

## **Bactérias promotoras de crescimento vegetal na produção de inflorescências de boca-de-leão (*Antirrhinum majus* L.)**

**Daniele Galvão Santos<sup>1</sup>, Anabel González Hernández<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Acadêmica do curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina (CCA - UFSC). Rod. Admar Gonzaga, 1346, Bairro Itacorubi, CEP 88040-900, Florianópolis, SC, Brasil. E-mail: [danigalvaosantos@gmail.com](mailto:danigalvaosantos@gmail.com).

<sup>2</sup>Pós doutoranda da Capes, mestre em Biotecnologia e Biociências, Departamento de Microbiologia, Imunologia e Parasitologia - UFSC, Florianópolis, SC, Brasil. E-mail: [anabelgonzalezher@yahoo.es](mailto:anabelgonzalezher@yahoo.es).

### **Resumo**

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de bactérias promotoras de crescimento vegetal na produção de inflorescências de boca-de-leão (*Antirrhinum majus* L.). Foram avaliados quatro tratamentos de inoculação da boca-de-leão, a partir da aplicação individual das bactérias caracterizadas como: *Pantoea* sp. (MSR2), *Pseudomonas palleroniana* (MAB3); e *Pseudomonas thivervalensis* (SC5). Além dos tratamentos inoculados, foi avaliado um tratamento controle sem inoculação de microrganismos. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com 14 repetições em condições de casa de vegetação. As plantas foram avaliadas aos 90 dias após a emergência (DAE), quanto aos seguintes parâmetros: número de botões florais, número de flores abertas, número de flores mortas, e número total de flores (produtividade). Os tratamentos inoculados com MAB3 e SC5 não apresentaram diferença estatística em relação ao tratamento controle para nenhuma das variáveis estudadas. Já o isolado MSR2 apresentou resultado significativo para a variável número de botões florais, proporcionando incremento, em relação ao tratamento controle, de 64%. Em relação às variáveis: produtividade e flores abertas, o tratamento inoculado com MSR2 proporcionou incrementos de 77% e 8% respectivamente, entretanto não foi observada diferença estatística. Os resultados obtidos com o tratamento inoculado com MSR2 demonstram sua potencialidade em aumentar a produção de botões florais da boca-de-leão, sendo um isolado promissor para uso em estudos futuros sobre a produção de inoculantes para flores ornamentais.

**Palavras chave:** Flores ornamentais, inoculantes microbianos, promoção do crescimento vegetal.

## Abstract

The objective of the present work was to evaluate the effect of the application of plant growth-promoting bacteria on production of snapdragon (*Antirrhinum majus* L.) inflorescences. Four treatments of snapdragon inoculation were evaluated, from the individual application of bacteria characterized as: *Pantoea* sp. (MSR2), *Pseudomonas palleroniana* (MAB3); and *Pseudomonas thivervalensis* (SC5). In addition to the inoculated treatments, a control treatment without inoculation of microorganisms was evaluated. The experiment was carried out in a completely randomized design with 14 replications under greenhouse conditions. The plants were evaluated at 90 days after emergence (DAE) for the following parameters: number of buds, number of opened flowers, number of dead flowers, and total number of flowers (productivity). The treatments inoculated with MAB3 and SC5 showed no statistical difference in relation to the control treatment for any of the variables studied. The MSR2 isolate presented a significant result for the variable number of buds, providing an increase of 64% in relation to the control treatment. Regarding the variables: productivity and opened flowers, the treatment inoculated with MSR2 provided increments of 77% and 8% respectively, however no statistical difference was observed. The results obtained with the treatment inoculated with MSR2 demonstrate its potential to increase the production of snapdragon flower buds, being a promising isolate for use in future studies on the production of inoculants for ornamental flowers.

**Keywords:** Ornamental flowers, inoculation, plant growth promotion.

## 1. Introdução

A floricultura está presente no cotidiano brasileiro desde o final do século XIX. Entretanto o início da atividade ocorreu em 1948 com a vinda de imigrantes holandeses para o Brasil que, incentivados pelo governo holandês, se instalaram no interior de São Paulo e fundaram a Cooperativa Agropecuária de Holambra (SOUZA, 2006).

Apesar de ser uma atividade já presente há muito tempo em território nacional, somente na última década o setor vem recebendo forte impulso de crescimento econômico. Essa impulsão está diretamente relacionada à evolução favorável de indicadores socioeconômicos que proporcionou a expansão da cultura do consumo das flores e plantas ornamentais (SEBRAE, 2015). A floricultura comercial brasileira por muito tempo esteve concentrada no estado de São Paulo, principalmente nos municípios de Atibaia e Holambra. (AKI & PEROSA, 2002). Somente nos últimos anos foi possível notar o crescimento e a consolidação de outros pólos florícolas nos estados do Rio Grande do Sul, Paraná, Santa Catarina, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Goiás, Distrito Federal e nos estados do Norte e Nordeste. A diversificação dos pólos produtivos está relacionada a diversos fatores, sendo um deles o crescente nível de exigência dos consumidores pela durabilidade e frescor dos produtos, gerando assim uma maior valorização dos mercados regionalizados (SEBRAE, 2015).

