

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.

TATTO, L.; KULCZYNSKI, S. M.; BELLÉ, C.; MORIN, D.; RUBIN, F. M.; ULIANA, M. P. Desempenho de sementes de soja tratadas com bioestimulante sob diferentes condições de potencial osmótico. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, v. 4, n. 3, p. 397-408, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.21674/2448-0479.43.397-408>>. Acesso em: Out. 2018.

VENDRUSCULO, E. P.; SOUZA, H. B.; ARRUDA, L. A.; LIMA, S. F.; ALVAREZ, R. C. F. Biorregulador na germinação e desenvolvimento inicial de algodoeiro. **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 13, n. 2, p. 32-40, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.unemat.br/index.php/rcaa/article/view/1180>>. Acesso em: Ago. 2018.

CRESCIMENTO, DESENVOLVIMENTO E ASPECTOS PRODUTIVOS DO MORANGUEIRO SUBMETIDO A INOCULAÇÕES COM *BACILLUS AMYLOLIQUEFACIENS*, *AZOSPIRILLUM BRASILENSE* E *TRICHODERMA ASPERELLUM* COM E SEM ASSOCIAÇÃO AO SILÍCIO

BUBANZ, Hisley Campos Soares*, RAMOS, Rodrigo Ferraz. - Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), campus Cerro Largo; BETEMPS, Débora Leitzke. - Professora Adjunto III da Universidade Federal da Fronteira Sul/UFFS - Campus Cerro Largo (RS); SOBUCK, Lisiane. - Mestranda do curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo pela Universidade Federal de Santa Maria (PPGCS/UFSM).; DOSSIN, Mariana Ferneda. - Doutoranda do Programa de Pós - Graduação em Ciência do Solo da UFSM.; SCHNEIDER, Evandro Pedro. - Professor da Universidade Federal da Fronteira Sul - Campus Cerro Largo, RS.

*Autor para correspondência e-mail: hisleybubanz@hotmail.com

Recebido em: 07/09/2018
Aprovação final em: 18/12/2018

Doi: <https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2019.v22i1.572>

RESUMO: Objetivou-se avaliar o crescimento, desenvolvimento e aspectos produtivos do morangueiro submetidos a inoculação de *Azospirillum brasilense*, *Bacillus amyloliquefaciens* e *Trichoderma asperellum* com e sem associação ao Silício (Si). O delineamento experimental foi blocos casualizados, com oito tratamentos, três blocos, sendo três repetições por tratamento para cada bloco. Realizou-se avaliações de crescimento e desenvolvimento aos 30 e 60 dias após o transplante (DAT) das mudas. Para as avaliações dos aspectos produtivos, os frutos maduros coletados foram submetidos às análises físico-químicas. Aos 150 DAT avaliou-se o acúmulo de biomassa seca, através da determinação da massa seca da parte aérea (MSA), massa seca da coroa (MSC), massa seca das raízes (MSR) e massa seca total (MST). Aos 30 DAT não foi observada diferença significativa entre os tratamentos. Aos 60 DAT os tratamentos *B. amyloliquefaciens* (T3) e Si (T5) apresentaram os maiores índices de clorofila (IC). Os tratamentos *T. asperellum* e Si (T6), T3 e T5 apresentaram as maiores médias para MSA, enquanto que o tratamento T5 apresentou a maior média para MSC e o tratamento T6 apresentou as maiores médias para MSR e MST. Conclui-se que os tratamentos influenciaram o crescimento, desenvolvimento e acúmulo de biomassa seca no morangueiro, não apresentando influência nos parâmetros físico-químico dos frutos.

PALAVRAS-CHAVE: Associação; *Fragaria* sp.; Promoção de crescimento; Silício (Si).

GROWTH, DEVELOPMENT AND PRODUCTIVE ASPECTS OF STRAWBERRY SUBMITTED TO INOCULATIONS WITH *BACILLUS AMYLOLIQUEFACIENS*, *AZOSPIRILLUM BRASILENSE* AND *TRICHODERMA ASPERELLUM* WITH AND WITHOUT SILICON ASSOCIATION

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the growth, development and productive aspects of strawberry plants submitted to inoculation of *Azospirillum brasilense*, *Bacillus amyloliquefaciens* and *Trichoderma asperellum* with and without association with Silicon (Si). The experimental design was randomized blocks, with eight treatments, three blocks, three replicates per treatment for each block. Growth and development evaluations were performed at 30 and 60 days after transplanting (DAT) of the seedlings. For the evaluations of the productive aspects, the ripe fruits collected were submitted to the physical-chemical analyzes. The dry biomass accumulation was determined by dry mass of the shoot (MSA), dry mass of the crown (MSC), dry mass of the roots (MSR) and total dry mass (MST). At 30 DAT,

no significant difference was observed between treatments. At 60 DAT the treatments B. amyloliquefaciens (T3) and Si (T5) had the highest chlorophyll indexes (CI). The treatments T. asperellum and Si (T6), T3 and T5 presented the highest averages for MSA, whereas the T5 treatment had the highest mean for MSC and the T6 treatment presented the highest mean for MSR and MST. It was concluded that the treatments influenced the growth, development and accumulation of dry biomass in the strawberry, not having influence on the physical-chemical parameters of the fruits.

KEYWORDS: Association; *Fragaria* sp; Promotion of growth; Silicon (Si).

INTRODUÇÃO

O morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch) pertence à família Rosaceae, representado uma das principais frutas de clima temperado (KURAS; KORBIN, 2010; FACHINELLO *et al.*, 2011). No grupo das pequenas frutas, o morangueiro é considerado uma das espécies de maior expressão econômica, exercendo um importante papel socioeconômico para o setor agrícola (COSTA *et al.*, 2015; MACHADO, 2016). Apresenta alta rentabilidade, ótima aceitação da fruta pelo mercado consumidor, se destacando pelo seu aspecto atraente, aroma e sabor agradável (RYSIN *et al.*, 2015; NEDERKOORN *et al.*, 2018).

Com o intuito de obter uma maior rentabilidade e maximização dos lucros na cultura do morangueiro, novas práticas culturais, tecnologias e estratégias são constantemente elaboradas e adotadas pelos agricultores (WU *et al.*, 2015; LÓPEZ-ARANDA *et al.*, 2016). Tecnologias baseadas em substâncias e organismos promotores de crescimento vegetal apresentam grande potencial para a melhoria no desenvolvimento vegetativo e produção na cultura do morangueiro (FLORES-FÉLIX *et al.*, 2015; NARDI *et al.*, 2016).

Entre os promotores de crescimento vegetal, o grupo dos microrganismos promotores de crescimento de plantas (MPCP) destacam-se enquanto uma alternativa sustentável para a cultura do morangueiro (SARAF *et al.*, 2013; ABHILASH *et al.*, 2016). Os MPCP podem estimular o desenvolvimento vegetal através da fixação de nitrogênio em vida livre, solubilização de fosfatos inorgânicos, mobilização e transporte de nutrientes para a planta, produção de compostos orgânicos voláteis e produção de fitohormônios (FINKEL *et al.*, 2017; SHERIDAN *et al.*, 2017).

No grupo dos MPCP, fungos do gênero *Trichoderma* são capazes de colonizar raízes de diversas espécies de plantas de interesse econômico, podendo estimular o desenvolvimento radicular, a resistência da planta a estresses bióticos e abióticos, e a melhoria no uso de nutrientes (BENÍTEZ *et al.*, 2004; FRAGOSO; CUSTÓDIO, 2016). Estirpes bacterianas de *Bacillus amyloliquefaciens* igualmente são capazes de colonizar as raízes das plantas, influenciando o desenvolvimento vegetativo, oferecendo proteção contra patógenos e maximizando a eficiência no uso do nitrogênio no solo (ASARI *et al.*, 2017; WU *et al.*, 2017; MENDIS *et al.*, 2018). Ainda, bactérias do gênero *Azospirillum* são reconhecidas por estimularem o crescimento vegetal através da produção de fitohormônios, pela capacidade de fixar nitrogênio em vida livre no solo e pela produção de compostos orgânicos voláteis (AMAVIZCA *et al.*, 2017; D'ANGIOLI *et al.*, 2017; FENDRIHAN *et al.*, 2017).

