

## **AVALIAÇÃO DE COMPONENTES DE PRODUTIVIDADE EM PÓS-COLHEITA PARA CULTURA DO ALHO, COINOCULADO COM *Azospirillum brasilense* E *Pseudomonas fluorescens***

SOUZA, R. M.<sup>1</sup>; SOUZA, E.<sup>1</sup>; ARAÚJO, S. G.<sup>1</sup>; GANEM, J.<sup>1</sup>; CRUZ, S. P.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Santa Catarina – Campus Curitibanos

### **RESUMO**

No Brasil a produção de alho não é capaz de atender a demanda interna do produto, no entanto, o aumento de produtividade, bem como de área plantada passa por diversos desafios, entre eles está o custo de produção, pois é uma cultura altamente exigente em nutrientes além da competitividade com o produto importado. Desse modo, pesquisas no sentido de buscar alternativas que sejam economicamente viáveis e sustentáveis são de extrema importância, e o uso de microrganismos promotores de crescimento de plantas tem se mostrado uma alternativa para diversas culturas. Desse modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da coinoculação de *Azospirillum brasilense* e *Pseudomonas fluorescens* com redução de 25% da adubação NPK na cultura do alho. O experimento foi implantado no município de Brunópolis-SC, sendo realizado em um delineamento em blocos casualizado com cinco tratamentos (T1: 100% NPK, T2: 75% NPK; T3: 75% NPK+0,5 L ha<sup>-1</sup> de inoculante; T4: 75% NPK+1,0 L ha<sup>-1</sup> de inoculante e T5: 75% NPK+1,5 L ha<sup>-1</sup> de inoculante) e cinco repetições. As avaliações foram realizadas ao final do ciclo da cultura e compreenderam as variáveis de diâmetro de bulbo, massa de plantas frescas, estatura, diâmetro de pseudocaule e número de folhas. As variáveis diâmetro de bulbos e massa de plantas frescas não diferiram estatisticamente entre si, enquanto que para estatura, diâmetro de pseudocaule e número de folhas foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos.

**Palavras-chave:** Rizobactérias; Sustentabilidade; *Allium sativum* L.

### **INTRODUÇÃO**

A cultura do alho (*Allium sativum* L.) possui significativa importância para o Brasil, tanto pelo consumo como pela produção, porém, por ser uma cultura altamente exigente em nutrientes, qualidade do solo e água, pode ser onerosa para o agricultor, representando um elevado custo de produção. No entanto, a taxa de consumo de alho no país faz com que a produção interna não atenda a demanda, sendo necessária a importação do produto. Países como Argentina e China estão entre os principais fornecedores, porém, os preços do produto importado são abaixo dos praticados pelo mercado nacional, prejudicando a comercialização (CONAB, 2020).

No Brasil a produção de alho na safra 2019/20 foi de 155.700 toneladas com uma área plantada de 12.224 hectares e produtividade média de 12.738 kg ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2020). Mesmo com a manutenção dos índices produtivos nos últimos anos o país importou cerca de 125.700 ton. de alho no ano de 2021 (EPAGRI, 2022).

Considerando os altos custos de produção e a competição com o produto importado, a busca por alternativas que permitam que o alho nacional possa ser produzido de maneira

economicamente viável e competitiva é importante para a cultura no cenário nacional. Para algumas culturas como soja e milho uma maneira de se manter bons índices produtivos, com baixo custo, redução de adubação e com sustentabilidade tem sido a utilização de microrganismos promotores de crescimento (SANDINI *et al.*, 2019).

Entre os microrganismos já utilizados comercialmente e com benefícios comprovados para algumas culturas, destaca-se *Azospirillum brasilense*, bactéria muito utilizada em culturas de gramíneas, que tem entre seus principais benefícios estão a síntese de fito-hormônios e a fixação biológica de nitrogênio (HUNGRIA, 2011). *Pseudomonas fluorescens* é outra bactéria que vem sendo estudada e utilizada em inoculantes e que possui entre suas características benéficas o controle biológico e a capacidade de solubilizar fosfatos retidos no solo (SANTOS *et al.*, 2010; OLIVEIRA *et al.*, 2015).

