

## DESEMPENHO DE MUDAS DE ALFACE SOB DOSES DE INOCULANTE BIOLÓGICO SOLUBILIZADOR DE FÓSFORO

Albert Lennon Lima Martins<sup>1</sup>, Bruno Silva Melo<sup>2</sup>, Cynthia Lhourrana Santos Silva<sup>3</sup>, Hallefy Elias Fernandes<sup>4</sup>, Adriano Sérgio Bernardo Queiroz<sup>5</sup>, Aloísio Freitas Chagas Júnior<sup>6</sup>

### RESUMO:

O desenvolvimento de sistemas de cultivo com hortaliças visando a otimização da produtividade tem exigido esforços no sentido de reduzir, ou até mesmo eliminar, deficiências do setor produtivo, como problemas nutricionais e fitossanitários das mudas. Diante disso, objetivou-se avaliar a capacidade do isolado de *Streptomyces* em promover o crescimento de mudas através da solubilização do fosfato em duas cultivares de alface, em diferentes dosagens em substrato comercial. Para ensaio de solubilização de fosfato in vitro foi utilizado meio PCA adicionado de solução de  $K_2HPO_4$  e  $CaCl_2$ . O delineamento estatístico adotado foi o inteiramente casualizado, com esquema bifatorial  $2 \times 5$ , totalizando 10 tratamentos com 4 repetições. Foram utilizadas as cultivares Grandes Lagos Americana e a Crespa Grand Rapids e cinco doses de inoculante de *Streptomyces* ssp. (0, 75, 150, 225, 300 g de inoculante a base de *Streptomyces* ssp. para cada kg do substrato comercial), sendo a unidade experimental constituída por dez plantas. As variáveis analisadas foram: altura de plântula, massa fresca parte aérea, massa fresca radicular, massa seca parte aérea, massa seca radicular e comprimento do sistema radicular. Quanto ao teste de capacidade de solubilização de fosfato, o isolado UFT-St07 apresentou índice de solubilização de fosfato. As melhores doses do inoculante de *Streptomyces* ssp. foram de 75 e 150 g  $kg^{-1}$  do inoculante, para todas as variáveis analisadas em cultivar de alface americana (Grandes Lagos Americana) e crespa (Crespa Grand Rapids). Conclui-se que o gênero *Streptomyces* é um agente promissor a ser utilizado como biofertilizante no intuito de promover o crescimento de plantas de alface.

**Palavras-chave:** *Lactuca sativa* L., actinobactéria, hortaliças.

## PERFORMANCE OF LETTUCE SEEDLINGS UNDER DOSES OF PHOSPHORUS SOLUBILIZING BIOLOGICAL INOCULANT

### ABSTRACT:

The development of cropping systems with vegetables aiming at the optimization of productivity has made efforts to reduce or even eliminate deficiencies of the productive sector, such as nutritional and phytosanitary problems of the seedlings. The objective of this study was to evaluate the ability of the *Streptomyces* isolate

<sup>1</sup>Professor Doutor, em Produção Vegetal na Universidade Estadual do Tocantins. Paraíso do Tocantins-TO, eng.albertlennon@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-2683-2035>

<sup>2</sup>Doutor em Produção Vegetal pela Universidade Federal do Tocantins. Gurupi-TO, brunosilvagameo@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-4593-1234>

<sup>3</sup>Mestre em Produção Vegetal pela Universidade Federal do Tocantins. Gurupi-TO, cynthialhourrana15@gmail.com <https://orcid.org/0000-0001-7987-2204>

<sup>4</sup>Fiscal de meio ambiente na Prefeitura Municipal de Gurupi. Gurupi-TO, hallefypgt@hotmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-6854-3701>

<sup>5</sup>Professor Mestre em Agroenergia na Universidade Estadual do Tocantins. Paraíso do Tocantins-TO, adriano.sq@unitins.br; <https://orcid.org/0000-0002-1823-3916>