Extratos minerais, como o uso de Silício (Si), também apresentam potencial para a melhoria no desenvolvimento vegetativo e produtivo das culturas agrícolas (TUBANA *et al.*, 2016). O acúmulo de sílica na parede celular pode melhorar a arquitetura das plantas, aumentar a resistência a fitopatógenos, e reduzir a perda de água por transpiração, podendo ser um fator de adaptação ao estresse hídrico e estresses de ordem biótica (MA & YAMAJI, 2008; RODRIGUES *et al.*, 2011). Ainda, o uso de Si pode melhorar a qualidade físico-química dos frutos de morangueiro (HAJIBOLAND *et al.*, 2017).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o crescimento, desenvolvimento e aspectos produtivos

do morangueiro submetidos a inoculação de *Azospirillum brasilense*, *Bacillus amyloliquefaciens* e *Trichoderma asperellum*, aplicação de silício e a associação desses microrganismos com o Si.

MATERIAIS E MÉTODOS

Conduziu-se o experimento em vasos sobre bancadas em casa de vegetação, na Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) campus Cerro Largo, região noroeste do estado do Rio Grande do Sul (RS), com localização de latitude 28°08''sul; longitude 54°44''oeste e altitude de 210 metros, com clima Cfa, segundo classificação de Köppen (KOPPEN, 1931). Utilizou-se a cultivar de morangueiro Camarosa (GUIMARÃES *et al.*, 2015), realizando a uniformização das mudas através de corte transversal da parte aérea e corte transversal das raízes a cinco centímetros da base da coroa. Realizou-se a desinfestação das mudas de morangueiro em hipoclorito de sódio (10%) por 60 segundos, seguida de lavagens sucessivas em água destilada (JESUS *et al.*, 2017).

As mudas foram transplantadas em sacos de polietileno preto de 1000 cm³, preenchidos com substrato comercial Carolina Soil[®] composto a base de turfa Sphagnum (70%), palha de arroz torrefada (20%) e perlita (10%), pH 5,65, condutividade elétrica de 1,5 dS/m, densidade de 220 kg/m³ (umidade 50%), capacidade de retenção de água (CRA) 51% em volume, porosidade total de 76% e CTC de 1200 mmolc. dm⁻³. O delineamento experimental foi blocos casualizados, com oito tratamentos em três blocos, sendo três repetições por tratamento para cada bloco. Realizou-se diferentes tratamentos biológicos com e sem associação ao Si.

Para os tratamentos biológicos adotou-se os seguintes microrganismos promotores de crescimento disponíveis comercialmente: a) *Azospirillum brasilense* (cepas Ab-V5 e Ab-B6), com concentração de 5 x 10⁸ células vivas mL⁻¹ de produto (SimbioseMaiz[®]); b) *Bacillus amyloliquefaciens*, com 5x10⁹ Unidades Formadoras de Colônia (UFC) mL⁻¹ de produto (NemaControl[®]); e c) *Trichoderma asperellum* SF 04 (URM-5911), com concentração de 1,0 x 10¹⁰ UFC.g⁻¹ de produto (Quality WG[®]). Nos tratamentos com Si empregou-se o uso do extrato mineral na forma de pó molhável (PM) da Gigamix[®], contendo 50% de SiO₂, 4,5% de P₂O₅, 5,0% de Ca e 1,0% de Mg. Assim, definiu-se oito (8) tratamentos biológicos com e sem associação ao Si (Tabela 1).

Tabela 1 - Composição e concentração dos tratamentos biológicos com e sem associação ao Silício.

Tratamentos	Composição	Concentração na calda ^{***}
T1	H ₂ O _(liq) destilada	100%
T2	<i>A. brasilense</i> [*]	0,4 mL
T3	<i>B. amyloliquefaciens</i> [*]	0,4 mL
T4	<i>T. asperellum</i> ^{**}	0,24 g
T5	Si ^{**}	1,0 g
T6	<i>B. amyloliquefaciens</i> + Si	0,4 mL + 1,0 g
T7	<i>T. asperellum</i> + Si	0,24 g + 1,0 g
T8	<i>A. brasilense</i> + Si	0,4 mL + 1,0 g

* Formulação comercial líquida.

** Formulação comercial pó molhável.

*** Concentração equivalente para 10 ml⁻¹ de água destilada estéril.

Para cada tratamento foi preparado uma calda para aplicação via seringa graduada. Para cada tratamento foram aplicados 10 ml⁻¹ de calda por planta, na base da coroa, diretamente no substrato aos sete (7) dias após transplante das mudas (DAT). No preparo das caldas usou-se H₂O_(liq) destilada para as diluições dos tratamentos biológicos e extrato mineral (Tabela 1). No décimo quinto (22 DAT) e trigésimo (37 DAT) dias após a primeira aplicação, realizou-se a segunda e terceira aplicação das caldas nos tratamentos. A partir do trigésimo DAT realizou-se fertirrigação de acordo com SCHMITT *et al.* (2016). Ao longo do ciclo da cultura não foram realizadas quaisquer aplicações de agrotóxicos.

As avaliações de crescimento e desenvolvimento das mudas ocorreram aos trinta (30) e sessenta (60) dias após o transplante (DAT), sendo determinado o número de trifólios planta⁻¹ (NMT), a partir da contagem de brotações com trifólios plenamente abertos; altura da parte aérea (APA) mensurando a distância da base da coroa ao ápice da folha mas elevada na vertical; estimativa do índice de área foliar (IAF) através das medidas de comprimento e largura de todas as folhas plenamente expandidas com o uso de um paquímetro digital, sendo os valores expressos em cm² planta⁻¹. Para cada unidade experimental realizou-se três leituras por trifólio do teor de clorofila total por meio do medidor indireto de clorofila SPAD-502 (Soil Plant Analysis Development), onde os resultados foram expressos em índice de clorofila (IC) (RAMOS *et al.* 2018).

Para as avaliações dos aspectos produtivos, os frutos foram coletados manualmente ao atingirem, visualmente, ¾ da superfície a coloração vermelha e submetidos a análises físico-químicas. Para cada tratamento, determinou-se a massa de frutos totais por planta (MFP), sendo os valores expressos em g planta⁻¹. Realizou-se a divisão entre frutos de massa comercial e massa não comercial. Foram considerados não comerciais aqueles frutos que apresentaram massa inferior a 6 g (DIEL *et al.*, 2018). Assim, determinou-se a massa de frutos comerciais (MFC) e massa de frutos não comerciais (MFNC), expressos em g planta⁻¹; número de frutos com massa comercial (NFC) e número de frutos com massa não comercial (NFNC).

Realizou-se a análise da coloração externa dos frutos por meio do Colorímetro Minolta CR-400, onde os valores foram expressos na coordenada L* e c* (croma), onde c* foi obtido da raiz quadrada de a²* + b²* (CONTI *et al.*, 2002). Amostras de frutos de cada parcela foram macerados, compondo uma amostra composta e homogênea com cinco frutos por tratamento, na qual foram avaliados o percentual de sólidos solúveis totais (SST) por meio da leitura em refratômetro digital portátil, expressos em °Brix (MORAES *et al.*, 2008). Determinou-se o pH através do uso de pHmetro digital de bancada, segundo metodologia determinada pela *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 2005).

A acidez total titulável (ATT) foi determinada com NaOH 0,1 N, utilizando a fenolftaleína como indicador, sendo os resultados expressos em miligramas de ácido cítrico por 100 g de polpa de morango (FRANÇOSO *et al.*, 2008). A relação SST/ATT foi determinada pelo quociente entre os sólidos solúveis totais e acidez total titulável (CANTILLANO *et al.*, 2008).

Aos 150 DAT avaliou-se o acúmulo de biomassa seca, através da determinação da massa seca da parte aérea (MSA), massa seca da coroa (MSC) e massa seca das raízes (MSR) após secagem em estufa de ar forçado a 60 °C até atingir massa constante, sendo os valores expressos em g planta⁻¹. A massa seca total (MST) foi obtida através da soma da MSA, MSC e MSR, expresso em g planta⁻¹.