Nos últimos anos, o preço de adubos sintéticos tem aumentado significativamente, além do impacto ambiental relacionado ao mau uso dos mesmos. Considerando que a utilização de microrganismos em outras culturas permite a redução da carga de fertilizantes aplicados, e a falta de trabalhos encontrados na literatura para a cultura do alho, além da busca por uma alternativa economicamente viável e sustentável, faz com estudos nesse sentido sejam realizados. Desse modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da coinoculação com *A. brasilense* e *P. fluorescens* na cultura do alho em pós-colheita.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento compreendeu o período entre os meses de maio e dezembro de 2021 e foi implantado no município de Brunópolis-SC, localizado nas coordenadas 27°20'36"S e 50°46'19"O (GOOGLE EARTH, 2021). O clima segundo a classificação de Köppen é descrito como Cfb-temperado quente (WREGE *et al.*, 2012) e o solo é um Nitossolo Bruno (EMBRAPA, 2004).

O experimento foi realizado em um delineamento de blocos casualizado (DBC) com cinco tratamentos e cinco repetições. Cada parcela foi composta por um canteiro de 1,10m x 4,00m, com uma população de aproximadamente 200 plantas por parcela. Os tratamentos estudados foram: T1, testemunha com 100% da adubação NPK recomendada; T2, com 75% de NPK; T3 com 75% NPK + 0,5 L ha<sup>-1</sup> de inoculante; T4, 75% NPK + 1,0 L ha<sup>-1</sup> de inoculante e T5 com 75% NPK + 1,5 L ha<sup>-1</sup> de inoculante.

Foi realizada uma análise química do solo, e para determinação da quantidade de NPK a ser aplicada foi seguida a recomendação do manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (SBCS, 2016). A adubação de fósforo (P) e potássio (K) foi aplicada na base no dia do plantio e o nitrogênio (N) foi parcelado em duas aplicações, sendo metade na base e a outra metade aplicada em cobertura aproximadamente 30 dias após o plantio. O plantio foi realizado no dia 13 de junho, e foi utilizada a cultivar ITO.

A coinoculação foi realizada via pulverização no solo, utilizando o produto Biofree®, com as bactérias *A. brasilense* e *P. fluorescens* em sua composição. Foram realizadas duas aplicações, sendo a primeira 15 dias após o plantio e a segunda 15 dias após a aplicação de

cobertura da adubação nitrogenada. As aplicações ocorreram no final da tarde, buscando as melhores condições de aplicação.

A colheita e análise de dados ocorreram no dia 29 de outubro de 2021. Foram retiradas 10 plantas de cada parcela e aferidas com uso de régua graduada e balança semi-analítica.

A análise dos dados obtidos foi realizada através do programa SISVAR e submetidas a ANOVA. Quando observadas diferenças estatísticas ( $P < F_c$  0,05) os dados foram submetidos ao teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS

A partir dos dados analisados, as variáveis de diâmetro de bulbo, e massa de plantas frescas não apresentaram diferenças estatísticas, apresentando médias de 38,89 mm e 53,13 g respectivamente. Para a variável estatura, T1, T2 e T3 diferiram estatisticamente de T4 e T5. Na avaliação de diâmetro de pseudocaule T1 e T2 apresentaram diferenças estatísticas quando comparados aos demais tratamentos e na variável de número de folhas, T1 diferiu dos demais tratamentos.

Tabela 1. Valores médios para as variáveis diâmetro de bulbo, massa de plantas frescas, estatura, diâmetro de pseudocaule e número de folhas, em experimento conduzido em Brunópolis-SC, na safra de 2021.

Tratamento	Diâmetro de bulbo (mm)	Massa de plantas frescas (g)	Estatura (cm)	Diâmetro de Pseudocaule (mm)	Número de folhas
T1	39,49 <sup>ns*</sup>	58,65 <sup>ns</sup>	68,04 <sup>a2**</sup>	12,82 <sup>a2</sup>	6,22 <sup>a2</sup>
T2	39,54	54,08	63,86 <sup>a2</sup>	12,22 <sup>a2</sup>	5,70 <sup>a1</sup>
T3	39,07	52,51	58,77 <sup>a1</sup>	9,67 <sup>a1</sup>	5,60 <sup>a1</sup>
T4	38,11	50,86	62,56 <sup>a2</sup>	9,58 <sup>a1</sup>	5,52 <sup>a1</sup>
T5	38,22	49,53	56,01 <sup>a1</sup>	8,31 <sup>a1</sup>	5,32 <sup>a1</sup>
Média	38,89	53,13	61,85	10,52	5,67
CV(%)	6,21	12,16	7,52	11,59	7,34

\* Médias não significativas pela ANOVA a 5% de probabilidade. \*\*Valores seguidos pelas mesmas letras e números não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Skott-Knott. CV: coeficiente de variação. T1: Testemunha com 100% NPK; T2: 75% NPK; T3: 75% NPK + 0,5 L ha<sup>-1</sup> de Biofree®; T4: 75% NPK + 1,0 L ha<sup>-1</sup> Biofree®; T5: 75% NPK + 1,5 L ha<sup>-1</sup> Biofree®. Fonte: Autor, 2021.

