

(DOI): 10.5935/PAeT.V10.N3.12

*Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science, Guarapuava-PR, v.10, n.3 p.109-114, 2017***Technical Note****Bioestimulantes via tratamento de sementes na promoção de crescimento de raízes de feijão (*Phaseolus vulgaris*)****Resumo**

Os bioestimulantes são utilizados em lavouras de feijão (*Phaseolus vulgaris*) para melhorar o desenvolvimento vegetativo das plantas, em especial o radicular. Entretanto, há pouco embasamento científico sobre o efeito desses produtos no desenvolvimento radicular. O objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito de bioestimulantes fornecidos via tratamento de sementes sobre o desenvolvimento radicular de plantas de feijão. O experimento foi realizado sob condições controladas e os tratamentos foram compostos por quatro bioestimulantes, sendo: ácidos húmicos e fúlvicos; extrato simples de algas (*Ascophyllum nodosum*); regulador vegetal com citocinina, giberelina e auxina; extrato alcalino de algas (*Ascophyllum nodosum*) e o tratamento controle. No estágio V_4 foi avaliado o desenvolvimento radicular do feijão, a massa seca do sistema radicular e parte aérea. No sistema radicular das plantas foi quantificado o comprimento da raiz central, comprimento total de raízes, diâmetro de raízes, área projetada de raízes, volume de raízes e volume específico de raízes. Com exceção do comprimento da raiz central, os bioestimulantes não afetaram nenhuma característica avaliada no sistema radicular do feijão, massa seca ou a relação entre parte aérea e sistema radicular. Nenhum bioestimulante incrementou a relação entre parte aérea e raiz em relação ao controle. O uso de bioestimulantes via tratamento de sementes não incrementou o desenvolvimento do sistema radicular do feijão.

Palavras chave: Desenvolvimento radicular; reguladores vegetais; volume radicular; área radicular.

Silas Maciel de Oliveira ¹
Renan Caldas Umburanas ²
Rodolfo Gonçalves Pereira ³
Lais Teles de Souza ⁴
José Laércio Favarin ⁵

Abstract**Biostimulants via seed treatment in the promotion of common bean (*Phaseolus vulgaris*) root growth**

Biostimulants has been used in common beans (*Phaseolus vulgaris*) crops to increase vegetative development, especially in roots. However, there are few reports in which biostimulants effect was assessed on root development. The goal this research was to evaluate the effects of biostimulants supplied by seed treatment on the root development of common bean. The experiment was carried out under controlled conditions and the treatments were composed of four biostimulants: humic and fulvic acids; simple algae extract (*Ascophyllum nodosum*); vegetable regulator with cytokinin, gibberellin and auxin; alkaline extract of algae (*Ascophyllum nodosum*) and control treatment. In V_4 common bean stage the root development, root and shoot dry mass were evaluated. Root length, root length, root diameter, projected area of roots, root volume,

Received at: 05/02/2017

Accepted for publication at: 04/08/2017

¹ Eng. Agrônomo. MSc. Prof. Dpto. Agronomia. Centro Universitário da Fundação de Ensino Octávio Bastos - Unifeob - Rua Carolina Malheiros, 92 - Vila Conrado, São João da Boa Vista - SP, 13870-720. Email: silasmaciel2000@hotmail.com

² Doutorando em Fitotecnia. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - USP - Avenida Pádua Dias, 11 - Agronomia, Piracicaba - SP, 13418-900. Email: renan.umburanas@gmail.com

³ Graduando em Agronomia. Centro Universitário da Fundação de Ensino Octávio Bastos - Unifeob - Rua Carolina Malheiros, 92 - Vila Conrado, São João da Boa Vista - SP, 13870-720. Email: rodolfopereiraagro@gmail.com

⁴ Mestrando em Fitotecnia. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - USP - Avenida Pádua Dias, 11 - Agronomia, Piracicaba - SP, 13418-900. Email: laisteles.souza@hotmail.com

⁵ Eng. Agrônomo. Dr. Prof. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - USP - Avenida Pádua Dias, 11 - Agronomia, Piracicaba - SP, 13418-900. Email: favari.esalq@gmail.com

and specific root volume were measured in the root system. Except for central root length, biostimulants did not affect characteristics evaluated in the root system, dry mass or the relation between shoot/ root system. No biostimulant increased the shoot/ root ratio compared with the control. Biostimulants use by seed treatment was not increase the development of the common bean root system.