Nos últimos anos o mercado brasileiro de flores e plantas ornamentais apresentou elevado crescimento relacionado principalmente a qualidade dos produtos, além disso a diversidade das formas de comercialização no setor tem tornado o mercado cada vez mais competitivo (EPAGRI, 2002). Apesar do mercado de comercialização de flores apresentar grande potencial de crescimento, o setor enfrenta desafios em sua cadeia produtiva relacionados a sensibilidade e perecibilidade do produto, fatores que implicam diretamente na sua qualidade e durabilidade (vida de prateleira) (OLIVEIRA; PIGNATARI; CUNHA, 2018).

A Boca-de-leão (*Antirrhinum majus* L.), é uma espécie de planta bianual, herbácea, ereta e florífera pertencente à família Plantaginaceae (antiga Scrophulariaceae). Seu nome caracteriza suas inflorescências, que possuem flores tubulares contendo dois lábios desiguais (HUXLEY et al., 1992). A espécie pode ser utilizada como flor de vaso, forração, cultura de jardins e como flor de corte

(STARMAN et al., 1995). Nos últimos anos notou-se um aumento da procura por sementes de boca-de-leão por produtores da América do Norte, Japão e Europa. Tal aumento é reflexo da grande diversidade de cores das flores da espécie associada a sua disponibilidade anual, fatores que favorecem o aumento do seu uso na indústria de arte floral (Comunicado técnico Ball Van Zanten, 2002). De acordo com Lorenzi & Souza (1995), a espécie apresenta destaque dentre as flores de corte cultivadas no Brasil, sendo utilizada, principalmente, para decoração de interiores. Além disso, como ornamental, a boca-de-leão vem sendo muito apreciada devido às diversas colorações de suas flores e pela sua fragrância acentuada, fatores que fazem dela uma espécie chave para a cadeia produtiva da floricultura brasileira. Apesar de apresentar potencialidade no setor, sua vida de vaso é relativamente curta, sendo necessário pensar em estratégias capazes de aumentar sua vida-de-prateleira (ICHIMURA & HISAMATSU, 1999).

A deterioração das flores da boca-de-leão é um fenômeno natural que ocorre devido ao processo fisiológico de respiração celular, porém o controle de fatores externos, como a temperatura de armazenagem, e internos, como nível de produção de etileno, podem diminuir a velocidade de deterioração das flores (HARDERBURG et al., 1986). Durante o armazenamento e transporte a alta produção de etileno, tanto nas flores de corte como nas ornamentais em vasos, pode acelerar a taxa respiratória e o envelhecimento, elevando a taxa de abscisão floral (DOSTAL et al. 1991).

De acordo com Hardenburg (1986), dependendo de sua concentração, o etileno além de causar abscisão dos botões florais, flores, pétalas e folhas, favorece o murchamento prematuro, o amarelecimento das folhas e realça as deformações florais. Duas enzimas são consideradas fundamentais na rota biossintética do etileno: a sintase do ACC e a oxidase do ACC. Tais enzimas são consideradas chaves do processo, pois o etileno é sintetizado a partir do aminoácido metionina, tendo como intermediários S- adenosilmetionina (SAM) e 1-ácido carboxílico-1- aminociclopropano (ACC). Durante o processo de senescência das pétalas o conteúdo e atividade da sintase do ACC e da oxidase do ACC aumentam, promovendo a síntese de etileno (VAN ALTVORST & BOVY, 1995).

O uso de substâncias inibidoras da síntese de etileno, como o tiosulfato de prata (STS), 1-metilciclopropeno (1-MCP) e norbordiene (NBD), tem se mostrado uma alternativa promissora para elevar a vida de prateleira tanto de flores de corte

como das ornamentais comercializadas em vasos (PORAT et al., 1995; FARIAS et al., 2020). Apesar de ser um método eficaz, é crescente a preocupação com os reflexos negativos ao meio ambiente, diretos e indiretos, causados pelo uso dessas substâncias químicas. Desse modo, uma potencial alternativa é a utilização de inoculantes a base de bactérias endofíticas promotoras de crescimento de plantas capazes de atuar na inibição da síntese de etileno por meio da produção da enzima ACC desaminase (BROWN, 1974; KLOEPPEr et al., 1986).