<sup>6</sup>Professor Associado na Universidade Federal do Tocantins. Gurupi-TO, chagasjraf@mail.uft.edu.br; <https://orcid.org/0000-0002-7489-8701>

to promote the growth of two lettuce cultivars in different doses on commercial substrates. For in vitro phosphate solubilization assay PCA medium added with  $K_2HPO_4$  and  $CaCl_2$  solution was used. The statistical design was a completely randomized design, with a 2x5 two-factor scheme, totaling 10 treatments with 4 replicates, cultivars were Great Lakes Americana and Crespa Grand Rapids and five doses 0, 75, 150, 225, 300  $g\ kg^{-1}$  of product, being the experimental unit constituted by ten plants. The evaluated variables were: seedling height, fresh aerial mass, fresh root mass, aerial dry mass and root dry mass and root system length. As for the phosphate solubilization test, only one isolate UFT-St07 presented solubilization index. The best doses were 75 and 150  $g\ kg^{-1}$  of product substrate for all variables analyzed in American lettuce (Crespa Grand Rapids). It is concluded that the genus *Streptomyces* is a promising agent to be used as a biofertilizer in order to promote the growth of lettuce plants.

**Keywords:** *Lactuca sativa* L., seedlings, vegetables.

## INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma das hortaliças mais cultivadas no Brasil, por ser uma das mais consumidas pelos brasileiros e apresentar características de boa adaptação, além de requerer pequenas áreas para produção. É uma cultura de grande importância socioeconômica, contribuindo com a geração de emprego e a fixação do homem no campo (Silva et al., 2017).

Esta cultura apresenta grande diversidade, havendo cultivares repolhudas, lisas e crespas, além das cultivares de folha solta lisa, crespa, roxa e tipo romana. A alface tem constituição física frágil, sendo sensíveis a ferimentos e à desidratação. Quando não manuseadas com cuidado e sob umidade relativa elevada, sua vida útil fica limitada pela rápida senescência (Silva et al., 2016).

Devido à alta perecibilidade da alface, aumento populacional e com a maior conscientização da população acerca da alimentação mais saudável, o consumo de hortaliças tem aumentado. Desse modo, o desenvolvimento de sistemas de cultivo com hortaliças, visando à otimização da produtividade, tem exigido esforços no sentido de reduzir, ou até mesmo eliminar, deficiências do setor produtivo, como problemas nutricionais e fitossanitários das mudas (Soares et al., 2010).

Nesse sentido, a solubilização de fosfato por microrganismos é importante, pois os fosfatos naturais apresentam o inconveniente de possuírem baixa solubilidade e, portanto, são pouco disponíveis às plantas. Entre os microrganismos solubilizadores de fosfato, as bactérias são encontradas em maior número e a solubilização de fontes menos solúveis de fosfato pode ocorrer em razão da excreção de ácidos orgânicos pelos microrganismos que solubilizam esses fosfatos por meio da acidificação do ambiente (Massensini et al., 2015).

Logo, a utilização desses microrganismos com ação de biocontrole e/ou promoção de crescimento vem sendo estudada como uma alternativa viável em sistemas de produção agrícola, visando a sustentabilidade econômica e ecológica (Sousa et al., 2009).

Exemplos de microrganismos com capacidade de promoção do biocontrole e crescimento vegetal são os pertencentes ao gênero *Streptomyces*. Eles representam um grupo de bactérias gram-positivas, da ordem Actinomycetales, os quais desempenham um papel importante na promoção do crescimento

vegetal, decomposição de materiais orgânicos e produção de metabólitos secundários de interesse comercial. Esses microrganismos promovem o crescimento das plantas através da produção de sideróforos e/ou ácido indol-3-acético. Também têm sido amplamente utilizados para o biocontrole de patógenos fúngicos do solo (Soares et al., 2010; Gopalakrishnan et al., 2014).

Os genomas dos estreptomicetos carregam um grande número de agrupamentos de genes responsáveis pela produção de metabólitos bioativos, como enzimas, toxinas, antibióticos, antitumorais e antifúngicos (She et al., 2016). Sendo assim, *Streptomyces* são bactérias potenciais na produção de metabólitos com grande importância na agricultura. No entanto, embora o uso de *Streptomyces* seja algo aceitável e recomendado do ponto de vista sustentável, a quantidade de produtos registrados, bem como suas recomendações, ainda é muito baixa (Vurukonda et al., 2018), o que leva à necessidade de estudos sobre os efeitos do microrganismo quando em diferentes doses.

