v.225, p.1583-1595, 2007.