A presença da ACC deaminase foi inicialmente identificada na levedura *Hansenula saturnus* (classificada atualmente como *Cyberlindnera saturnus*) e na bactéria *Pseudomonas* sp., entretanto atualmente a atividade da ACC desaminase pode ser encontrada em diferentes microrganismos do solo (SHEEHY et al., 1991; KLEE E KISHORE, 1992; JACOBSON et al., 1994; GLICK et al., 1995; CAMPBELL E THOMSON, 1996; BURD et al., 1998; JIA et al., 1999; KANEKO et al., 2000). A enzima ACC desaminase é responsável pela conversão irreversível de ACC, precursor imediato de etileno em plantas, em amônia e acetobutirato (um precursor de aminoácidos de cadeia ramificada como a leucina), bloqueando assim a síntese do etileno (Honma e Shimomura, 1978).

Sabe-se que as bactérias endofíticas e rizosféricas são capazes de promover o crescimento vegetal de maneira direta por meio de diversos mecanismos como a produção de fitohormônios, enzimas como a ACC-deaminase, mineralização de nutrientes, solubilização de fosfatos, fixação do nitrogênio e aumento da absorção pelas raízes (CONN et al., 1997). Além disso, também podem promover o crescimento de maneira indireta quando atuam como agentes de controle biológico a partir da produção de ácido cianídrico, bacteriocinas e antibióticos, por competição por espaço, parasitismo, indução de resistência e proteção cruzada (MARIANO et al., 1993).

Dessa forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de bactérias promotoras de crescimento vegetal na produção e longevidade de inflorescências de boca-de-leão.

## 2. Material e Métodos

O experimento foi realizado em casa de vegetação da no Departamento de Microbiologia, Imunologia e Parasitologia da Universidade Federal de Santa Catarina durante os meses de novembro de 2019 a janeiro de 2020. Foram utilizados vasos com capacidade de 500 cm<sup>3</sup> contendo vermiculita e substrato de turfa fibrosa natural Garden Plus® na proporção 1:3 (v/v), autoclavados previamente a 121°C por 60 minutos. A caracterização química do substrato utilizado para o crescimento da boca-de-leão foi realizada pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), de acordo com as metodologias propostas pela COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC (2019). Os resultados obtidos foram os seguintes: % de argila: 230 g/kg m/v; pH em água: 6,1 (1:1); fósforo (P): 142,5 mg/dm<sup>3</sup>; potássio (K): 546,6 mg/dm<sup>3</sup>; matéria orgânica (MO): 10,8%; Alumínio (Al): 0 cmolc/dm<sup>3</sup>; cálcio (Ca): 23,4 cmolc/dm<sup>3</sup>; magnésio (Mg): 4,9 cmolc/dm<sup>3</sup>.

Foram avaliados quatro tratamentos de inoculação da Boca-de-leão. As bactérias utilizadas no presente estudo foram isoladas previamente e avaliadas quanto a capacidade de promoção do crescimento vegetal Nascimento et al., (2016), sendo classificadas como: *Pantoea sp.* (MSR2), isolada a partir da rizosfera da bracatinga (*Mimosa scabrella*); *Pseudomonas palleroniana* (MAB 3), isolada a partir do basidiomiceto *Amanita sp.*; e *Pseudomonas thivervalensis* (SC5), isolada a partir do fruto da *Solanum capsicoides*. Além dos tratamentos inoculados foi avaliado um tratamento controle, sem inoculação. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em delineamento inteiramente casualizado com 14 repetições. Previamente à inoculação, as sementes de boca-de-leão sortidas da marca Feltrin, foram submetidas à germinação em bandejas, com espaçamento de 10 cm entre sementes. Após 10 dias foi realizado o transplante das mudas em número de 8 plantas por vaso. Juntamente com o transplante das sementes foi adicionado, por vaso, sobre a radícula, 1 mL de inóculo das bactérias pré-crescidas em meio TSB durante 72 horas em incubadora com agitação a 135 rpm. Os inóculos foram obtidos a partir do cultivo dos isolados bacterianos em meio TSB (composição em g L<sup>-1</sup> : 17,0 peptona de caseína; 3,0 peptona de soja; 2,5 glicose; 5,0 cloreto de sódio; 2,5 fosfato dipotássico; e pH final 7,3 ± 0,2) a 28 °C, até a densidade óptica (DO 600) de 0,5, o que corresponde a aproximadamente 10<sup>8</sup> células mL<sup>-1</sup>.

Sete dias após a implantação do experimento efetuou-se o desbaste deixando somente cinco plantas por vaso. As plantas foram regadas diariamente e avaliadas aos 90 dias após a emergência (DAE), quanto aos seguintes parâmetros: número de botões florais, número de flores abertas, número de flores mortas, e número total de flores (produtividade). A colheita das plantas foi realizada 90 dias após a emergência (DAE) para determinação da produção da matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca das raízes (MSR). Após a colheita, as plantas foram submetidas à secagem em estufa com circulação de ar a 65 °C até atingir peso constante.