Diante disso, objetivou-se caracterizar o isolado de *Streptomyces* sp. e avaliar quanto a capacidade de solubilização de fosfato e em promover o crescimento de mudas de dois cultivares de alface, em diferentes dosagens.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para o experimento de solubilização de fosfato, o isolado foi obtido do banco de microrganismos do Laboratório de Microbiologia Aplicada a Biotecnologia da UFT, Campus de Gurupi. A cepa utilizada foi a UFT-St07. A fonte de inóculo de *Streptomyces* sp., foi isolado de diferentes amostras de solos de cultivo de regiões do estado do Tocantins e posteriormente foram identificadas por meio de testes macro e micro morfológicos (Williams et al., 1989).

Para o ensaio de solubilização de fosfato in vitro o isolado de *Streptomyces* sp. foi cultivado e replicado em meio de cultura BDA, onde foram incubados a 29 °C por sete dias. Foi utilizado o meio Plate Count Ágar - PCA, ao qual foi adicionada uma solução contendo 0,25 g L<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> e outra contendo 1 g L<sup>-1</sup> de CaCl<sub>2</sub>, para a formação do fosfato de cálcio precipitado. Foi acrescentado o corante azul de bromotimol no meio P-Ca, que teve como objetivo a visualização da alteração do pH do meio pelas bactérias, em função da alteração da cor do meio,

ajustando-se o pH para 6,6 com o intuito de se formar fosfato de cálcio precipitado (Hara e Oliveira, 2004).

A partir do isolado previamente incubado anteriormente, foram feitos discos de aproximadamente 10 mm dos isolados em cada placa de Petri. A incubação foi realizada em BOD a  $28 \pm 1$  °C. O experimento foi realizado com 6 repetições. As avaliações foram feitas com 48, 96, 144, 192, 240 e 288 horas após a inoculação do isolado de *Streptomyces* sp. sendo avaliado por um período de 12 dias. As medidas do diâmetro ( $\Phi$ ) dos halos de solubilização, percebido como uma área translúcida ao redor da colônia, e as do  $\Phi$  das colônias foram mensuradas utilizando um paquímetro digital. A partir dessas medidas, foram obtidos os índices de solubilização de cada isolado por meio da fórmula:  $IS = \Phi \text{ Halo (mm)} / \Phi \text{ Colônia (mm)}$  (Hara e Oliveira, 2004). A partir do IS, o isolado de *Streptomyces* sp. foi classificado como estirpes com baixa ( $IS < 2$ ), média ( $2 \leq IS < 4$ ) e alta solubilização ( $IS > 4$ ) (Hara e Oliveira, 2005).

Para o experimento conduzido em casa de vegetação, o mesmo foi realizado na Universidade Federal do Tocantins - UFT, Campus Universitário de Gurupi, localizado a  $11^{\circ}43'45''$  de latitude sul e  $49^{\circ}04'07''$  longitude oeste, a 280 m de altitude, onde o clima predominante é do tipo Aw, definido como equatorial e inverno seco (Köppen, 1948) e o clima regional é do tipo B1WA 'a' úmido com moderada deficiência hídrica.

Para o preparo do inoculante a base de *Streptomyces* sp. UFT-St07, o isolado foi colocado para crescer em placa de petri contendo meio BDA modificado e incubados a temperatura de  $25 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$  °C com fotoperíodo de 12 horas, por 5 dias, período determinado para o crescimento das colônias de *Streptomyces* sp.

Sacos de polipropileno contendo 300 g do arroz mais 300 mL de água destilada foram autoclavados a  $121 \text{ }^{\circ}\text{C}$  por 1 hora. Após o resfriamento, o arroz foi inoculado com dez discos de 5 mm de diâmetro com a cepa UFT-St07, contendo micélios, esporos e meio BDA e incubados em câmara de crescimento tipo B.O.D. com temperatura de  $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  e fotoperíodo de 12 horas por 15 dias. A cada dois dias, o substrato contendo arroz foi revolvido para facilitar a troca gasosa, a quebra dos agregados miceliais e o aumento da esporulação. Após os 15 dias de incubação, o arroz foi peneirado em peneira de malha de 2 mm e em seguida os

esporos foram misturados em grafite como veículo para preparo do inoculante em pó.