## DISCUSSÃO

Trabalhos avaliando a utilização de microrganismos na cultura do alho são escassos, tanto na literatura nacional como internacional, sendo uma campo de pesquisa pouco explorado para a cultura. Estudos nesse sentido se fazem necessários tanto para a cultura do alho como para diversas outras de interesse agrônomo, considerando o potencial benéfico dos microrganismos para as plantas.

Entre as variáveis analisadas o diâmetro de bulbo não apresentou diferenças estatísticas entre os tratamentos, com as médias observadas de 38,89 mm. Alguns trabalhos avaliando esta variável apontaram para incremento dos valores médios. Shafeek *et al.* (2018) inocularam bactérias fixadoras de fosfatos e observaram incremento de até 38% no diâmetro médio de bulbos nos tratamentos de plantas que receberam inoculação, com valores de 38,7 mm para plantas inoculadas e 24 mm para a testemunha. Domenico (2019), estudando os efeitos de *A. brasilense* na cultura do alho também observou incremento de até 23% no diâmetro de bulbo, quando comparados tratamentos de plantas que receberam inoculação quando comparadas ao controle.

Para a variável de massa de plantas frescas, os valores observados não apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos, no entanto, Gouda e Mosa (2015) observaram até 15% de ganho de massa quando comparados os tratamentos de plantas que receberam ou não a inoculação. Kumar e Sigh (2020), avaliando inoculação em plantas de alho também observaram ganhos de massa de até 9% em tratamentos com plantas inoculadas se comparadas a testemunha.

Quanto a variável estatura de plantas, foram observadas diferenças estatísticas entre T1, T2 e T4 quando comparadas aos demais tratamentos, no entanto, nenhum tratamento com plantas inoculadas refletiu ganho de altura quando comparados a testemunha. Avaliando inoculação e diferentes doses de adubação fosfatada Bento *et al.* (2015) observaram ganhos na estatura média de plantas que receberam inoculação e doses de P variando entre 100 e 200 kg ha<sup>-1</sup> com médias de 31,37 cm.

Na análise de diâmetro de pseudocaule, T1 e T2 diferiram estatisticamente dos demais tratamentos com médias de 12,82 e 12,22 mm respectivamente. Dessa maneira, é possível observar um menor diâmetro de pseudocaule em tratamentos que receberam doses de inoculante, quando comparados aos tratamentos que receberam somente a adubação NPK. Nesse sentido, Youssif, Hosna e Amara (2015) também relataram plantas com diâmetros de pseudocaule menores em tratamentos com plantas que receberam inoculação, com médias de 13,5 mm e para a testemunha o diâmetro médio foi de 24,7 mm. No entanto, Das *et al.* (2020) relataram ganho no diâmetro de pseudocaule, sendo observados valores médios de 13 mm para plantas que receberam inoculação e médias de 6,3 mm para a testemunha.

Em relação a variável de número de folhas, T1 diferiu estatisticamente dos demais tratamentos, apresentando uma média de 6,22 folhas por planta. No trabalho realizado por Gouda e Mosa (2015) foram observados resultados semelhantes, onde a testemunha apresentou média de 9,58 folhas por planta enquanto que os tratamentos de plantas inoculadas as médias foram inferiores a 9,28. Mounir *et al.* (2020) também relataram redução no número de folhas por planta em tratamentos com plantas que receberam inoculação, com médias de 9,47 folhas, valores abaixo da média do tratamento controle que foi de 10,4 folhas por planta.

## CONCLUSÕES

A coinoculação de *A. brasilense* e *P. fluorescens* com redução de 25% da adubação NPK na cultura do alho não promoveu diferenças significativas quando comparadas aos tratamentos de plantas que não receberam inoculação, no entanto, devido ao potencial de utilização de microrganismos nas culturas, novos estudos são recomendados.