Key words: Root development; plant regulators; root volume; root area.

Resumen

Bioestimulantes vía tratamiento de semillas en la promoción del crecimiento de raíces de frijol (*Phaseolus vulgaris*)

Se utilizan los bioestimulantes en cultivos de frijol (*Phaseolus vulgaris*) para mejorar el desarrollo vegetativo de las plantas, en particular el radicular. Sin embargo, hay poco fundamento científico sobre el efecto de estos productos en el desarrollo radicular. El reto de esta investigación fue evaluar el efecto de bioestimulantes suministrados vía tratamiento de semillas sobre el desarrollo radicular de plantas de frijol. El experimento fue realizado bajo condiciones controladas y los tratamientos fueron compuestos por cuatro bioestimulantes, siendo: ácidos húmico y fúlvico; extracto simple de algas (*Ascophyllum nodosum*); regulador vegetal con citocinina, giberelina y auxina; extracto alcalino de algas (*Ascophyllum nodosum*) y un tratamiento de control. En el estadio V4 se evaluó el desarrollo radicular del frijol, la masa seca del sistema radicular y parte aérea. En el sistema radicular de las plantas se cuantificó la longitud de la raíz central, la longitud total de las raíces, el diámetro de las raíces, el área de raíces, el volumen de raíces y el volumen específico de raíces. Con excepción de la longitud de la raíz central, los bioestimulantes no afectaron ninguna característica evaluada en el sistema radicular del frijol, masa seca o la relación entre parte aérea y sistema radicular. Ninguno bioestimulante evaluado incrementó la relación entre la parte aérea y la raíz en relación al control. El uso de bioestimulantes vía tratamiento de semillas no incrementó el desarrollo del sistema radicular del frijol.

Palabras clave: Desarrollo radicular, reguladores vegetales; volumen radícula área radicular.

Introdução

O feijão (*Phaseolus vulgaris*) é um dos alimentos mais consumidos no Brasil. O feijão possui grande importância nutricional na dieta alimentar dos brasileiros, pois o grão é umas das principais fontes de proteínas, especialmente da população de baixa renda. O Brasil é o maior produtor mundial de feijão, com produção anual de cerca de 3 milhões de toneladas e produtividade média de 1,1 Mg ha⁻¹ (CONAB, 2017).

Cerca de 60% do feijão cultivado na segunda ou terceira safra (CONAB, 2017), épocas em que os campos de produção estão mais sujeitos a estresse por falta de água. Neste cenário, o adequado desenvolvimento do sistema radicular se torna mais importante, pois aumenta a área de exploração do solo e conseqüentemente a absorção de água e nutrientes (NETO et al., 2016). Visando aumentar a exploração do sistema radicular do feijão no solo, vários produtores têm utilizado no tratamento de sementes produtos conhecidos como bioestimulantes.

Entretanto é necessário compreender melhor o efeito desses produtos no desenvolvimento radicular.

Os bioestimulantes são fornecidos para melhorar o equilíbrio hormonal das plantas, favorecer a expressão do potencial genético e estimular desenvolvimento radicular (ALMEIDA e RODRIGUES, 2017). Em geral, os bioestimulantes agem na degradação de substâncias de reserva das sementes, também na diferenciação, divisão e alongamento celulares (CASTRO e VIEIRA, 2001). Diversos trabalhos relatam aumento na produtividade de culturas em função da aplicação desses produtos, como feijão (COBUCCI et al., 2005), soja (BERTOLIN et al., 2010), milho (DOURADO NETO et al., 2014) entre outras (RAMOS JUNIOR et al., 2005).