A concentração de *Streptomyces* sp. do isolado utilizado foi determinada pelo método de diluição em série através da quantificação de Unidades Formadoras de Colônias (UFC), onde foi determinado utilizando-se 1 g de grafite em 10 mL de água esterilizada, seguida de agitação por 1 min., e feitas as diluições e plaqueamento em placa de petri contendo meio BDA. Foi utilizada no experimento em média concentrações de  $1 \times 10^9$  UFC por grama de grafite.

Após a formulação do inoculante o mesmo foi pesado nas doses 75, 150, 225, 300 g  $\text{kg}^{-1}$  de inoculante e adicionado para cada quilo do substrato e homogeneizado. O substrato utilizado possuía as seguintes especificações técnicas: Composição: Turfa de sphagnum, vermiculita expandida, calcário dolomítico, gesso agrícola e fertilizante NPK (traços); Potencial hidrogenionico (pH):  $5,5 \pm 0,5$ ; Condutividade elétrica (CE):  $0,7 \pm 0,3$ ; Densidade:  $145 \text{ kg/m}^3$ ; Capacidade de Retenção de Água: 55%; Umidade máxima: 50%; Produto não tóxico e de Natureza Física sólida.

O preparo do substrato, o preenchimento das bandejas e a semeadura foram realizados no dia 25 de maio de 2021 em bandejas de isopor com 200 células, na profundidade de 0,5 cm, colocando-se três sementes no centro de cada célula da bandeja. O desbaste foi realizado aos dez dias após a semeadura, deixando-se uma plântula por célula. As bandejas foram alocadas em bancadas metálicas, irrigadas manualmente duas vezes ao dia, pela manhã e à tarde.

Para a execução do experimento utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado, com esquema bifatorial  $2 \times 5$ , totalizando 10 tratamentos com 4 repetições, com duas cultivares Grandes Lagos Americana e a Crespa Grand Rapids e cinco doses 0, 75, 150, 225, 300 g  $\text{kg}^{-1}$  do inoculante, sendo a unidade experimental constituída por dez plantas.

As variáveis analisadas aos 30 dias após a semeadura foram: altura de plântula (cm), tomando como referência à distância do colo ao ápice da muda, massa fresca parte aérea (MFPA), massa fresca radicular (MFR), massa seca parte aérea (MSPA) e massa seca radicular (MSR) e comprimento (cm) do sistema radicular (CR). A altura de plântula e o comprimento do sistema radicular foram mensurados com régua. Após a coleta foi realizada a lavagem das raízes. As massas frescas e secas foram medidas em balança analítica, com precisão de quatro casas

decimais (0,0001 g). Posteriormente, a parte aérea e as raízes foram acondicionadas separadamente em sacos de papel e mantidos em estufa de circulação forçada a uma temperatura de 65 °C por 72 horas, para determinação da massa seca parte aérea (MSPA) e massa seca radicular (MSR).

Os dados foram submetidos à análise de variância, e quando significativos, para as doses foi aplicado o teste de regressão ao nível de 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas pelo programa Sisvar®. Os gráficos foram criados no programa SigmaPlot versão 10.0.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o experimento de laboratório, com base nas características fenotípicas observadas, o isolado de *Streptomyces* sp. UFT-St07 apresentou crescimento rápido e teve capacidade de acidificar o meio com produção de hifas filamentosas e ramificadas (Tabela 1).

Oliveira (2003) descreve que actinomicetos apresentam características morfológicas variadas, tornando possível diferenciá-los de outras bactérias com facilidade. Algumas dessas características são produção de micélio, o que faz com que apresentem

aparência pulverulenta, produção de hifas filamentosas e ramificadas, e produção de pigmentos. *Streptomyces* pertencem aos actinomicetos, isto é, bactérias gram positivas, as quais são encontradas primordialmente no solo e suas colônias exibem colorações variadas, podendo ser identificadas por sua morfologia opaca, rugosa e não disseminante (Madigan et al., 2016).