As variáveis foram normalizadas e homogeneizadas a partir da transformação  $(X+0,5)^{0,5}$ . Posteriormente, os dados coletados aos 90 dias foram submetidos à análise de variância utilizando o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011). O agrupamento das médias, através do teste de Tukey a 5 % de probabilidade. Gráficos contendo barras com o erro-padrão da média foram gerados utilizando o software Sigma-Plot v. 12 (Systat Corp., San Jose, USA).

### **3. Resultados e Discussão**

Após 90 dias da inoculação foi verificado efeito diferenciado dos tratamentos nas variáveis número de botões florais (flores fechadas), número de flores abertas e produtividade. Em relação ao número de botões florais, a inoculação com MSR2 proporcionou incrementos médios de 64% em relação ao tratamento controle (Figura 1A), sendo estatisticamente superior ao controle não inoculado. As plantas inoculadas com o isolado MAB3 apresentaram um incremento de 27% em relação ao tratamento controle, entretanto não foi observada diferença estatística (Figura 1A). Já a inoculação com o isolado SC5 apresentou quantidade de botões florais 44% inferior ao registrado para o controle não inoculado, porém também não foi observada diferença estatística entre esses dois tratamentos (Figura 1A). O maior número de botões florais percebidos no tratamento inoculado com MSR2 demonstra a potencialidade do isolado em aumentar a quantidade de botões florais no final do ciclo de vida da boca-de-leão, variável intimamente relacionada ao aumento da vida de prateleira da espécie quando comercializada como flor de vaso.

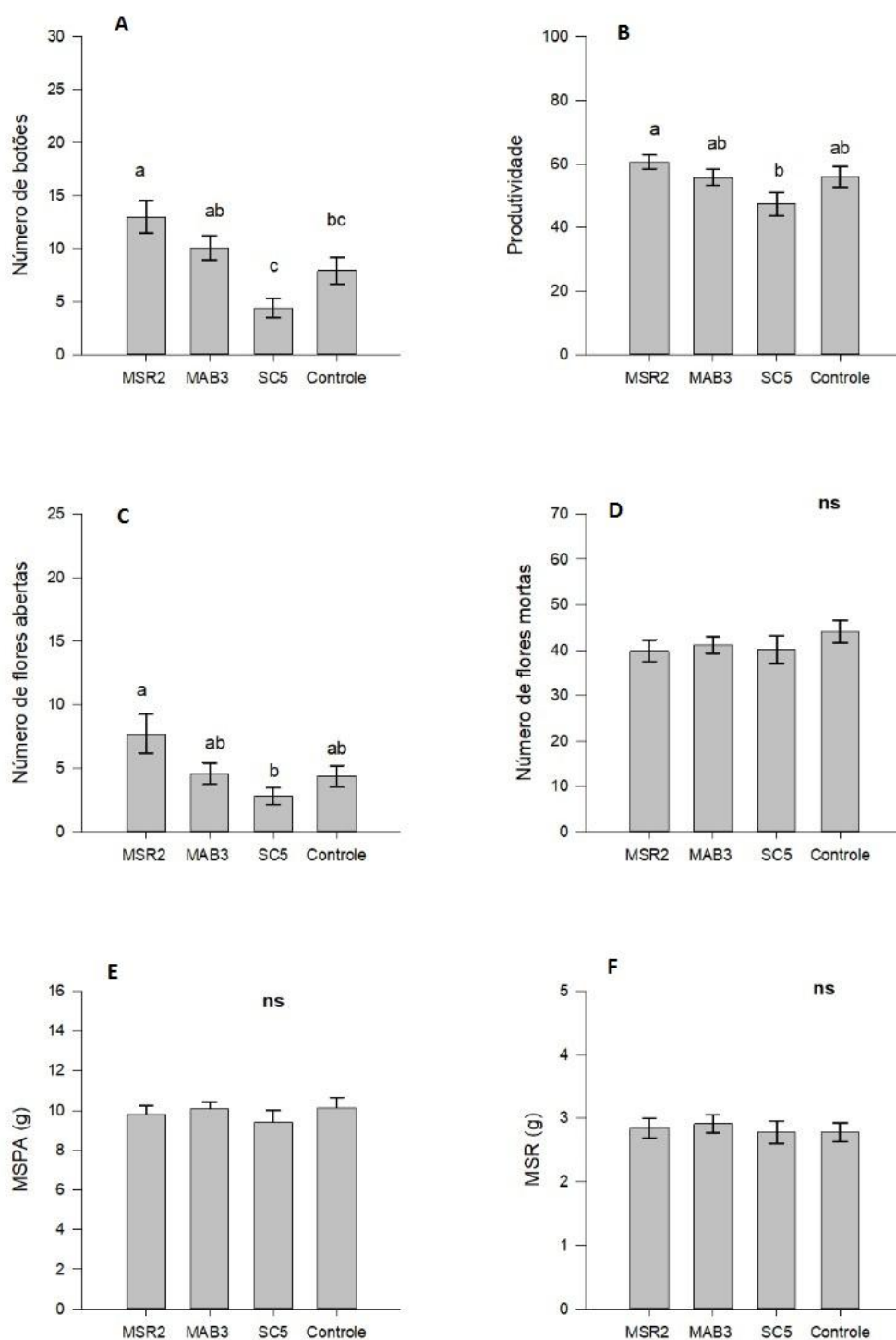
Além de ser comercializada em vasos, a boca-de-leão é também utilizada como flor de corte, que quando colhidas em estágio de botão fechado são menos susceptíveis a danos físicos e às condições ambientais adversas, tais como elevada temperatura e etileno, além de terem o manejo facilitado. Dessa forma, a alta produção de botões florais aos 90 DAE, no tratamento citado, pode representar uma vantagem competitiva para os viveiristas que comercializam a espécie (SALINGER, 1991). Quando comercializada em vaso o maior número de botões também pode constituir uma vantagem para o consumidor que poderá ter uma planta com maior quantidade de botões que, se atentando aos cuidados de iluminação, rega e nutrição exigidos pela espécie, refletirá em um maior número de flores.