Diversas substâncias são utilizadas como bioestimulantes, destacando-se os ácidos húmicos (AH), ácidos fúlvicos (AF), reguladores vegetais e recentemente extratos de algas marinhas. Os AH contribuem para melhores condições físicas, químicas e biológicas do solo e reduzem a toxidez por alumínio

(SANTOS e CAMARGO, 1999); conseqüentemente favorecem o crescimento das plantas (VAUGHAN e MALCOLM, 1985; ROCHA et al., 2001).

Os reguladores vegetais são compostos de substâncias naturais ou sintéticas que promovem ação semelhante aos hormônios produzidos pela planta (DAVIES, 1995; TAIZ e ZEIGER, 2011). O fornecimento de reguladores vegetais contendo auxina, giberelina e citocinina pode incrementar o vigor de sementes (ABRANTES, 2008) e o condicionamento fisiológico de mudas (LIMA, 2009; GUPTA et al., 2011).

Atualmente há poucas informações do efeito dos bioestimulantes no desenvolvimento do sistema radicular de culturas graníferas. Para o feijão, o aumento do sistema radicular torna-se ainda mais interessante, visto que a planta concentra a maior porção das raízes nos primeiros 20 cm de profundidade do solo (PIRES et al., 1991) e é cultivada em períodos sujeitos a falta de água. Diante do exposto, o objetivo da presente pesquisa foi avaliar o efeito de bioestimulantes via tratamento de sementes sobre o desenvolvimento de plantas de feijão, especialmente quanto ao sistema radicular.

Material e métodos

O experimento foi realizado no município de Caconde-SP (21°30' S, 46°37' W e altitude de 814 m) sob condições controladas. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados com cinco tratamentos e seis repetições. Os tratamentos foram compostos de quatro bioestimulantes: combinação de ácidos húmico e fúlvico; extrato simples de algas *Ascophyllum nodosum*; regulador vegetal, composto por citocinina (90 mg L⁻¹ de cinetina), giberelina (50 mg L⁻¹ de ácido giberélico) e auxina (50 mg L⁻¹ de ácido indol ilbutírico); combinação de extrato alcalina (pH= 8) de algas (*Ascophyllum nodosum*); e controle, sem aplicação de substâncias promotoras de crescimento. Os bioestimulantes foram fornecidos via tratamento de sementes, imediatamente antes da semeadura. Todos os tratamentos foram inoculados com *Rizobio tropici*.

Cada parcela foi composta de um vaso preenchido com de 20 dm³ de areia como substrato. As adubações de plantio e cobertura (V₄) foram realizadas com base em análise química do substrato,

de acordo com recomendação de Raij et al. (1996). A cultivar BRS Estilo foi semeada em 30 de setembro de 2016. Duas plantas em cada vaso foram conduzidas até o estágio V₄. Os vasos foram irrigados visando manter a umidade em 80% da capacidade de campo.

O solo envolto nas raízes foi lavado sobre peneira de 0,5 cm de malha. Após limpas, as raízes foram acondicionadas em recipientes de plástico e armazenadas a 0°C para posterior digitalização da imagem das raízes. As imagens digitais das raízes foram obtidas por meio de um scanner Epson XL 10000 com resolução de 300 dpi. Posteriormente, as imagens foram analisadas utilizando o software Winrhizo® versão 4.1c (REGENT INSTR. INC.). Foram quantificadas as raízes finas, médias, grossas, comprimento específico de raízes, área e volume explorados pelas raízes no solo. O comprimento específico de raízes foi obtido pela divisão do volume explorado pela massa seca de raízes. A massa seca de raízes e parte aérea das plantas foi obtida após o material vegetal ser seco em estufas por 72 horas a temperatura de 65°C.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de normalidade e homogeneidade pelo teste Box-Cox (BOX e COX, 1964). Quando necessário, seguiu-se os valores de lambda indicado pelo teste Box-Cox para transformação dos dados, que foi log ou raiz quadrada. Foram avaliados os efeitos entre os tratamentos por meio do Teste F. Quando rejeitada a hipótese de igualdade, o teste de Tukey a P≤0,05 foi realizado para comparar as médias dos tratamentos.