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade, utilizando o Sistema para Análise e Separação de Médias em Experimentos Agrícolas (SASM-Agri, versão 8.2 demo) (CANTERI *et al.*, 2001). Para os dados apresentados em gráfico box-plot, utilizou-se o Software R Studio (R CORE TEAM, 2018).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nas avaliações realizadas aos 30 DAT não foi observada diferença significativa entre os tratamentos (Figura 1). Contudo, aos 60 DAT (Figura 2) o tratamento com Silício (T5) e o tratamento com *B. amyloliquenfaciens* (T3) apresentaram os maiores índices de clorofila (IC), diferindo estatisticamente dos demais tratamentos (Figura 2D). Um maior IC pode ser resultado de uma maior eficiência no uso do nitrogênio ou uma melhoria na arquitetura da planta (ZHAO *et al.*, 2016; DORDAS, 2017). Corroborando com esses resultados, Wu *et al.* (2017) observaram que a inoculação de *B. amyloliquenfaciens* promoveu o crescimento de diferentes hortaliças, aumentando o teor de nitrogênio total (NT) nas plantas, ao mesmo tempo em que diminuiu as concentrações de amônio (NH₄⁺), nitrato (NO₃⁻) e NT no solo.

Rodrigues *et al.*, (2016) observaram que a aplicação de Silicato de Potássio (K₂SiO₃) em tomateiro (*Solanum lycopersicum*) proporcionou incremento nos teores de clorofila *a*, contudo, sem influência significativa para clorofila *b* e clorofila total. No caso do Silício, o acúmulo de sílica na parede celular pode melhorar a arquitetura das plantas, fazendo com que essas desenvolvam folhas mais eretas facilitando a interceptação dos raios solares e assim aumentando a taxa fotossintética (SONG *et al.*, 2014; KAPADIYA *et al.*, 2017).

Figura 1 - A) Número de trifólios (NT, planta⁻¹); B) altura da parte aérea (APA, mm), C) índice de área foliar (IAF, cm² planta⁻¹), D) índice de clorofila total (IC), aos 30 DAT em morangueiro submetidos a diferentes tratamentos biológicos com e sem associação ao silício. Tratamentos: T1 = Testemunha; T2 = *A. brasilense*; T3 = *B. amyloliquenfaciens*; T4 = *T. asperellum*; T5 = Silício; T6 = *T. asperellum*/Silício; T7 = *T. asperellum*/Silício; T8 = *A. brasilense*/Silício. Valores médios seguidos da mesma letra não diferem entre si na coluna pelo Teste de Duncan a 5%

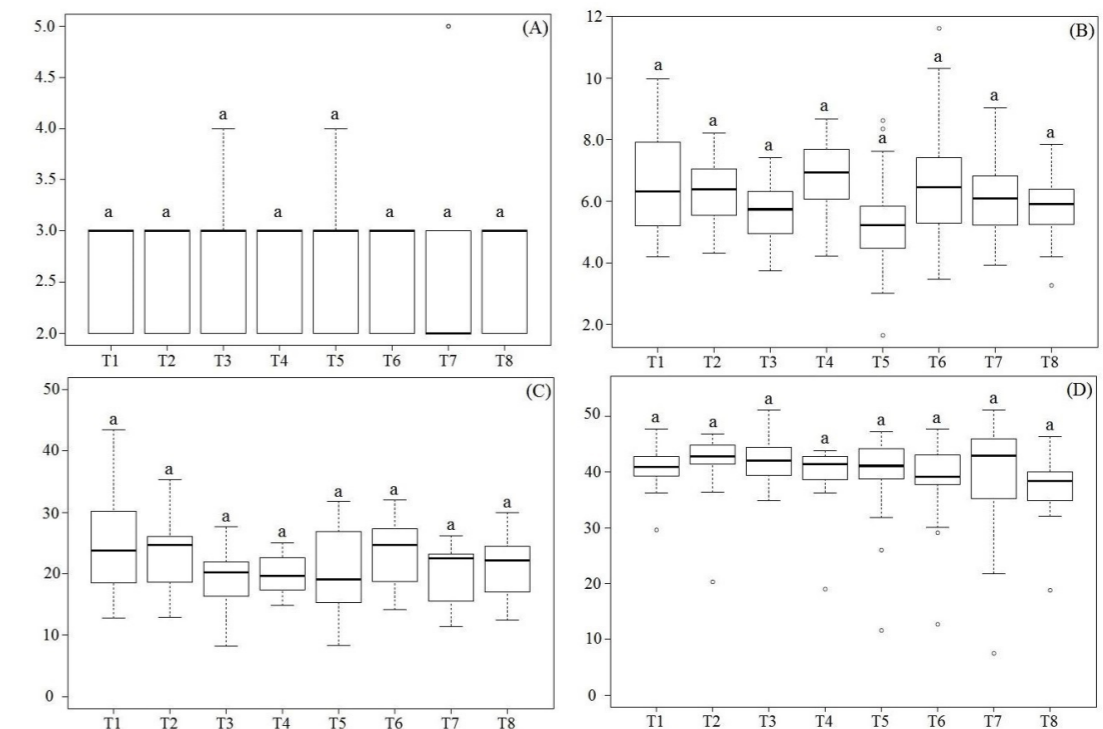
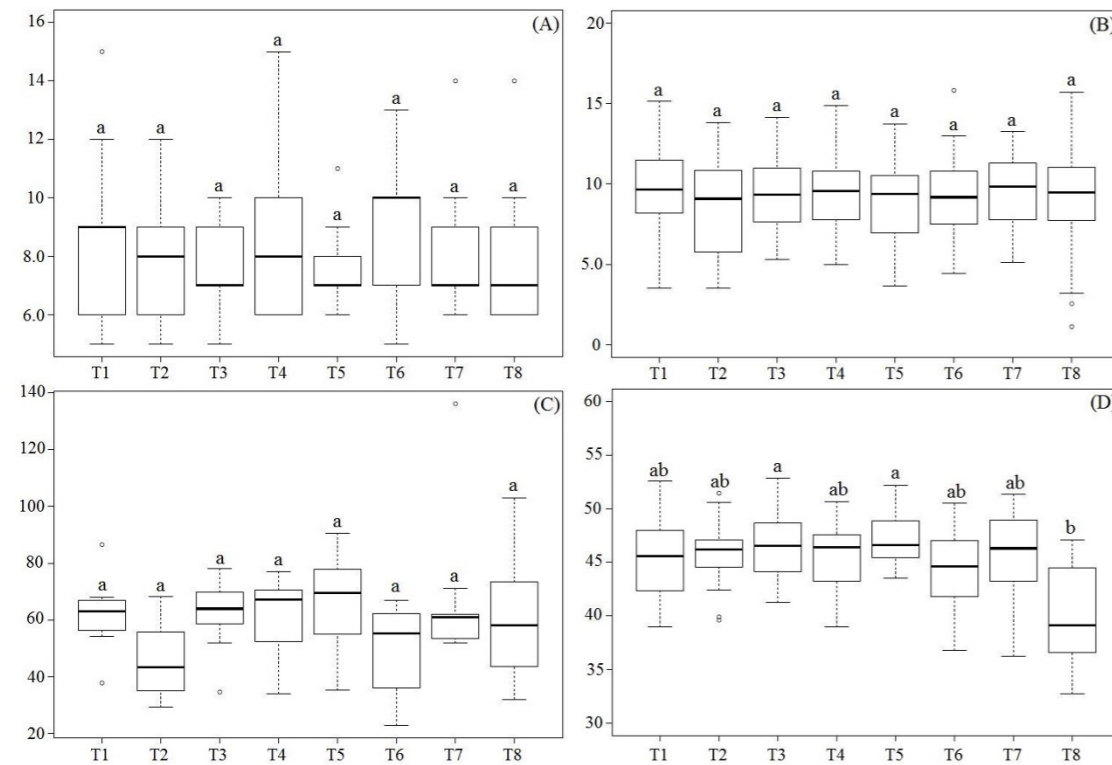


Figura 2 - A) Número de trifólios (NT, planta⁻¹); B) altura da parte aérea (APA, mm), C) índice de área foliar (IAF, cm² planta⁻¹), D) índice de clorofila total (IC), aos 36 DAT em morangueiro submetidos a diferentes tratamentos biológicos com e sem associação ao silício. Tratamentos: T1 = Testemunha; T2 = *A. brasilense*; T3 = *B. amyloliquefaciens*; T4 = *T. asperellum*; T5 = Silício; T6 = *T. asperellum*/Silício; T7 = *T. asperellum*/Silício; T8 = *A. brasilense*/Silício. Valores médios seguidos da mesma letra não diferem entre si na coluna pelo Teste de Duncan a 5%.