Em relação à produtividade, representada pelo total de flores produzidas por vaso (a cada 5 plantas), a inoculação com MSR2 proporcionou incrementos médios de 8% em relação ao tratamento controle, entretanto esse aumento não demonstra diferença estatística entre os tratamentos. A inoculação com o isolado MAB3 não gerou incrementos na produtividade e o tratamento inoculado com SC5 apresentou valor 15,11% inferior ao controle não inoculado (Figura 1B).

O tratamento inoculado com o isolado MSR2 apresentou maior número de flores abertas, totalizando incrementos de 77%, quando comparados ao controle não inoculado, valor que também não refletiu em diferença estatística entre os dois tratamentos citados (Figura 1C). A inoculação com o isolado MAB3 não gerou incrementos no número de flores abertas, já a inoculação com SC5 resultou em um número de flores abertas 36% inferior ao observado no controle não inoculado (Figura 1C).

O número de flores mortas, a MSPA e MSR não foram influenciadas pelos tratamentos (Figuras 1D, 1E e 1F respectivamente).





**Figura 1.** Número de botões (A), produtividade (B), número de flores abertas (C), número de flores mortas (D), massa seca de parte aérea (MSPA) (E), massa seca de raízes (MSR) (F) da boca de leão (*Antirrhinum majus* L.) com a inoculação de diferentes isolados e um tratamento não inoculado. Os gráficos apresentam barras de erro padrão da média.

Os viveiristas e melhoristas de plantas estão em uma busca constante por inovações que proporcionem incrementos em termos de qualidade do produto e rentabilidade no setor produtivo de flores ornamentais, como o desenvolvimento de cultivares resistentes à doenças, com maior produção de flores e variedade de cores (DIAS, 2009). Os incrementos em número de botões florais observados no tratamento inoculado com o isolado MSR2 pode representar uma alternativa para atender a demanda do setor, por meio da produção de inoculantes à base dessa estirpe promotora de crescimento vegetal.

Apesar de ter sido observada diferença estatística somente na variável botões florais, nota-se que o isolado MSR2 apresentou incrementos em produtividade e flores abertas. Considerando que os testes foram realizados em condições ideais para o desenvolvimento da planta em questão, com substrato rico em nutrientes, rega constante e temperatura controlada, a ação dos microrganismos em promover o crescimento vegetal pode ter sido camuflada, dessa forma talvez seja interessante testar novamente o isolado MSR2 e até mesmo os outros isolados, em condições de estresse.



**Imagem 1.** Avaliação da boca-de-leão aos 90 dias. Comparação entre planta inoculada com MRS2 e controle

A senescência floral está intimamente ligada aos níveis de etileno produzidos pela planta, dessa forma o maior número de flores abertas do tratamento inoculado com MSR2 pode estar relacionada a capacidade do isolado de produzir ACC desaminase, como observado por Nascimento et al. (2016).

Resultados similares foram descritos por Ali et al. (2012) em estudos sobre a utilização de bactérias em associação com espécies florícolas, em que demonstraram que cepas endofíticas expressando ACC desaminase são eficazes na retardo da senescência da flor de *Dianthus caryophyllus*.

Pesquisas realizadas por Suárez-Moreno et al. (2012) demonstram que a associação com bactérias do gênero *Burkholderia*, que expressam ACC desaminase, pode diminuir o impacto de uma série de estresses que afetam o crescimento das plantas. Também utilizando bactérias produtoras de ACC desaminase do gênero *Burkholderia* em associação com plantas submetidas a diferentes tipos estresses bióticos e abióticos, Fiore et al. (2001) concluíram que essa associação resultou em maior tolerância das plantas estudadas.

