



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA
VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**BIOFERTILIZANTE NA PRODUÇÃO DE TOMATEIRO
(*Lycopersicon esculentum* MILL.) INDUSTRIAL, SUBMETIDO A
INTERRUPÇÃO TEMPORÁRIA DE IRRIGAÇÃO**

ANDREIA APARECIDA DE SOUSA SILVA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM AGRONOMIA

**BRASÍLIA/DF
JUL/2021**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**BIOFERTILIZANTE NA PRODUÇÃO DE TOMATEIRO
(*Lycopersicon esculentum* MILL.) INDUSTRIAL, SUBMETIDO A
INTERRUPÇÃO TEMPORÁRIA DE IRRIGAÇÃO**

ANDREIA APARECIDA DE SOUSA SILVA

**ORIENTADORA: ALESSANDRA MONTEIRO DE PAULA
CO-ORIENTADOR: JUSCIMAR DA SILVA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM AGRONOMIA

PUBLICAÇÃO: NÚMERO DA DISSERTAÇÃO/TESE/2021

**BRASÍLIA/DF
JUL/2021**



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**BIOFERTILIZANTE NA PRODUÇÃO DE TOMATEIRO
(*Lycopersicon esculentum* MILL.) INDUSTRIAL, SUBMETIDO A
INTERRUPÇÃO TEMPORÁRIA DE IRRIGAÇÃO**

ANDREIA APARECIDA DE SOUSA SILVA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM AGRONOMIA.

APROVADA POR:

Orientadora

Dr^a. Alessandra Monteiro de Paula /Universidade de Brasília
E-mail: alessandramp@unb.br

Co-orientador

Dr. Juscimar da Silva /Embrapa Hortaliças
E-mail: juscimar.silva@embrapa.br

Membro interno

Dr. Jader Galba Busato /Universidade de Brasília
E-mail: jaderbusato@unb.br

Membro externo

Dr. Marcos Brandão Braga /Embrapa Hortaliças
E-mail: marcos.braga@embrapa.br

BRASÍLIA/DF, 07 DE JULHO DE 2021.

FICHA CATALOGRÁFICA

SILVA, ANDREIA APARECIDA DE SOUSA
BIOFERTILIZANTE NA PRODUÇÃO DE TOMATEIRO (*Lycopersicon
esculentum* MILL.) INDUSTRIAL, SUBMETIDO A INTERRUPÇÃO TEMPORÁRIA DE
IRRIGAÇÃO/ ANDREIA APARECIDA DE SOUSA SILVA;
orientador Alessandra Monteiro de Paula; co-orientador Juscimar da Silva . -- Brasília, 2021.
54 p.

Dissertação (Mestrado - Mestrado em Agronomia) -- Universidade de Brasília, 2021.

1. Tomate. 2. Biofertilizante. 3. Estresse hídrico. 4. Produtividade. 5. Trocas gasosas.
I. Paula, Alessandra Monteiro de, orient. II. Silva, Juscimar da, co-orient.
III. Título.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SILVA, A. A. S. **Biofertilizante na produção de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) industrial, submetido a interrupção temporária de irrigação.** Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2021, 62 p. Dissertação de Mestrado.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Andreia Aparecida de Sousa Silva

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Biofertilizante na produção de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) industrial, submetido a interrupção temporária de irrigação.

GRAU: Mestre

ANO: 2021

É concedida à Universidade de Brasília de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado para única e exclusivamente propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva para si os outros direitos autorais, de publicação. Nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor. Citações são estimuladas, desde que citada à fonte.

Andreia Aparecida de Sousa Silva

CPF: 115.325.966-42 /E-mail: andreiasilva1960@gmail.com

À minha família,
por todo apoio, dedicação e amor.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer à Deus, por me proporcionar toda a saúde, coragem e paciência para completar mais este ciclo de minha vida com êxito.

À minha família, por ser base para todos os momentos, por compartilharem comigo felicidades e tristezas, por todo o suporte que tive, tanto nos estudos, quanto na minha vida pessoal.