Resultados e discussão

O fornecimento de bioestimulantes não afetou a massa seca (MS) de raízes, MS total e a relação parte aérea e raízes (Tabela 1). Apesar do incremento de MS de folhas para as plantas submetidas ao regulador vegetal, a relação entre parte área e raiz não foi alterada. A relação entre parte aérea é um atributo importante para plantas superar condições de estresse, como a falta de água. Plantas que com menor relação entre parte aérea e raiz geralmente são mais tolerantes ao estresse por falta de água (XUE et al., 2017; ZHANG et al., 2017). Neste sentido, nossos resultados mostram que os bioestimulantes não seriam uma alternativa para aumentar o sistema radicular em feijão.

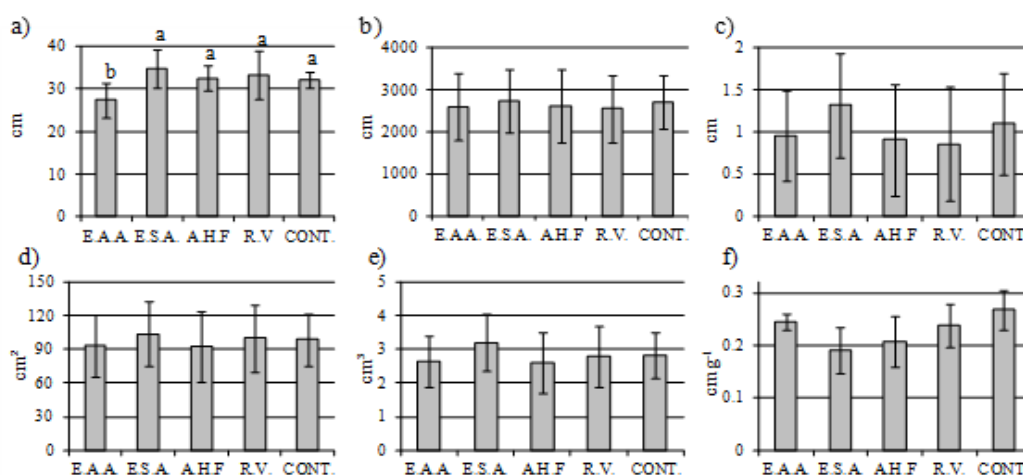
Tabela 1. Massa seca (MS) das folhas, MS das raízes, MS total e relação entre parte aérea e raiz (PA/R) de plantas de feijão submetidas a diferentes tratamentos bioestimulantes.

Treatamento	MS das folhas	MS das raízes	MS total	PA/R
	-----g vaso ⁻¹ -----			
Extrato alcalino de alga	1,2 b	0,65 ns	1,7 ns	1,9 ns
Extrato simples de alga	1,4 b	0,60 ns	1,7 ns	2,4 ns
Ácidos húmico e fúlvico	1,4 b	0,51 ns	1,6 ns	2,6 ns
Regulador vegetal	2,1a	0,66 ns	1,8 ns	3,5 ns
Controle	1,5ab	0,75 ns	1,8 ns	2,1 ns
CV	6,72	29,14	13,3	9,98
Pr >F	0,0295	0,3131	0,1870	0,2406

CV: Coeficiente de variação

O extrato alcalino de alga reduziu o comprimento da raiz central (pivotante), em relação aos demais tratamentos (Figura 1a). Não houve diferença entre os tratamentos com relação ao

comprimento total de raízes (Figura 1b); diâmetro de raízes (Figura 1c); área projetada de raízes (Figura 1d); volume de raízes (Figura 1e); e comprimento específico de raízes (Figura 1f).

**Figura 1.** Comprimento da raiz central (a); comprimento total de raízes (b); diâmetro de raízes (c); área projetada de raízes (d); volume de raízes (e); e comprimento específico de raízes (f). Extrato alcalino de alga (E.A.A). Extrato simples de alga (E.S.A.); Ácidos húmico e fúlvico (A.H.F.); Regulador vegetal (R.V.) e (CONT.) Controle.