Além da capacidade de sintetizar ACC desaminase, os isolados utilizados no presente estudo foram testados previamente quanto a produção de ácido indol-3-acético - AIA ( $\mu\text{g/ml}$ ); produção de sideróforos; solubilização de fosfato; redução do nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) e produção de amônia, fatores que podem influenciar diretamente a produtividade e o desenvolvimento da boca-de-leão. Os isolados MAB3 e SC5 apresentaram resultados positivos para todos os testes mencionados, já o MSR2 não apresentou resultado positivo somente para a produção de amônia. Em relação a síntese de AIA, o isolado MSR2 apresentou produção em torno de 70  $\mu\text{g/ml}$ , já os isolados MAB3 e SC5 apresentaram produções de 19.06  $\mu\text{g/ml}$  e 3.20  $\mu\text{g/ml}$  respectivamente (NASCIMENTO et al., 2016).

O AIA é uma das principais auxinas envolvidas no desenvolvimento das plantas, estando relacionado à uma série de processos fisiológicos que incluem divisão e alongamento celular, diferenciação tecidual, fototropismo, gravitropismo, respostas defensivas, formação do xilema e das raízes (SANTNER et al., 2009; Davies, P. J., 1995). Avaliando a inoculação de bactérias promotoras de crescimento em orquídeas, Tsavkelova et al. (2007) verificaram que o crescimento das mudas é favorecido quando a inoculação é realizada com bactérias capazes de produzir AIA, devido sua importante atuação no crescimento vegetal, estimulando o enraizamento. No experimento em questão, foram germinadas e transplantadas 8 mudas, com posterior desbaste, o que garantiu que todos os vasos apresentassem 5 plantas, dessa forma não foi possível observar se as bactérias influenciaram no crescimento das mudas, o que demonstra novamente a necessidade de repetir o experimento ajustando sua metodologia.

Os sideróforos, definidos como ligantes específicos do ferro ( $\text{Fe}^{3+}$ ), são moléculas quelantes amplamente produzidas por micro-organismos que desempenham a função de solubilizar especificamente ferro e incorporá-lo ao metabolismo celular (ALBRECHT-GARY, 1998). Em ambientes com baixa disponibilidade de ferro os sideróforos possuem papel fundamental, promovendo o crescimento vegetal por meio de sua capacidade em sequestrar a maioria do ferro disponível, influenciando diretamente na diminuição da proliferação de patógenos (OLIVEIRA et al., 2003). A solubilização de fosfatos por microrganismos é um processo similar a produção de sideróforos, porém este ocorre em ambientes pobres em ferro e aquele em ambientes com baixa disponibilidade de fosfatos, as bactérias solubilizadoras de fosfato auxiliam ativamente no ciclo do fósforo, elevando a biodisponibilidade deste elemento para absorção pelas plantas (MARDAD et al., 2013). Considerando que o substrato utilizado apresentou altos teores de nutrientes, a atuação dos microrganismos como produtores de sideróforos e solubilizadores de fosfato foi anulada, já que esse mecanismo é ativado em ambientes com baixa disponibilidade de nutrientes.

Associando os resultados do presente trabalho com os resultados dos testes realizados *in vitro*, pode-se considerar que apesar dos isolados testados possuírem a capacidade de produzir fitormônios, atuar na mineralização de nutrientes e solubilização de fosfatos *in vitro*, as condições ótimas de cultivo podem ter representado uma barreira para que os microrganismos fossem capazes de expressar sua potencialidade em promover o crescimento das plantas de boca-de-leão.

Em relação aos resultados obtidos com a inoculação do isolado SC5, o fato do tratamento inoculado ter apresentado resultados não superiores ao tratamento não inoculado indica que podem existir fatores, ainda não elucidados, influenciando na capacidade dos microrganismos em promover o crescimento vegetal, como por exemplo a não associação devido a alta especificidade exigida por algumas relações simbióticas. Dessa forma, pode-se concluir que mais estudos são necessários para verificar se de fato o isolado foi capaz de estabelecer associação com a boca-de-leão, ou se existe algum outro fator que interferiu na capacidade da bactéria em promover o crescimento vegetal, como a produção de metabólitos não tolerados pela planta estudada (RAMAKRISHNA et al., 2019).

De acordo com o exposto, mais estudos são necessários para verificar se a associação entre bactérias promotoras de crescimento vegetal e a *Antirrhinum majus* pode ser uma alternativa viável para auxiliá-la a tolerar uma variedade de fatores bióticos e abióticos, bem como diminuir a produção de etileno e aumentar a vida de prateleira. Além disso, é necessário elucidar quais são os fatores capazes de influenciar a interação entre o genótipo da planta e a comunidade endofítica promotora de crescimento.