Quanto à avaliação de solubilização de fosfato, que foi realizada por método quantitativo, foi observado que o isolado (UFT-St07) apresentou índice de solubilização, sendo um índice médio, isto é, entre 2 e 4 (Tabela 1).

Em relação à solubilização de fosfato os resultados mostraram que o isolado apresentou índice de solubilização (Tabela 1), porém relatos afirmam que bactérias solubilizadoras de fosfato possuem a capacidade para converter a forma menos solúvel de fósforo (P) em uma forma disponível às plantas. Pande et al. (2017) avaliaram oito isolados bacterianos da região de Nainital na Índia, obtendo três isolados com alta solubilização de P. Além disso, a análise na sequência de genes destes três melhores isolados indicou que dois estavam intimamente relacionados com *Alcaligenes aquatilis* e um com *Burkholderia cepacia*.

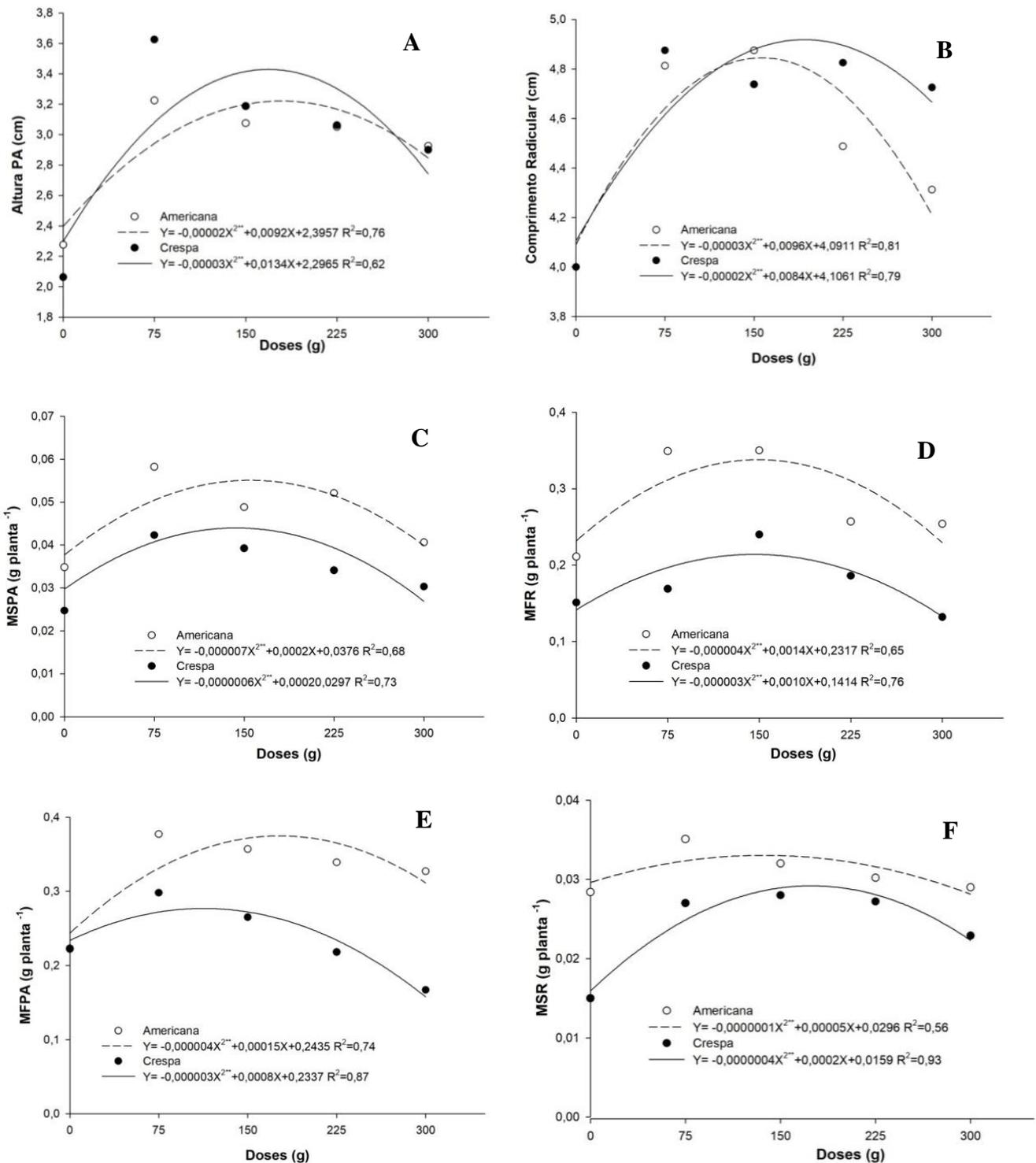
**Tabela 1.** Características fenotípicas do isolado de *Streptomyces* sp.