Apesar de seu uso difundido nos últimos anos, o efeito de produtos bioestimulantes precisa ser melhor compreendido. Na literatura há resultados divergentes sobre a resposta dos bioestimulantes. Em avaliação feita 28 dias após emergência, a utilização de substâncias húmicas em tratamento de semente não modificou o crescimento radicular (ROSA et al., 2009). Por outro lado, há relato de que plântulas de feijão, em que as sementes foram tratadas com ácidos húmicos apresentaram maior comprimento radicular total e massa de matéria seca aos 8 e 16 dias após a semeadura (BINSFELD et al., 2014).

Neste sentido, possivelmente o efeito benéfico da utilização de bioestimulantes seja pronunciado nos primeiros dias do desenvolvimento da planta, quando a plântula ainda é dependente das substâncias de reserva da semente e conseqüentemente, estariam sobre o efeito do bioestimulante no metabolismo de reserva das sementes. Caso essa hipótese seja verdadeira, isso limita os prováveis benefícios dos bioestimulantes a um período muito curto. Conseqüentemente, a probabilidade de incremento a produção de grãos pelo uso de bioestimulantes também será baixa (PERIN et al., 2017).

Sob outra perspectiva, o uso de produtos bioestimulantes, como aminoácidos e reguladores de crescimento, é relatado como redutores do estresse oxidativo em plantas de soja (SOARES et al., 2016, TEIXEIRA et al., 2017). Nas condições desta pesquisa, as plantas houve estresse biótico ou abiótico para as plantas, o que pode ter mitigado a ação dos bioestimulantes utilizados. Assim, em condições ambientais favoráveis de desenvolvimento das plantas o desenvolvimento radicular dificilmente será afetado pelos bioestimulantes utilizados. Mais estudos precisam ser realizados para validar se em condições de estresse, os produtos bioestimulantes promovem o desenvolvimento radicular.

Conclusões

O uso de bioestimulantes via tratamento de sementes não incrementou o desenvolvimento do

sistema radicular do feijão, visto que comprimento, área e volume não foram diferentes entre os tratamentos. Nenhum bioestimulante incrementou a relação entre parte aérea e raiz em relação ao controle em plantas de feijão no estágio V₄.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP, processos 2010/11744-2; 2016/06310-0), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, processo 140209/2015-8) pelas bolsas e auxílios concedidos.

Referências

- ALMEIDA, G.M.; RODRIGUES, J.G.L. Development of plants by interference auxins, cytokinins, gibberellins and ethylene. **Applied Research & Agrotechnology**, v.9, n.3, p.111-117, 2017. DOI: 10.5935/PAeT.V9.N3.05
- BERTOLIN, D.C.; DE SÁ, M.E; ARF, O.; JUNIOR, E.F.; COLOMBO, A.S.; CARVALHO, F.L.B.M. Aumento da produtividade de soja com a aplicação de Bioestimulantes. **Bragantia**, v.69, n.2, p.339-347, 2010. DOI: 10.1590/S0006-87052010000200011
- BINSFELD, J.A.; BARBIERIN, A.P.P.; HUTH, C.; CABRERA, I.C.; HENNING, L.M.M. Uso de bioativador, bioestimulante e complexo de nutrientes em sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.44, n.1, p.88-94, 2014.
- CASTRO, P.R.C.; VIEIRA, E.L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. 1.ed. Guaíba: Agropecuária, 2001.
- COBUCCI, T.; CURUCK, F.J.; SILVA, J.G. **Resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) às aplicações de bioestimulante e complexos nutritivos**. Goiânia: Conafe, 2005.
- CONAB. **Produtos e serviços – indicadores da agropecuária**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 2 fev. 2017.
- DAVIES, P.J. The plant hormones; Their nature, occurrence, and functions. In: DAVIES, P. J. **Plant hormones: physiology, biochemistry and molecular biology**. 2.ed. London: Kluwer Academic Publishers, 1995, p. 1-13.
- DOURADO-NETO, D.; DARIO, G.J.A.; BARBIERI, A.P.P.; MARTIN, T.N. Ação de bioestimulante no desempenho agrônomo de milho e feijão. **Bioscience Journal**, v.30, n.3, p.371-379, 2014.
- GUPTA, V.; KUMAR, M.; BRAHMBHATT, H.; REDDY, C.R.K.; SETH, A.; JHA, B. Simultaneous determination of different endogenous plant growth regulators in common green seaweeds using dispersive liquid-liquid microextraction method. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.49, n.11, p.1259-1263, 2011. DOI: 10.1016/j.plaphy.2011.08.004
- NETO, A.P.; FAVARIN, J.L.; HAMMOND, J.P.; TEZOTTO, T.; COUTO, H.T. Analysis of phosphorus use efficiency traits in *Coffea* genotypes reveals *Coffea arabica* and *Coffea canephora* have contrasting phosphorus uptake and utilization efficiencies. **Frontiers in plant science**, v.7, 2016. DOI: 10.3389/fpls.2016.00408