Meus pais, minha referência em perseverança e trabalho duro. Aos meus sobrinhos por reforçar o significado do propósito da vida.

Aos amigos, que sempre estiveram ao meu lado, pela amizade incondicional e pelo apoio demonstrado ao longo de todo o período de tempo em que me dediquei a esta pesquisa.

À minha orientadora, Dra. Alessandra Monteiro de Paula, pela confiança e ensinamentos que auxiliaram a moldar minha carreira profissional durante este período acadêmico.

Ao meu co-orientador, Juscimar da Silva, pela confiança, ensinamentos e pelas contribuições essenciais ao longo da realização deste trabalho.

Aos membros da banca Jader Galba Busato e Marcos Brandão Braga pelos apontamentos que engrandeceram esse estudo.

À Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, ao programa de Pós-Graduação em Agronomia e à Universidade de Brasília, pelo aprendizado acadêmico e profissional.

A todos que contribuíram para que eu atingisse os meus objetivos.

“Um homem que ousa desperdiçar uma hora de vida, não descobriu o seu valor”
Charles Darwin

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS E HIPÓTESE (S)	12
2.1	Objetivo geral	12
2.2	Objetivos específicos	12
2.3	Hipóteses	12
3	REVISÃO DE LITERATURA	13
3.1	Biofertilizantes e aminoácidos	13
3.2	Estresse hídrico em plantas e resposta vegetal	16
3.3	Biofertilizantes como atenuadores de estresse hídrico	17
3.4	A cultura do tomate	19
4	MATERIAL E MÉTODOS	22
4.1	Caracterização da área experimental	22
4.2	Cultura e manejos culturais	24
4.3	Manejo das doses de biofertilizante	25
4.4	Manejo do fator irrigação	26
4.5	Variáveis analisadas	28
4.5.1	Componentes de produção do tomateiro rasteiro	28
4.5.2	Avaliação ecofisiológica	29
4.5.3	Status nutricional do tomateiro.....	29
4.6	Delineamento experimental e análise estatística	30
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
5.1	Manejo da irrigação	30
5.2	Componentes de produção do tomateiro rasteiro	31
5.3	Avaliação ecofisiológica	38
5.4	Status nutricional do tomateiro	41
6	CONCLUSÕES	42
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

RESUMO

Biofertilizantes são produtos capazes de atuar direta ou indiretamente sobre as plantas e seu uso está elencado entre as práticas consideradas sustentáveis nos sistemas de produção. A ação dos biofertilizantes no aumento da produtividade das culturas ou na melhoria da sua qualidade está relacionada com a redução de estresses bióticos e abióticos. Informações sobre os efeitos de biofertilizantes à base de aminoácidos e a definição de dose ótima para ganhos em produtividade, em cultivos de hortaliças ainda são escassas na literatura. O presente trabalho tem como objetivo de avaliar a produção do tomate para processamento industrial com a aplicação de diferentes doses de biofertilizante foliar à base de aminoácidos, e submetido a interrupção temporária da irrigação, em ensaio de campo. O experimento foi instalado no esquema de blocos ao acaso em parcelas subdivididas, no campo experimental da Embrapa Hortaliças – DF (Latitude 15º 56' S e longitude 48º 08' O e altitude de 997,6 m). A cultura utilizada foi o tomate para processamento industrial, cultivar Heinz 9553. O biofertilizante foliar avaliado é um produto comercial composto por 50% de um complexo de aminoácidos livres e micronutrientes. O manejo da irrigação foi conduzido nas parcelas principais, para induzir as condições com interrupção de irrigação e sem interrupção hídrica. As subparcelas foram aleatorizadas em 4 blocos, nas quais foram aplicadas as 4 doses do biofertilizante, a saber: T1 – controle sem aplicação; T2 – 1 Kg ha⁻¹ do biofertilizante; T3 – 2 Kg ha⁻¹ do biofertilizante; T4 – 4 Kg ha⁻¹ do biofertilizante, totalizando 32 parcelas. Ao longo do ensaio foram avaliadas variáveis relativas aos componentes de produção do tomateiro, coloração, sólidos solúveis e acidez. Também foram conduzidas análises de trocas gasosas e análise nutricional de folhas. A aplicação de biofertilizante a base de aminoácidos promoveu aumento da produtividade e do rendimento de polpa, independentemente da condição hídrica do solo, a dose máxima do biofertilizante para esses fatores foi de 2,2 Kg ha⁻¹. As variáveis de qualidade do fruto e status nutricional não foram influenciadas pela aplicação de biofertilizante foliar, independente do manejo da irrigação. Somente a variável de acidez total titulável apresentou aumento significativo na dose de 2 kg ha⁻¹. Na avaliação de trocas gasosas o biofertilizante promoveu manutenção da condutância estomática e da transpiração, em relação ao controle, na dose 1 kg ha⁻¹.