Isolados <sup>1</sup>	Características dos isolados									
	TC	pH	DC	FC	EC	Tr	PH	CM	Gram	IS
UFT-St07	R	Ac	> 2	C	E	S	S	P	+	++

<sup>1</sup>Isolado da coleção do Laboratório de Agro-microbiologia da UFT; 2TC - tempo de crescimento (R: rápido ≤ 3 dias, L: lento > 3 dias); pH do meio (Ac: ácido, Al: alcalino); DC - diâmetro da colônia em mm; FC - forma da colônia (C: circular); EC - elevação da colônia (P: plana, E: elevada); Tr - transparência (S: sim, N: não); PH - produção de hifas filamentosas e ramificadas (S: sim); CM - coloração micélio (P: presente, A: ausente); Gram - Teste Gram (+, Positiva, -, Negativa). IS - Índice de solubilização de P-Ca [+ , IS < 2 (baixo); ++, 2 < IS < 4 (médio); +++, IS > 4 (alto)].

A solubilização de P pelas bactérias do solo está relacionado com a diminuição do pH do meio pela liberação de ácidos orgânicos, sendo que estes têm a capacidade de dissolver o P como resultado da troca de ânion de PO<sub>4</sub><sup>-2</sup> por ânion ácido (Hara e Oliveira, 2005). Um estudo realizado com solubilização de P por microrganismos, tanto fungos quanto bactérias, foram isolados da rizosfera de Feijão-guandu (*Cajanus cajan* L. Mill sp.), foi verificado que a maioria dos fungos reduziu o pH do meio de 6,5 para valores entre 2,0 e 4,0, enquanto, para as bactérias, a variação foi de 4,0 e 6,5 (Souchie e Abboud, 2017). Isso fez com que as maiores médias de fosfato solubilizado fossem observadas com

fungos (122 mg L<sup>-1</sup>) do que com bactérias (15 mg L<sup>-1</sup>). Além disso, os autores afirmaram que o teor de P solubilizado depende do tipo de espécie e do tipo de solo em que foram isolados (Souchie e Abboud, 2007). Para o experimento em casa de vegetação, a análise de regressão (Figura 1) verificou desenvolvimento positivo de ambas as cultivares ao uso de inoculante, alterando a altura da parte aérea, comprimento radicular, massa fresca parte aérea (MFPA), massa fresca radicular (MFR), massa seca parte aérea (MSPA) e massa seca radicular (MSR), comparado com o controle. O maior valor observado em todas as variáveis analisadas foi com a dose em torno de 150 g kg<sup>-1</sup> de substrato.



**Figura 1.** Análise de regressão para as variáveis: (A) altura da parte aérea, (B) comprimento radicular, (C) massa fresca parte aérea (MFPA), (D) massa fresca radicular (MFR), (E) massa seca parte aérea (MSPA) e (F) massa seca radicular (MSR) em função das diferentes doses do inoculante cultivar de alface americana (Grandes Lagos Americana) e crespa (Crespa Grand Rapids).

Quando se analisa a curva da regressão, pode-se observar que doses acima de  $150 \text{ g kg}^{-1}$  resultou em menores respostas para todas as variáveis analisadas.

A maior dose avaliada ( $300 \text{ g kg}^{-1}$ ) resultou em respostas similares ao tratamento controle (dose zero), para ambos cultivar de alface analisado

(Grandes Lagos Americana e Crespa Grand Rapids) (Figura 1). Conforme observado nas características avaliadas, as doses maiores podem ter apresentado um efeito reverso, evoluindo uma espécie de competição pela grande população de microrganismos no substrato e estes querendo colonizar as raízes das plantas e assim as mudas ao invés de direcionar sua geração de energia para o seu crescimento, tenha gasto energia para suprir as necessidades da alta população de microrganismo presente no substrato.