- PERIN, A.; DE LIMA GONÇALVES, É.; FERREIRA, A.C.; SALIB, G.C.; RIBEIRO, J.M.M.; DE ANDRADE, E.P.; SALIB, N.C. Uso de promotores de crescimento no tratamento de sementes de feijão carioca. **Global science and technology**, v.9, n.3, p.98-105, 2017.
- PIRES, R.C.; ARRUDA, F.B.; FUJIWARA, M.; SAKAL, E.; BORTOLETTO, N. Profundidade do sistema radicular das culturas de feijão e trigo sob pivô central. **Bragantia**, v.50, n.1, p.153-162, 1991. DOI: 10.1590/S0006-87051991000100015
- RAMOS JUNIOR, E.U.; LEMOS, L.B.; SILVA, T.R.B. Componentes da produção, produtividade de grãos e características tecnológicas de cultivares de feijão. **Bragantia**, v.64, n.1, p.75-82, 2005. DOI: 10.1590/S0006-87052005000100008
- ROCHA, M.C.; SILVA, A.L.B.; ALMEIDA, A.; COLLARD, F.H. Efeito do uso de biofertilizante Agrobio sobre as características físico-químicas na pós-colheita do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) no município de Taubaté. **Revista Biociências**, v.7, n.2, p.1-7, 2001.
- 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*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, n.4, p.959-967, 2009. DOI: 10.1590/S0100-06832009000400020
- SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O. **Fundamentos da matéria orgânica: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 1.ed. Porto Alegre: Gênese, 1999.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Citocininas: reguladores da divisão celular. In: TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2011. p. 517 - 540.
- TEIXEIRA W.F.; FAGAN E.B.; SOARES L.H.; UMBURANAS, R.C.; REICHARDT, K.; DOURADO-NETO D. Foliar and seed application of amino acids affects the antioxidant metabolism of the soybean crop. **Frontiers in Plant Science**, v.8, 2017. DOI: 10.3389/fpls.2017.00327
- SOARES L.H.; DOURADO-NETO D.; FAGAN E.B., TEIXEIRA W.F.; REIS, M.R.; REICHARDT, K. Soybean seed treatment with micronutrients, hormones and amino acids on physiological characteristics of plants. **African Journal of Agricultural Research**. v.11, n.35, p.3314-3319, 2016. DOI: 10.5897/AJAR2016.11229
- VAUGHAN, D.; MALCOM, R. E. Influence of humic substances on biochemical process in plants. In: VAUGHAN, D.; MALCOM, R. E. (Ed.). **Soil organic matter and biological activity**, Dodrecht: Martinus Nijhoff/Junk, 1985. p.77-108.
- XUE, S.; YANG, X.; LIU, G.; GAI, L.; ZHANG, C.; RITSEMA, C.J.; GEISSEN, V. Effects of elevated CO₂ and drought on the microbial biomass and enzymatic activities in the rhizospheres of two grass species in Chinese loess soil. **Geoderma**, v.286, p.25-34, 2017. DOI: 10.1016/j.geoderma.2016.10.025
- ZHANG, H.; WEI, S.; HU, W.; XIAO, L.; TANG, M. Arbuscular mycorrhizal fungus *Rhizophagus irregularis* increased potassium content and expression of genes encoding potassium channels in *Lycium barbarum*. **Frontiers in Plant Science**, v.8, p. 440, 2017. DOI: 10.3389/fpls.2017.00440