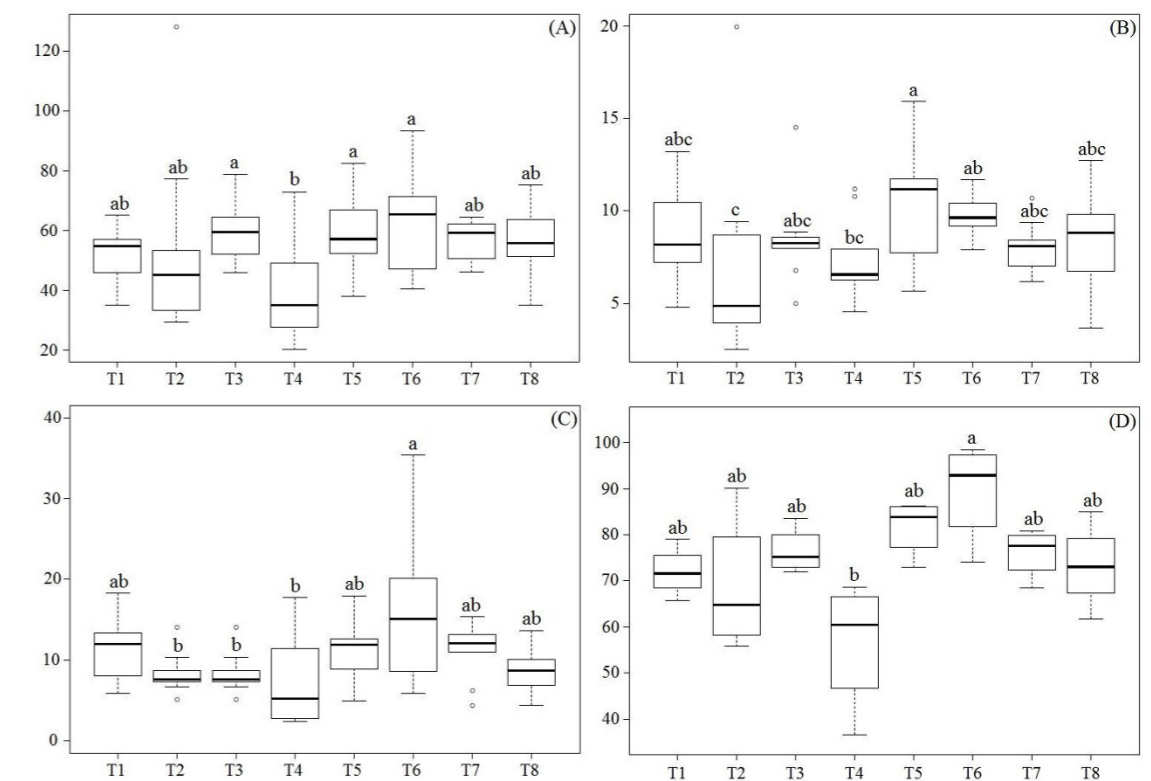
Os tratamentos *T. asperellum* e Si (T6), Si (T5) e *B. amyloliquefaciens* (T3) apresentaram os maiores valores para massa seca da parte aérea (MSA) (Figura 3A), enquanto que o tratamento com Silício (Si) apresentou a maior média para massa seca da coroa (MSC) (Figura 3B), ambos diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Asari *et al.* (2016) observaram que a inoculação de *B. amyloliquefaciens* (UCMB5113) em *Arabidopsis thaliana* promoveu aumento do crescimento e alongamento lateral das raízes e estimulou o crescimento dos tecidos da parte aérea, sendo observado a produção de citoclinas e ácido indol-3-acético pelo microrganismo.

Richter (2015) avaliando o efeito de diferentes MPCP e da aplicação de silício em morangueiro, observaram que as plantas de morangueiro submetidas ao tratamento com Si apresentaram significativamente as maiores médias para área radicular, massa fresca e massa de raízes, massa fresca da parte aérea e massa fresca total. No solo o Si pode competir com o fósforo pelos sítios de absorção nos óxidos de ferro e alumínio, estimulando um maior desenvolvimento vegetal devido a disponibilização de fósforo as raízes (CARTES *et al.*, 2015; ALOVISI *et al.*, 2016). O Si também pode atuar como um elemento benéfico, diminuindo a toxidez do alumínio as raízes (RODRIGUES *et al.*, 2011), influenciando consequentemente a absorção de outros nutrientes do solo e sua translocação para estruturas de reservas, como a coroa (PONTIGO *et al.*, 2015; MALAV & PATEL, 2017; PARK *et al.*, 2018).

O tratamento com *T. asperellum* e Si (T6) além de apresentar as maiores médias para massa seca da parte aérea (MSA) juntamente com o T5 e T3, apresentou as maiores médias para massa seca das raízes (MSR) (Figura 3C) e massa seca total (MST) (Figura 3D), diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Sousa *et al.* (2018) avaliando a aplicação de Si em combinação com diferentes MPCP na cultura do arroz, observaram que a aplicação de Si combinada com *T. asperellum* proporcionou um aumento de 54%, 35% e 65% para massa seca das raízes, comprimento da parte aérea e comprimento das raízes, respectivamente.

Ortega-García *et al.* (2015) observaram que a inoculação de *Trichoderma asperellum* influenciou significativamente o crescimento de bulbos de cebola (*Allium cepa* L.) e induziu a produção de compostos fenólicos e flavonoides nos bulbos de plantas inoculadas, principalmente pelo aumento na disponibilidade de nutrientes e produção de ácido indolacético (AIA) promovidas pelo microrganismo. Zhao e Zhang (2015) observaram que o *T. asperellum* Q1 aumentou significativamente o crescimento de plântulas de pepino sob estresse salino, devido a solubilização de fósforo inorgânico, produção de ácido indolacético (AIA), ácido giberélico (GA) e ácido abscísico (ABA).

Figura 3 - A) Massa seca da parte aérea (MSA, g planta⁻¹); B) massa seca da coroa (MSC, g planta⁻¹); C) massa seca das raízes (MSR, g planta⁻¹) e D) massa seca total (MST, g planta⁻¹) aos 150 DAT do morangueiro submetidos a diferentes tratamentos biológicos com e sem associação ao silício. Tratamentos: T1 = Testemunha; T2 = *A. brasilense*; T3 = *B. amyloliquefaciens*; T4 = *T. asperellum*; T5 = Silício; T6 = *T. asperellum*/Silício; T7 = *T. asperellum*/Silício; T8 = *A. brasilense*/Silício. Valores médios seguidos da mesma letra não diferem entre si na coluna pelo Teste de Duncan a 5%.



No presente estudo os tratamentos com *A. brasilense* não influenciaram significativamente as variáveis avaliadas. Contudo, Elías et al. (2018) observaram que as plantas de morangueiro inoculadas com *A. brasilense* (REC3) apresentaram um índice de crescimento de raízes, parte aérea e biomassa total de plantas, 68%, 48% e 51% maior que plantas controle, respectivamente. Em outro estudo, D'Angioli et al. (2017) avaliando a inoculação de *Azospirillum brasilense* (Ab-V4, Ab-V5) na cultura do milho (*Zea mays*), observaram que a inoculação aumentou o comprimento e área das raízes e o *A. brasilense* estimulando a exsudação de carboxilato pelas raízes, influenciando as comunidades microbianas na rizosfera.

No presente estudo, o uso de Silício, a inoculação de *A. brasilense*, *T. asperellum* e *B. amyloliquefaciens* e a associação desses microrganismos ao Si não influenciaram significativamente os parâmetros físico-químicos dos frutos (Tabela 2). Resultados semelhantes foram observados por Castañeda-Saucedo et al. (2013) para a inoculação de *A. brasilense* em morangueiro, onde a inoculação não teve efeitos ou inibiu o crescimento e a produtividade da cultura, manifestado em baixa produção de biomassa, causando redução de tamanho e peso da fruta.

Tabela 2 - Avaliações físico-químicas em morangueiro submetido a diferentes tratamentos biológicos com e sem associação ao silício. Massa total de frutos por planta (MFP), massa de frutos comerciais (MFC), massa de frutos não comerciais (MFNC), número total de frutos (NFP), número de frutos comerciais (NFC), número de frutos não comerciais (NFNC), Sólidos solúveis (SS), pH, acidez titulável total (ATT), razão entre sólidos solúveis e acidez titulável total (SS/ATT), coloração externa de frutos expressos em coordenadas L* e croma (c*).