Segundo Sahli e Abdulkhair (2012) e Gopalakrishnan et al. (2014), os actinomicetos, especialmente *Streptomyces*, são capazes de formar associações com algumas plantas e colonizar o córtex, raízes ou folhas, isso se deve principalmente à capacidade de metabolizar diversas fontes de carbono orgânico. Outras características importantes também são apresentadas por Chater et al. (2010), como excretar metabólitos antifúngicos na rizosfera, promover o crescimento da planta além de possuir a capacidade de produzir sideróforos e fixar nitrogênio. Diante disso, os resultados obtidos no presente trabalho indicam o efeito benéfico do inoculante às plantas das cultivares de alface americana (Grandes Lagos Americana) e crespa (Crespa Grand Rapids) (Figura 1).

Além disso, foi possível observar que as plantas de alface da cultivar americana (Grandes Lagos Americana) apresentaram maior MFPA, MFR, MSPA e MSR para todas as doses analisadas e controle, quando comparado às plantas da cultivar crespa (Crespa Grand Rapids). Por outro lado, a cultivar crespa apresentou maior altura da parte aérea para as doses de 75, 150 e 225 g kg<sup>-1</sup> de substrato e comprimento radicular para as doses de 150, 225 e 300 g kg<sup>-1</sup> (Figura 1).

Batista et al. (2010), selecionando bactérias da ordem actinomycetales com potencial uso como promotoras de crescimento em diferentes genótipos de tomateiro (*Lycopersicon esculentum*), destacaram que as respostas variam em qualidade e intensidade para diferentes cultivares do vegetal. Sadeghi et al. (2012) encontraram resultados semelhantes aos desse estudo, porém para a cultura do trigo. Os autores relataram que a aplicação de *Streptomyces* sp. aumentou o crescimento e o desenvolvimento de plantas de trigo e ainda verificaram aumentos significativos na taxa de germinação, porcentagem e uniformidade, altura e peso seco em comparação com o controle sem inoculação.

## CONCLUSÃO

O isolado de *Streptomyces* sp. UFT-St07 é um agente promissor a ser utilizado como biofertilizante no intuito de promover o crescimento de plantas de alface, apresentando a capacidade de solubilizar fosfato.

As melhores doses foram de 75 e 150 g kg<sup>-1</sup> de substrato do inoculante para todas as variáveis analisadas nas cultivares de alface americana (Grandes Lagos Americana) e crespa (Crespa Grand Rapids).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Batista, W.B.; Nobre, S.A.M.; Nobre, P.B.; Fernandes, B.H.A.; Gomes, H.A.R.; Aguiar, R.M.; Melo, G.A. & Pereira, G.V.N. (2010). Avaliação de actinomicetos com potencial para promoção de crescimento em plântulas de tomateiro (*Lycopersicon esculentum*) de diferentes cultivares. **Revista Unimontes Científica**, 12 (1/2): 60-68.

Chater, K.F.; Biró, S.; Lee, K.J.; Palmer, T. & Schrempf, H. (2010). The complex extracellular biology of *Streptomyces*. **FEMS Microbiol Rev.** 34 (2): 171-98. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6976.2009.00206.x>

Gopalakrishnan, S.; Vadlamudi, S.; Bandikinda, P.; Sathya, A.; Vijayabharathi, R.; Rupela, O.; Kudapa, H.; Katta, K. & Varshney, R.K. (2014). Evaluation of *Streptomyces* strains isolated from herbal vermicompost for their plant growth-promotion traits in rice. **Microbiological Research**, 169 (1): 40-8. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2013.09.008>

Hara, F.A.S. & Oliveira, L.A. (2004). Características fisiológicas e ecológicas de isolados de rizóbios oriundos de solos ácidos e álicos de Presidente Figueiredo, Amazonas. **Acta Amazônica**, 34 (3): 343-357. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672004000300002>