## REFERÊNCIAS

BENTO R. U. *et al.* Adubação fosfatada e inoculação com microrganismos solubilizadores de fosfato na cultura do alho. 2º Congresso de Ensino Pesquisa e Extensão da UEG, 2015, Pirenópolis. **Anais [...]**. Pirenópolis: UEG, v. 2, 2015, 10 p.

DAS, S. *et al.* Response of biofertilizers and primary nutrients on growth and yield of garlic (*Allium sativum* L.) in new alluvial soil of West Bengal. **Current Journal of applied and Technology**, v. 39, n. 10, p. 1-7, 2020.

DOMENICO, P. Effect of *Azospirillum brasilense* on garlic (*Allium sativum* L.) cultivation. **World Jornal of Advanced Research and Reviews**, v. 2, n. 3, p. 008-013, 2019.

EMBRAPA. **Solos do Estado de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004, 745 p. (embrapa Solos, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n. 46).

EPAGRI. **Boletim Agropecuário**. N. 106, 51 p., mar. 2022. Disponível em: [https://docweb.epagri.sc.gov.br/website\\_cepa/Boletim\\_agropecuario/boletim\\_agropecuario\\_n\\_106.pdf](https://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepa/Boletim_agropecuario/boletim_agropecuario_n_106.pdf). Acesso em 23 de março de 2022.

GOOGLE EARTH. **Brunópolis – SC: Vila Brasília**. CNES, [2019]. Imagem de satélite, color, 3D, Airbus Maxar Technologies. Lat. 27°20'36" S, Lon. 50°46'19". Disponível em: [https://earth.google.com/web/@-27.34158428,-50.77514215,811.7512921a,3521.29701905d,35y,-0h,0t,0r?utm\\_source=earth7&utm\\_campaign=vine&hl=pt-BR](https://earth.google.com/web/@-27.34158428,-50.77514215,811.7512921a,3521.29701905d,35y,-0h,0t,0r?utm_source=earth7&utm_campaign=vine&hl=pt-BR). Acesso em 26 de novembro de 2021.

GOUDA, A. E. A. I.; MOSA, A. A. A. Effect of diferent potassium and sulfur fertilization rates and silicate and/or *Thiobacilli* bacteria inoculation on garlic (*allium sativum*L.). **Journal of Plant Production**, v. 6, n. 8, p. 1371-1384, 2015.

HUNGRIA, M. **Inoculação com azospirillum brasilense: Inovação e rendimento a baixo custo**. Londrina: Embrapa Soja, n. 325, jan. 2011, 3 p. (Documentos, n. 325).

IBGE. **Produção Agropecuária – alho**. 2020. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612#resultado>. Acesso em 24 de março de 2022.

KUMAR, V.; SIGH, K. K. Influence of biofertilizers on quality and yield of garlic (*Allium sativum* L.). **The Pharma Innovation**, v. 9, n. 4, p. 350-352, 2020.

OLIVEIRA, M. A. Adubação fosfatada associada à inoculação com *Pseudomonas fluorescens* no desempenho agrônômico do milho. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 1, n. 38, p. 18-25, 2015.

SANDINI *et al.* Seed inoculation with *Pseudomonas fluorescens* promotes growth, yield and reduces nitrogen applications in maize. **International Journal of Agriculture & Biology**. V. 22, n. 6, p. 1369-1375, 2019.

SANTOS, P. J. C. *et al.* **Utilização de *Pseudomonas fluorescens* no controle biológico de *Macrophomina phaseolina***. Londrina: Embrapa Soja, 2010, 3 p. (Documentos, n. 323).

SBCS – SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. [S.L.]: Comissão Química e Fertilidade do Solo – RS/SC, 2016, 376 p.

SHAFEEK, M. R. *et al.* Impact of inoculation with P-fixers bacteria and nutrient compound on growth yield and nutritional values of garlic plant (*Allium sativum* L.). **Middle East Journal of Agriculture**, v. 7, n. 3, p. 816-825, jul./set. 2018.

WREGE, M. S. *et al.* (ed.). **Atlas climático da região sul do Brasil: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul**. 2. Ed. Brasília, DF: EMBRAPA, 2012, 334 p.

YOUSSEF, B. D. S.; HOSNA, A. F. M.; AMARA, M. A. T. Effect of sulphur and sulphur oxidizing bacteria on growth and production of garlic (*Allium sativum* L.) under saline conditions. **Middle East Journal of Agriculture**, v. 4, n. 3, p. 446-459, jul./set. 2015.