Tratamentos*	MFP (g. planta ⁻¹)	MFC (g. planta ⁻¹)	MFNC (g. planta ⁻¹)	NFP (planta ⁻¹)	NFC (planta ⁻¹)	NFNC (planta ⁻¹)
T1	34,7 ^{ns**} ± 4,0	25,2 ^{ns} ± 3,3	11,4 ^{ns} ± 0,5	5,7 ^{ns} ± 0,1	2,7 ^{ns} ± 0,3	3,0 ^{ns} ± 0,3
T2	36,3 ± 3,9	27,4 ± 5,8	8,9 ± 2,1	5,2 ± 0,3	2,7 ± 0,7	2,6 ± 0,6
T3	43,7 ± 2,3	32,0 ± 3,0	11,8 ± 1,1	4,7 ± 0,4	2,3 ± 0,7	2,3 ± 0,5
T4	46,3 ± 7,4	34,5 ± 9,4	11,8 ± 3,1	7,2 ± 0,3	3,2 ± 1,2	4,0 ± 0,9
T5	50,1 ± 16,5	35,2 ± 9,8	14,9 ± 6,9	7,2 ± 1,0	3,2 ± 1,2	4,0 ± 1,9
T6	46,9 ± 8,2	36,5 ± 6,6	10,4 ± 1,7	5,8 ± 0,4	3,2 ± 0,7	2,6 ± 0,5
T7	39,1 ± 6,7	25,6 ± 7,3	13,4 ± 1,3	5,1 ± 0,3	2,2 ± 0,6	2,9 ± 0,2
T8	50,6 ± 9,3	38,2 ± 6,2	12,5 ± 5,6	7,3 ± 0,6	3,3 ± 0,5	4,0 ± 1,3
CV (%)	32,0	34,3	47,4	43,7	48,1	51,0

Tratamentos	SS (°Brix)	pH	ATT (mg ácido cítrico 100 g ⁻¹)	SS/ATT	Coordenada (L*)	Croma (c*)
T1	9,2 ^{ns**} ± 1,1	3,9 ^{ns} ± 0,1	0,8 ^{ns} ± 0,2	11,3 ^{ns} ± 1,2	20,2 ^{ns} ± 1,1	9,4 ^{ns} ± 1,3
T2	9,6 ± 1,8	3,8 ± 0,1	0,8 ± 0,1	11,3 ± 0,9	18,2 ± 0,1	9,5 ± 0,6
T3	10,6 ± 0,4	3,8 ± 0,1	0,9 ± 0,1	11,8 ± 0,3	20,3 ± 0,5	10,2 ± 0,5
T4	9,4 ± 0,4	3,7 ± 0,1	0,8 ± 0,1	12,7 ± 1,3	18,7 ± 0,8	10,4 ± 0,1
T5	11,3 ± 1,0	3,9 ± 0,1	0,9 ± 0,3	16,8 ± 8,2	19,9 ± 1,2	10,2 ± 0,8
T6	11,2 ± 1,0	3,9 ± 0,1	0,6 ± 0,1	18,8 ± 2,7	19,9 ± 0,9	9,5 ± 0,3
T7	10,5 ± 1,2	3,8 ± 0,1	0,8 ± 0,1	13,4 ± 1,9	19,7 ± 0,2	10,4 ± 0,9
T8	9,3 ± 0,6	3,7 ± 0,1	0,8 ± 0,1	11,6 ± 2,0	18,5 ± 0,7	9,8 ± 0,6
CV (%)	19,7	3,3	24,7	41,4	7,2	13,3

* Tratamentos: T1 = Testemunha; T2 = *A. brasilense*; T3 = *B. amyloliquefaciens*; T4 = *T. asperellum*; T5 = Silício; T6 = *T. asperellum*/Silício; T7 = *T. asperellum*/Silício; T8 = *A. brasilense*/Silício.

** Médias e erro padrão. Valores médios seguido da mesma letra não diferem entre si na coluna pelo Teste de Duncan a 5%. ns = não significativo.

Resultados diferentes foram relatados na literatura científica para o Si e *T. asperellum* na qualidade físico-química de frutos. Hajiboland et al. (2017) avaliando os efeitos da aplicação de Silício em morangueiro, observaram que as plantas submetidas aos tratamentos com Si apresentaram significativamente maiores médias para massa seca de frutos, sólidos solúveis, atividade antioxidante, concentração de antocianinas e ácido ascórbico, demonstrando assim que o Si pode melhorar os parâmetros produtivos e qualidade físico-química dos frutos, enquanto que Kowalska (2011) observaram que a inoculação de *T. asperellum* T1 em morangueiro proporcionou um aumento de 32% no rendimento de frutos.

Em geral, os efeitos dos extratos minerais a base de silício aplicados individualmente ou em associação aos microrganismos promotores de crescimento vegetal são variáveis e complexos, podendo influenciar a fisiologia, metabolismo, desenvolvimento vegetativo, fitomassa, área foliar, arquitetura de planta, qualidade físico-química de frutos ou outras variáveis, que podem ou não ser observadas (PII et al., 2015; VEJAN et al., 2016; ETESAMI, 2018; ETESAMI & JEONG, 2018).

CONCLUSÕES

Os tratamentos influenciaram o crescimento, desenvolvimento e acúmulo de biomassa seca no morangueiro, não apresentando influência nos parâmetros físico-químico dos frutos.

O crescimento e desenvolvimento foram influenciados pelos tratamentos somente nas avaliações aos 60 DAT, onde a inoculação individual de *B. amyloliquefaciens* e a aplicação de silício proporcionaram maiores índices de clorofila.

Para o acúmulo de biomassa seca, a inoculação individual de *B. amyloliquefaciens*, a inoculação de *T. asperellum* em associação ao Si, e aplicação individual de silício proporcionaram maiores acúmulo de massa seca na parte aérea do morangueiro, enquanto que a aplicação individual de silício incrementou a massa seca da coroa e a inoculação de *T. asperellum* em associação ao silício incrementaram a massa seca da raiz e massa seca total.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) pela bolsa de Iniciação Científica e Tecnológica (PRO-ICT/UFFS) e a FAPERGS pela bolsa de Iniciação Tecnológica e Inovação (PROBITI).

REFERÊNCIAS

ABHILASH, P. C.; DUBEY, R. K.; TRIPATHI, V.; GUPTA, V. K.; SINGH, H. B. Plant growth-promoting microorganisms for environmental sustainability. **Trends in Biotechnology**, v. 34, n. 11, p. 847-850, 2016. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167779916300518>>. Acesso em: Abr.2018.

ALOVISI, A. M. T.; FURTINI NETO, A. E.; SERRA, A. P.; ALOVISI, A. A.; TOKURA, L. K.; LOURENTE, E. R. P.; SILVA, R. S.; SILVA, C. F. B., FERNANDES, J. S. Phosphorus and silicon fertilizer rates effects on dynamics of soil phosphorus fractions in oxisol under common bean cultivation. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 30, p. 2697-2707, 2016. Disponível em: <<http://academicjournals.org/journal/AJAR/article-abstract/99A3AE859738>>. Acesso em: Abr. 2018.

AMAVIZCA, E.; BASHAN, Y.; RYU, C. M.; FARAG, M. A.; BEBOUT, B. M., BASHAN, L. E. Enhanced performance of the microalga *Chlorella sorokiniana* remotely induced by the plant growth-promoting

bacteria *Azospirillum brasilense* and *Bacillus pumilus*. **Scientific Reports**, v. 7, p. 1-11, 2017. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5286510/>>. Acesso em: Abr.2018.

ASARI, S.; TARKOWSKÁ, D.; ROLCÍK, J.; NOVÁK, O.; PALMERO, D. V.; BEJAI, S.; MEIJER, J. Analysis of plant growth-promoting properties of *Bacillus amyloliquefaciens* UCMB5113 using *Arabidopsis thaliana* as host plant. **Planta**, v. 245, n. 1, p. 15-30, 2017. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00425-016-2580-9>>. Acesso em: Abr. de 2018.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official Method of Analysis. 18 ed. Washington, DC, USA, 2005.

BENÍTEZ, T.; RINCÓN, A. M.; LIMÓN, M. C.; CODÓN, A. C. Biocontrol mechanisms of Trichoderma strains. **International Microbiology**, v. 7, n. 4, p. 249-260, 2004. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15666245>>. Acesso em: Abr. 2018.