Hara, F.A.S. & Oliveira, L.A. (2005). Características fisiológicas e ecológicas de isolados de rizóbios oriundos de solos ácidos de Iranduba, Amazonas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 40 (7): 667-672. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2005000700007>

- Köppen, W. (1948). **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. México: Fondo de Cultura Económica. 478p.
- Madigan, M.T.; Martinko, J.M.; Bender, K.S.; Buckley, D.H. & Stahl, D.A. (2016). **Microbiologia de Brock**. 14ª ed. Porto Alegre: ArtMed. 960p.
- Massenssini, A.M.; Tótola, M.R.; Borges, A.C. & Costa, M.D. (2015). Solubilização potencial de fosfatos mediada pela microbiota rizosférica de eucalipto cultivado em topossequência típica da zona da mata mineira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 39 (3): 692-700. <https://doi.org/10.1590/01000683rbcS20140339>
- Oliveira, M.F. (2003). **Identificação e caracterização de actinomicetos isolados de processo de compostagem**. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola e do Ambiente) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil, p. 140.
- Pande, A.; Pandey, P.; Mehra, S.; Singh, M.; Kaushik, S. (2017). Phenotypic and genotypic characterization of phosphate solubilizing bacteria and their efficiency on the growth of maize. **Journal of Genetic Engineering and Biotechnology**, 15 (2): 379-391. <https://doi.org/10.1016/j.jgeb.2017.06.005>
- Sadeghi, A.; Karimi, E.; Dahaji, P.A.; Javid, M.G.; Dalvand, Y.; Askari, H. Plant growth promoting activity of an auxin and siderophore producing isolate of *Streptomyces* under saline soil conditions. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, 28 (4): 1503-1509, 2012. <https://doi.org/10.1007/s11274-011-0952-7>
- Sahli, A.A.A. & Abdulkhair M.W. (2012). Biocontrol of Fusarium diseases on wheat cultivars by *Streptomyces spororaveus*. **African Journal of Microbiology Research**, 6 (1): 190-196. <http://dx.doi.org/10.5897/AJMR11.1299>
- She, W.; Sun, Z.; Yi, L.; Zhao, S. & Liang, Y. (2016). *Streptomyces alfalfae* sp. nov. and comparisons with its closest taxa *Streptomyces silaceus*, *Streptomyces flavofungini* and *Streptomyces intermedius*. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**, 66 (1): 44-49. <https://doi.org/10.1099/ijsem.0.000671>
- Silva, A.C.; Silva, V.S.G.; Mantovanelli, B.C.; Santos, G.M. (2017). Formação de mudas de alface em diferentes bandejas e substratos. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Três Corações, 15 (1): 465-471. <http://dx.doi.org/10.5892/ruvrd.v15i1.3011>
- Silva, E.; Ferreira, E. A. & Ferreira, M.R. (2016). Desempenho da alface americana sob a aplicação de adubos químico e orgânico. **Ciência ET Praxis**, Passos, 9 (18): 21-24.
- Soares, A.C.F.; Sousa, C.S.; Garrido, M.S. & Lima, F.S. (2010). Isolados de *Streptomicetos* no crescimento e nutrição de mudas de tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, 40 (4): 447-453. <https://doi.org/10.1590/S1983-40632010000400003>
- Souchie, E.L. & Abboud, A.C.S. (2007). Solubilização de fosfato por microrganismos rizosféricos de genótipos de Guandu cultivados em diferentes classes de solo. **Semina: Ciências Agrárias**, 28 (1): 11-18. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2007v28n1p11>
- Sousa, C.S.; Soares, A.C.F. & Garrido, M.S. (2009). Produção de mudas de tomateiro em substrato orgânico inoculado e incubado com *Streptomicetos*. **Bragantia**, Campinas, 68 (1): 195-203. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052009000100021>
- Vurukonda, S.S.K.P.; Giovanardi, D. & Stefani, E. (2018). Plant growth promoting and biocontrol activity as *Streptomyces* spp. as Endophytes. **International Journal of Molecular Sciences**, Fribourg, 19: 1-26. <https://doi.org/10.3390/ijms19040952>
- Williams, S.; Sharpe, M. & Holt, J. (1989). **Bergey's manual of systematic bacteriology**. Baltimore MD: Williams & Wilkins, 4.