## **Conclusão**

O tratamento contendo o isolado MRS2 foi eficiente em promover a indução de botões florais no final do ciclo produtivo da boca-de-leão (*A. majus*), mostrando-se promissor para estudos futuros visando o desenvolvimento de produtos comerciais capazes de promover o crescimento vegetal da boca-de-leão.

## Referências Bibliográficas

ALBRECHT-GARY, A. M.; CRUMBLISS, A. L.; *Met. Ions Biol. Syst.* 35, 239, 1998.

ALI, S.; CHARLES, T.C.; GLICK, B.R. Delay of flower senescence by bacterial endophytes expressing 1- aminocyclopropane-1-carboxylate deaminase. *J Appl Microbiol* 113: 1139–1144, 2012.

AKI, A; PEROSA, J.M.Y. Aspectos da produção e consumo de flores e plantas ornamentais no Brasil. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, Campinas, v.8, n.1/2, p.13-23, 2002.

BALL VAN ZANTEN. Informações culturais: Boca-de-leão (*Antirrhinum majus L.*). (Comunicado Técnico - 1ª edição. Março de 2002).

BURD, G. I., DIXON, D. G., AND GLICK, B. R. A plant growth promoting bacterium that decreases nickel toxicity in plant seedlings. *Appl. Environ. Microbiol.* pg 64. 1998.

BROWN, M. E. Seed and root bacterization. *Ann. Rev. Phytopathol.* 1974.

CAMPBELL, B. G. AND THOMPSON, J. A. 1-Aminocyclopropane-1- carboxylate deaminase genes from *Pseudomonas* strains. *FEMS Microbiol. Lett.* 138: 207–210, 1996.

CONN, K.L., NOWAK, J.; LAZAROVITS, G. A gnotobiotic bioassay for studying interactions between potatoes and plant growth-promoting rhizobacteria. *Canadian Journal of Microbiology* ed 43, pg 801-808. 1997.

DAVIES, P. J. *Plant hormones: physiology, biochemistry and molecular biology.* edit. Springer Netherlands, Dordrecht, 1995. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/978-94-011-0473-9>>.

DIAS, A.F. A importância económica das sementes e propágulos. *Actas Portuguesas de Horticultura*, ed. 15, pg. 55-63, 2009.

DOSTAL, D.L., AGNEW, N.H., GLADON, R.J., et al. Ethylene, simulated shipping, STS, and AOA affect corolla abscission of New Guinea Impatiens. **Hort Science**, Virginia, v. 26, n. 1, p. 47-49, 1991.

EPAGRI Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A. Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina 2002-2005.

FARIAS et al. Nitrato de prata e tiosulfato de prata como inibidores da ação do etileno em cultivo in vitro de *Annona glabra L.* *DIVERSITAS JOURNAL*. Santana do Ipanema/AL. vol. 5, n.4, p.2768-2778 out./dez 2020.

FIGLIORE, A.; LAEVENS, S.; BEVIVINO, A.; DALMASTRI, C.; TABBACCHIONI, S.; VANDAMME, P.; CHIARINI, L. Burkholderia cepacia complex: distribution of genomovars among isolates from the maize rhizosphere in Italy. Environ Microbiol ed. 3, pg. 137–143, 2001.

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

Flores e Plantas Ornamentais do Brasil. Série Estudos Mercadológicos. SEBRAE, 2015.

GLICK, B. R.; KARATUROV'IC, D.; NEWELL, P. A novel procedure for rapid isolation of plant growth-promoting rhizobacteria. Can. J. Microbiol. ed. 41, pg 533–536, 1995.

HARDENBURG, R.E., WATADA, A.E., WANG, C.Y. **The commercial storage of fruits, vegetables, and florists and nursery stocks** U.S. Department of Agriculture - ARS, Agriculture Handbook, ed. 66, pg 136, 1986.

Honma, M., Shimomura, T., (1978). Metabolism of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid. Agricultural and Biological Chemistry. 42: 1825-1831.

HUXLEY A. The new Royal Horticultural Society dictionary of gardening. London: Macmillan, 1992.

ICHIMURA, K.; HISAMATSU, T. Effects of continuous treatment with sucrose on vase life, soluble carbohydrate concentrations, and ethylene production of cut snapdragon flowers. Journal of the Japanese Society of Horticultural Science, v.68, p.61-66, 1999.

JACOBSON, C. B., PASTERNAK, J. J., AND GLICK, B. R. Partial purification and characterization of ACC deaminase from the plant growth-promoting rhizobacterium Pseudomonas putida GR12-2. Can. J. Microbiol. ed. 40, pg 1019–1025, 1994.

JIA, Y.J. et. al. Synthesis and degradation of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid by Penicillium citrinum. Biosci. Biotechnol. Biochem. ed. 63, pg 542–549, 1999.

KANEKO, T. et. al. Complete genome structure of the nitrogen-fixing symbiotic bacterium Mesorhizobium loti. DNA. ed 7, pg 331– 338, 2000.