CANTERI, M. G., ALTHAUS, R. A., VIRGENS FILHO, J. S., GIGLIOTI, E. A., GODOY, C. V. SASM - Agri : Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott - Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, v. 1, n.2, p.18-24. 2001.

CANTILLANO, R. F. F.; CASTAÑEDA, L. M. F.; TREPTOW, R. O.; SCHUNEMANN, A. P. P. Qualidade físico-química e sensorial de cultivares de morango durante o armazenamento refrigerado. Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, 2008. 29 p. (Embrapa Clima Temperado. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 75). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/746675>>. Acesso em: Abr. 2018.

CARTES, P.; CEA, M.; JARA, A.; VIOLANTE, A.; LUZ MORA, M. Description of mutual interactions between silicon and phosphorus in Andisols by mathematical and mechanistic models. **Chemosphere**, v. 131, p. 164-170, 2015. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653515001836?via%3Dihub>>. Acesso em: Abr. 2018.

CASTAÑEDA-SAUCEDO, M. C.; GÓMEZ-GONZÁLEZ, G.; TAPIA-CAMPOS, E.; MACIEL, O. N.; PÉREZ, J. S. B.; RUJANO SILVA, M. L. Efecto de *Azospirillum brasilense* y fertilización química sobre el crecimiento, desarrollo, rendimiento y calidad de fruto de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch). **Interciencia**, v. 38, n. 10, p. 737-744, 2013. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33929482008>>. Acesso em: Abril de 2018.

CONTI, J. H.; MINAMI, K.; TAVARES, F. C. A. Produção e qualidade de frutos de diferentes cultivares de morangueiro em ensaios conduzidos em Atibaia e Piracicaba. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 1, p. 10-17, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-05362002000100002&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: Abr. 2018.

COSTA, A. F.; LEAL, N. R.; VENTURA, J. A.; GONÇALVES, L. S. A.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; COSTA, H. Adaptability and stability of strawberry cultivars using a mixed model. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 37, n. 4, p. 435-440, 2015. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/>

[ActaSciAgron/article/view/18251](https://www.actaagribrasil.org.br/article/view/18251)>. Acesso em: Abr. 2018.

D'ANGIOLI, A. M.; VIANI, R. A. G.; LAMBERS, H.; SAWAYA, A. C. H. F.; OLIVEIRA, R. S. Inoculation with *Azospirillum brasilense* (Ab-V4, Ab-V5) increases *Zea mays* root carboxylate exudation rates, dependent on soil phosphorus supply. **Plant and Soil**, v. 410, n. 1, p. 499-507, 2017. Disponível em: <<https://slideheaven.com/inoculation-with-azospirillum-brasilense-ab-v4-ab-v5-increases-zea-mays-root-car.html>>. Acesso em: Abr. 2018.

DIEL, M. I.; PINHEIRO, M. V. M.; COCCO, C.; CARON, B. O.; FONTANA, D. C.; MEIRA, D.; THIESEN, L. A.; SCHMIDT, D. Yield and Quality Performance of Italian and American Strawberry Genotypes in Brazil. **Journal of Agricultural Science**, v. 10, n. 2, p. 139-147, 2018. Disponível em: <<http://www.ccsenet.org/journal/index.php/jas/article/view/71548>>. Acesso em: Abr. 2018.

DORDAS, C. Nitrogen nutrition index and leaf chlorophyll concentration and its relationship with nitrogen use efficiency in barley (*Hordeum vulgare* L.). **Journal of Plant Nutrition**, v. 40, n. 8, p. 1190-1203, 2017. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01904167.2016.1264596>>. Acesso em Abr. 2018.

ELÍAS, J. M.; GUERRERO-MOLINA, M. F.; MARTÍNEZ-ZAMORA, M. G.; DÍAZ-RICCI, J. C.; PEDRAZA, R. O. Role of ethylene and related gene expression in the interaction between strawberry plants and the plant growth-promoting bacterium *Azospirillum brasilense*. **Plant Biology**, v. 20, n. 3, p. 490-496, 2018. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/plb.12697>>. Acesso em: Abr. 2018.

ETESAMI, H.; JEONG, B. R. Silicon (Si): Review and future prospects on the action mechanisms in alleviating biotic and abiotic stresses in plants. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 147, p. 881-896, 2018. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0147651317306619?via%3Dihub>>. Acesso em Abr.2018.

ETESAMI, H. Can interaction between silicon and plant growth promoting rhizobacteria benefit in alleviating abiotic and biotic stresses in crop plants? **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 253, p. 98-112, 2018. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880917304978>>. Acesso em Abr. 2018.

FACHINELLO, J. C.; PASA, M. S.; SCHMTIZ, J. D.; BETEMPS, D. L. Situação e perspectiva da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 109-120, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbf/v33nspe1/a14v33nspe1.pdf>>. Acesso em: Abr. 2018.

FENDRIHAN, S.; CONSTANTINESCU, F.; SICUIA, O.; DINU, S. *Azospirillum* strains as biofertilizers and biocontrol agents: a practical review. **Journal of Advances in Agriculture**, v. 7, n. 3, p. 1096-1108, 2017. Disponível em: <<https://pjournal.com/index.php/jaa/article/view/6324>>. Acesso em: Abr. 2018.

FINKEL, O. M.; CASTRILLO, G.; PAREDES, S. H.; GONZÁLEZ, I. S.; DANGL, J. L. Understanding and exploiting plant beneficial microbes. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 38, p. 155-163, 2017.

Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1369526617300158>>. Acesso em: Abr. 2018.

FRAGOSO, D. B.; CUSTÓDIO, D. P. Uso de agentes de controle biológico e promotores de crescimento de plantas em arroz de terras altas. *Fronteira Agrícola Informativo Técnico*, n. 15, p. 1-3, 2016. Disponível em: <<http://www.cbai2015.com.br/docs/trab-8-3165-257-1507300844.pdf>>. Acesso em: Abr. de 2018.

FRANÇOSO, I. L. T.; COUTO, M. A. L.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G.; ARTHUR, V. Alterações físico-químicas em morangueiros (*Fragaria anassa* Duch.) irrigados e armazenados. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 28, n. 3, p. 614-619, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v28n3/a17v28n3.pdf>>. Acesso em: Abr. 2018.

FLORES-FÉLIX, J. D.; MARCOS-GARCÍA, M.; SILVA, L. R.; MENÉNDEZ, E.; MARTÍNEZ-MOLINA, E.; MATEOS, P. F.; VALÁQUEZ, E.; GARCÍA-FRAILE, P.; ANDRADE, P.; RIVAS, R. *Rhizobium* as plant probiotic for strawberry production under microcosm conditions. *Symbiosis*, v. 67, n. 3, p. 25-32, 2015. Disponível em: <<https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.springer-doi-10.1007-S13199-015-0373-8>>. Acesso em: Abr. 2018.

GUIMARÃES, A. G.; ANDRADE JÚNIOR, V. C. de; ELSAYED, A. Y. A. M.; FERNANDES, J. S. C.; FERREIRA, M. A. M. Potencial produtivo de cultivares de morangueiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 37, n. 1, p. 112-120, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-29452015000100112&script=sci_abstract>. Acesso em: Abr. 2018.

HAJIBOLAND, R.; NARGES MORADTALAB, Z. E.; FEIZY, J. Effect of silicon supplementation on growth and metabolism of strawberry plants an three developmental stages. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, v. 46, n. 2, p. 144-161, 2017. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01140671.2017.1373680>>. Acesso em: Abr. 2018.

JESUS, A. A. de; COSTA, E. M. da; NÓBREGA, R. S. A.; DIÓGENES, L. C.; NÓBREGA, J. C. A. Crescimento e nodulação de *Enterolobium contortisiliquum* cultivado em solos de diferentes sistemas de uso no Sudoeste do Piauí. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v. 37, n. 92, p. 545-553, 2017. Disponível em: <<https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/viewFile/1460/619>>. Acesso em: Abr. 2018.

KAPADIYA, D. B.; SINGH, A.; BHANDARI, A. J.; AHLAWAT, T. R. Effect of plant growth enhancing substances on plant architecture of *Euphorbia milii* var. 'Pink Bold Beauty'. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, v. 6, n. 6, p. 742-748, 2017. Disponível em: <<http://www.phytojournal.com/archives/?year=2017&vol=6&issue=6&part=K&ArticleId=2157>>. Acesso em: Abr. 2018.

KOPPEN, W. *Grundriss der Klimakunde*. Berlin: Walter de Gruyter. 1931. 390 p.

KOWALSKA, J. Effects of *Trichoderma asperellum* [T1] on *Botrytis cinerea* [PERS.: FR.], growth and yield of organic strawberry. *ACTA Scientiarum Polonorum Horticulture*, v. 10, n. 4, p. 107-114, 2011. Disponível em: <http://www.hortorumcultus.actapol.net/pub/10_4_107.pdf>. Acesso em Abril de 2018.

KURAS, A.; KORBIN, M. PCo-A analysis of strawberry germplasm used in European breeding programs,

based on evaluation of DNA polymorphism of investigated plants. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, v. 18, n. 2, p. 7-16, 2010. Disponível em: <http://www.inhort.pl/files/journal_pdf/journal_2010_2/full1%202010_2_.pdf>. Acesso em: Abril de 2018.

LÓPEZ-ARANDA, J. M.; DOMÍNGUEZ, P.; MIRANDA, L.; SANTOS, B.; TALAVERA, M.; DAUGOVISH, O. Fumigant Use for Strawberry Production in Europe: The Current Landscape and Solutions. *International Journal of Fruit Science*, v. 16, n. 1, p. 1-15, 2016. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15538362.2016.1199995?src=recsys&journalCode=wsfr20>>. Acesso em Abril de 2018.

MA, J. F.; YAMAJI, N. Functions and transport of silicon in plants. *Cellular and Molecular Life Sciences*, Basel, v. 65, p. 3049-3057, 2008. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18560761>>. Acesso em: Abr. 2018.

MACHADO, J. Strawberry cultivation in Brazil. *Geama Jornal*, v. 2, n. 3, p. 230-238, 2016. Disponível em: <<http://www.journals.ufrpe.br/index.php/geama/article/view/863>>. Acesso em: Abr. 2018.

MALAV, J. K.; PATEL, J. K. Phosphorus, Potassium and Sulphur Uptake by Rice as Influenced by Different Levels of Nitrogen and Silicon in Typic Ustochrepts Soil. *Indian Journal of Ecology*, v. 44, n. 3, p. 516-520, 2017. Disponível em: <<http://indianecologicalsociety.com/society/indian-journal-ecology/?yr=2017&issue=Issue%203&volume=Volume%2044>>. Acesso em: Abr. 2018.

MENDIS, H. C.; THOMAS, V. P.; SCHWIENSTEK, P.; SALAMZADE, R.; CHIEN, J. T.; WAIDYARATHNE, P.; KLOPPER, J.; DE LA FUENTE, L. Strain-specific quantification of root colonization by plant growth promoting rhizobacteria *Bacillus firmus* I-1582 and *Bacillus amyloliquefaciens* QST713 in non-sterile soil and field conditions. *Plos One*, v. 13, n. 2, 2018. <http://journals.plos.org/plosone/article/comments?id=10.1371/journal.pone.0193119>

MORAES, I. V. M. de; CENCI, S. A.; BENEDETTI, B. C.; MAMEDE, A. M. G. N.; SOARES, A. G.; BARBOSA, H. T. G. Características físicas e químicas de morango processados minimamente e conservado sob refrigeração e atmosfera controlada. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 28, n. 2, p. 274-281, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v28n2/a03v28n2.pdf>>. Acesso em: Abr. 2018.

NARDI, C. F.; VILLARREAL, N. M.; DOTTO, M. C.; ARIZA, M. T.; VALLARINO, J. G.; MARTÍNEZ, G. A.; VALPUESTA, V.; CIVELLO, P. M. Influence of plant growth regulators on Expansin2 expression in strawberry fruit. Cloning and functional analysis of FaEXP2 promoter region. *Postharvest Biology and Technology*, v. 114, p. 17-28, 2016. Disponível em: <<https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.elsevier-3827e8c6-177e-380e-bfaf-866837ae364a>>. Acesso em: Abr. 2018.

NEDERKOORN, C.; THEIBEN, J.; TUMMERS, M.; ROEFS, A. Taste the feeling or feel the tasting: Tactile exposure to food texture promotes food acceptance. *Appetite*, v. 120, n. 1, p. 297-301, 2018. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28939407>>. Acesso em: Abr. 2018.

ORTEGA-GARCÍA, J. G.; MONTES-BELMONT, R.; RODRÍGUEZ-MONROY, M.; RAMÍREZ-TRUJILLO, J. A.; SUÁREZ-RODRÍGUEZ, R.; SUPÚLVEDA-JIMÉDEZ, G. Effect of *Trichoderma asperellum* applications and mineral fertilization on growth promotion and the content of phenolic compounds and flavonoids in onions. **Scientia Horticulturae**, v. 195, p. 8-16, 2015. Disponível em: <<https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.elsevier-b9ca09e7-d849-3110-943e-8bc1fcb649e7>>. Acesso em: Abr. 2018.

PARK, Y. G.; MUNNER, S. KIM, S.; HWANG, S. J.; JEONG, B. R. Silicon application during vegetative propagation affects photosynthetic protein expression in strawberry. **Horticulture, Environment, and Biotechnology**, v. 59, n. 2, p. 167-177, 2018. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs13580-018-0022-2>>. Acesso em: Abr. 2018.

PII, Y.; MIMMO, T.; TOMASI, N.; TERZANO, R.; CESCO, S.; CRECCHIO, C. Microbial interactions in the rhizosphere: beneficial influences of plant growth-promoting rhizobacteria on nutrient acquisition process. A review. **Biology and Fertility of Soils**, v. 51, n. 4, p. 403-415, 2015. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00374-015-0996-1>>. Acesso em: Abr. 2018.

PONTIGO, S.; RIBERA, A.; GIANFREDA, L.; MORA, M. L.; NIKOLIC, M.; CARTES, P. Silicon in vascular plants: uptake, transport and its influence on mineral stress under acidic conditions. **Planta**, v. 242, n. 1, p. 23-37, 2015. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26007688>>. Acesso em: Abr. 2018.

R CORE TEAM. R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. 2018.

RAMOS, R. F.; PAVANELO, A. M.; PRADO, F. C.; SOUZA, S. S.; BETEMPS, D. L. Análise do índice relativo de clorofila em fisális através de diferentes medidores portáteis. **Agrarian Academy**, v. 5, n. 9, p. 10-18, 2018. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/Agrarian%20Academy/2018a/Analise%20do%20indice.pdf>>. Acesso em: Ago. de 2018.

RICHTER, A. F. Crescimento de mudas de morangueiro através da inoculação de *Trichoderma*, Rizóbio e incorporação de silício. 2015. 51 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo-RS, 2015. Disponível em: <<https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/958>>. Acesso em: Abr. 2018.

RODRIGUES, C. R.; RODRIGUES, T. M.; QUEIROZ LUZ, J. M.; SOUZA, B. F.; SOUZA, J. B.; NUNES, A. C. P.; TRINDADE, P. R. Clorofila *a* e *b* de tomateiro tratado com silicato de potássio e fungicida. **Global Science and Technology**, v. 9, n. 2, p. 54-64, 2016. Disponível em: <<https://rv.ifgoiano.edu.br/periodicos/index.php/gst/article/view/806>>. Acesso em: Abr. 2018.

RODRIGUES, F. A.; OLIVEIRA, L. A. de; KORNDORFER, A. P.; KORDORFER, G. H. Silício: um elemento benéfico e importante para as plantas. **Informações Agronômicas**, Estados Unidos, n. 134, p. 14-20, 2011. Disponível em: <[http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/66D3EE234A3DA5CD83257A8F005E858A/\\$FILE/Page14-20-134.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/66D3EE234A3DA5CD83257A8F005E858A/$FILE/Page14-20-134.pdf)>. Acesso em: Abr. 2018.

RYSIN, O.; McWHIRT, A.; FERNANDEZ, G.; LOUWS, F. J.; SCHOEDER-MORENO, M. Economic Viability and Environmental Impact Assessment of Three Different Strawberry Production Systems in the Southeastern United States. **HortTechnology**, v. 5, n. 4, p. 585-594, 2015. Disponível em: <<http://horttech.ashspublications.org/content/25/4/585.full>>. Acesso em: Abr. 2018.