KLEE, H. J.; KISHORE, G. M. 1992. Control of Fruit Ripening and Senescence in Plants. United States Patent Number. ed. 5, pg. 702 - 933.

KLOEPPER, J. W.; SCHER, F. M.; LALIBERTE, M.; TIPPING, B. Emergence promoting rhizobacteria: description and implications for agriculture. In: Iron, Siderophores, and Plant Disease. Swinburne, T. R., Ed., Plenum Publishing Corp., p. 155–164. New York, 1986.

LORENZI H, Souza HM. Plantas Ornamentais no Brasil: Arbustivas, Herbáceas e Trepadeiras. São Paulo: Plantarum, 720 p. 1995.

MARIANO, R.L.R. Métodos de seleção in vitro para o controle microbiológico de patógenos de plantas. *Revisão Anual de Patologia de Plantas* 1:369-409. 1993.

MARDAD, I.; SERRANO, A.; SOUKRI, A. Solubilization of inorganic phosphate and production of organic acids by bacteria isolated from a moroccan mineral phosphate deposit. *African Journal of Microbiology Research*, v. 7, n. 8, p. 626-635, 2013.

NASCIMENTO, F. X. I. Promoting plant growth using ACC deaminase-producing bacteria: insights into plant-bacterial interactions and agricultural and biotechnological applications. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia e Biociências, Florianópolis, 2018.

OLIVEIRA, A. L.; URQUIAGA S.; BALDANI, J. I. Processos e mecanismos envolvidos na influência de microrganismos sobre o crescimento vegetal. *Seropédica: Embrapa Agrobiologia*, ago. 2003.

OLIVEIRA, C. S.; PIGNATARI, C. A. C.; CUNHA, C.. Os entraves logísticos do setor de floricultura no principal entreposto da cidade de São Paulo. *Anais da SEMCITEC-Semana de Ciência, Tecnologia, Inovação e Desenvolvimento de Guarulhos*, v. 1, n. 1, 2018. Disponível em: [revista.ifspguarulhos.edu.br/index.php/semcitec/article/view/33](http://revista.ifspguarulhos.edu.br/index.php/semcitec/article/view/33). Acesso em: 08 set. 2018.

PORAT, R.; SHLOMO, E.; SEREK, M.; SISLER, E. C.; BORROCHOV, A. 1-methylcyclopropene inhibits ethylene action in cut phlox flowers. *Postharvest Biology and Technology*, v. 6, p. 313-319, 1995.

RAMAKRISHNA, W.; YADAV, R.; LI, K. Plant growth promoting bacteria in agriculture: two sides of a coin. *Applied Soil Ecology*, v. 138, p. 10-18, 2019.

SALINGER, J.P. **Producción Comercial de Rores** Zaragoza, pg. 371 1991.

SANTNER, A.; CALDERON-VILLALOBOS, L. I. A.; ESTELLE, M. Plant hormones are versatile chemical regulators of plant growth. *Nature chemical biology*, vol. 5, ed. 5, pg. 301–307, 2009.

SHEEHY, R. E.; HONMA, M.; YAMADA, M.; SASAKI, T.; MARTINEAU, B.; HIATT, W. R. Isolation, sequence, and expression in *Escherichia coli* of the *Pseudomonas* sp. SOUZA, P. C. Estudo de caso para a caracterização e análise da competitividade na floricultura de Joinville, SC. Florianópolis, 2006. Monografia submetida ao Departamento de Ciências Econômicas da UFSC.

Strain ACP gene encoding 1-aminocyclopropane-1-carboxylate deaminase. *J. Bacteriol.* ed. 173, pg 5260–5265, 1991.



SUÁREZ-MORENO, Z. R.; CABALLERO-MELLADO, J., COUTINHO, B.G.; MENDONÇA-PREVIATO, L.; JAMES, E. K.; VENTURI, V. Common features of environmental and potentially beneficial plant-associated Burkholderia. *Microb Ecol* ed. 63, pg 249–266, 2012.

STARMAN, T.W.; CERNY TA, M. A.; CKENZIE, A. J. Productivity and profitability of some field-grown specialty cut flowers. *HortScience*, Alexandria, ed .30, p.1217–1220, 1995.

VAN ALTVORST, A.C., BOVY, A.G. The role of ethylene in the senescence of carnation flowers, a review. *Plant Growth Regulation* , Amsterdam, v. 16, p. 43-53, 1995.

TSAVKELOVA, E. A.; CHERDYNTSEVA, T. A.; KLIMOVA, S. Y.; SHESTAKOV, A. I.; BOTINA, S. G.; NETRUSOV, A. I. Orchid-associated bacteria produce indole-3- acetic acid, promote seed germination, and increase their microbial yield in response to exogenous auxin. *Archives of Microbiology*, v. 188, n. 6, p. 655-664, 2007.