SARAF, M.; THAKKAR, A.; PANDYA, U.; JOSHI, M.; PARIKH, J. Potential of plant growth promoting microorganisms as biofertilizers and biopesticides and its exploitation in sustainable agriculture. **Journal of Microbiology and Biotechnology Research**, v. 3, n. 5, p. 54-62, 2013. Disponível em: <<https://jmbonline.com/index.php/JMBR/article/view/303>>. Acesso em: Abr. 2018.

SHERIDAN, C.; DEPUYDT, P.; DE RO, M.; PETIT, C.; VAM GYSEGEM, E.; DELAERE, P.; DIXON, M.; STASIAK, M.; ACIKSOZ, S. B.; FROSSARD, E.; PARADISO, R.; PASCALE, S. de; VENTORINO, V.; MEYER, T. de; SAS, B.; GEELLEN, D. Microbial Community Dynamics and Response to Plant Growth-Promoting Microorganisms in the Rhizosphere of Four Common Food Crops Cultivated in Hydroponics. **Microbial Ecology**, v. 73, n. 2, p. 378-393, 2016. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27645138>>. Acesso em: Abr. 2018.

SCHMITT, O. J.; ANDRIOLO, J. L.; SCHULTZ, E.; LERNER, M. A.; SOUZA, J. M.; PICIO, M. D. Produção de estolhos de cultivares de morangueiro em função da condutividade elétrica da solução nutritiva. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista - BA, v. 34, n. 2, p. 294-301, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-05362016000200294&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: Abr. 2018.

SONG, A.; FAN, F.; LI, Z.; LIANG, Y. The Effect of silicon on photosynthesis and expression of its relevant genes in rice (*Oryza sativa* L.) under high-zinc stress. **Plos One**, v. 9, n. 11, p. 1-21, 2014. Disponível em: <<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0113782>>. Acesso em: Abr. 2018.

SOUZA, T. P.; SOUZA, A. C. A.; FILIPPI, M. C. C.; LANNA, A. C.; CORTÊS, M. V.; PINHEIRO, H. A.; SILVA, G. B. Bioagents and silicon promoting fast early upland rice growth. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 25, p. 3657-3668, 2018. Disponível em: <<https://slideheaven.com/bioagents-and-silicon-promoting-fast-early-upland-rice-growth.html>>. Acesso em: Abr. 2018.

TUBANA, B. S.; BADU, T.; DATNOFF, L. E. A Review of silicon in soils and plants and its role in US agriculture: history and future perspectives. **Soil Science**, v. 181, n. 10, p. 393-411, 2016. Disponível em: <http://planttuff.com/wp-content/uploads/2016/01/A_Review_of_Silicon_in_Soils_and_Plants_and_Its.99600.pdf>. Acesso em: Abr. 2018.

VEJAN, P.; ABDULLAH, R.; KHADIRAN, T.; ISMAIL, S.; BOYCE, A. N. Role of plant growth promoting rhizobacteria in agricultural sustainability: a review. **Molecules**, v. 21, n. 573, p. 1-17, 2016. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/1420-3049/21/5/573>>. Acesso em: Abr. 2018.

WU, F.; GUAN, Z.; WHITAKER, V. Optimizing yield distribution under biological and economic constraints: Florida strawberries as a model for perishable commodities. **Agricultural Systems**, v. 41, p. 113-120, 2015. Disponível em: <<https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.elsevier-53e37d61->

d0f7-39bd-8947-5b90d40e49a1>. Acesso em: Abr. 2018.

WU, S.; ZHUANG, G.; BAI, Z.; CEN, Y.; XU, S.; SUN, H.; HAN, X.; ZHUANG, X. Mitigation of nitrous oxide emissions from acidic soils by *Bacillus amyloliquefaciens*, a plant growth-promoting bacterium. **Global Change Biology**, v. 24, n. 1, p. 1-14, 2017. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29251817>>. Acesso em Abr. 2018.

ZHAO, B.; LIU, Z.; ATA-UI-KARIM, S. T.; XIAO, J.; LIU, Z.; QI, A.; NING, D.; NAN, J.; DUAN, A. Rapid and nondestructive estimation of the nitrogen nutrition index in winter barley using chlorophyll measurements. **Fild Crops Research**, v. 185, p. 59-68, 2016. Disponível em: <<https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.elsevier-6cef0fbc-f5d1-36af-a627-2494f708668e>>. Acesso em: Abr. 2018.

ZHAO, L.; ZHANG, Y. Q. Effects of phosphate solubilization and phytohormone production of *Trichoderma asperellum* Q1 on promoting cucumber growth under salt stress. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 14, n. 8, p. 1588-1597, 2015. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095311914609667>>. Acesso em: Abr. 2018.

EFEITO DO FITOFÁRMACO MENTALIV® SOBRE FUNÇÕES DE NEUTRÓFILOS E EOSINÓFILOS

GILENO, Miriane Costa* - Departamento de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade de Araraquara, UNIARA, Departamento de Análises Clínicas, Faculdade de Ciências Farmacêuticas Araraquara, UNESP; FONSECA, Luis Marcos. - Departamento de Análises Clínicas, Faculdade de Ciências Farmacêuticas Araraquara, UNESP; RODRIGUES, Vanderlei. - Departamento de Patologia e Medicina Legal da Faculdade Medicina de Ribeirão Preto, USP; SOARES, Edson Garcia. - Departamento de Princípios Ativos Naturais e Toxicologia, Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Araraquara, UNESP; SACRAMENTO, Luis Vitor Silva. - Departamento de Morfologia e Patologia, Universidade Federal de São Carlos, UFSCar; ANIBAL, Fernanda Freitas. - Departamento de Ciências Biológicas e da Saúde, UNIARA,

*Autor para correspondência e-mail: mcostagileno@yahoo.com.br

Recebido em: 10/06/2018
Aprovação final em: 15/09/2018

Doi: <https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2019.v22i1.588>

RESUMO: A *Mentha piperita* L. tem sido estudada pelo nosso grupo como possível fitofármaco para tratamento de doenças que promovem respostas inflamatórias intensa, mediadas por eosinófilos e neutrófilos. Assim, analisar os efeitos antioxidantes e produção de citocinas por essas células é importante para entender o efeito desses compostos na resposta imune inata e efetora. Dessa forma, utilizou-se um fitofármaco (Mentaliv®) proveniente da *M. piperita* e avaliou a enzima mieloperoxidase (MPO) em neutrófilos por meio da quimiluminescência dependente de luminol (QLDLum) e da lucigenina. E os níveis de IL-4, IL-6 e TNF- α e a QLDLum em eosinófilos. Nossos resultados demonstraram que em neutrófilos houve inibição da produção de radical ânion superóxido e da NADPH oxidase após tratamento com o fitofármaco. Entretanto, os níveis de IL-4 foi maior após o tratamento. Esses dados sugerem que esse fitofármaco apresenta atividade anti-inflamatória, por meio do controle dos produtos secretados durante as respostas inflamatórias, principalmente como pode ocorrer durante infecções e processos inflamatórios crônicos de diversas doenças, onde se observa uma acentuada eosinofilia tecidual, com presença significativa de PMN no sangue e no tecido.

PALAVRAS-CHAVE: *Mentha piperita*; Neutrófilos; Eosinófilos.

EFFECT OF PHYTOPHARMACEUTICAL MENTALIV® ON NEUTROPHIL AND EOSINOPHIL FUNCTIONS

ABSTRACT : *Mentha piperita* L. has been studied by our group as a possible phytopharmacological drug for the treatment of diseases that promote intense inflammatory responses mediated by eosinophils and neutrophils. Thus, the analysis of antioxidant effects and cytokine production by these cells is important to understand the effect of these compounds on the innate and effector phase of adaptive immune response. In this way, an essential oil from *M. piperita* (Mentaliv®) was used and the myeloperoxidase enzyme activity (MPO) in neutrophils was evaluated by luminol-dependent chemiluminescence assay (QLDLum) and lucigenin (QLDLuc). The levels of IL-4, IL-6 and TNF- α and QLDLum in eosinophils were also evaluated. Our results showed an inhibition of the production of superoxide anionic radicals and NADPH oxidase in neutrophils after the essential *M. piperita* oil treatment. However, IL-4 levels were increased after treatment. These data suggest that this phytopharmaceutical has anti-inflammatory activity, by controlling the secreted products during the inflammatory responses, mainly as can occur during infections and chronic inflammatory processes of several diseases, which present a strong tissue