Palavras-chave: produtividade; qualidade de fruto; trocas gasosas.

ABSTRACT

Biofertilizers are products capable of acting directly or indirectly on plants and their use is listed among practices considered sustainable in production systems. The action of biofertilizers in increasing crop yields or improving their quality is related to the reduction of biotic and abiotic stresses. Information on the effects of biofertilizers based on amino acids and the definition of the optimal dose for gains in productivity in vegetable crops are still scarce in the literature. The present work aims to evaluate the production of tomato for industrial processing with the application of different doses of foliar biofertilizer based on amino acids, and submitted to temporary interruption of irrigation, in a field trial. The experiment was installed in a randomized block split-plot scheme, in the experimental field of Embrapa Hortaliças – DF (Latitude 15° 56' S and longitude 48° 08' W and altitude of 997.6 m). The crop used was tomato for industrial processing, cultivar Heinz 9553. The foliar biofertilizer evaluated is a commercial product composed of 50% of a complex of free amino acids and micronutrients. Irrigation management was carried out in the main plots to induce conditions with irrigation interruption and without water interruption. The subplots were randomized into 4 blocks, in which the 4 doses of biofertilizer were applied, namely: T1 – control without application; T2 – 1 kg ha⁻¹ of biofertilizer; T3 – 2 kg ha⁻¹ of biofertilizer; T4 – 4 kg ha⁻¹ of biofertilizer, totaling 32 plots. During the trial, variables related to tomato production components, color, soluble solids and acidity were evaluated. Gas exchange analyzes and leaf nutritional analysis were also conducted. The application of biofertilizer based on amino acids promoted an increase in productivity and pulp yield, regardless of the soil water condition, the maximum dose of biofertilizer for these factors was 2.2 Kg ha⁻¹. Fruit quality and nutritional status variables were not influenced by the application of foliar biofertilizer, regardless of irrigation management. Only the total titratable acidity variable showed a significant increase in the dose of 2 kg ha⁻¹. In the evaluation of gas exchange, the biofertilizer promoted maintenance of stomatal conductance and transpiration, compared to the control, at a dose of 1 kg ha⁻¹.

Keywords: productivity; fruit quality; gas exchanges.

1 INTRODUÇÃO

O tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), pertencente à família das Solanaceas, é uma das hortaliças mais consumidas e populares no mundo (CARDOSO *et al.*, 2018). Na sua produção um fator limitante é a falta d'água, pois o tomateiro é um planta que não tolera estresse hídrico. Esse problema reduz a produtividade, aumenta a incidência de frutos com podridão apical, reduz a fotossíntese, a condutância estomática e a transpiração das plantas. Uma das formas de atenuar ou mesmo reverter o efeito do estresse hídrico causado pela falta de água é o uso de biofertilizantes. Esses produtos acrescidos de fertilizantes têm demonstrado eficiência na manutenção da produção mesmo nas plantas com algum tipo de estresse (MORALES *et al.*, 2015).

Produtos biofertilizantes, com as mais diversas funções, têm sido ofertados no mercado brasileiro de fertilizantes. Estes produtos apresentam na sua composição substâncias orgânicas e/ou inorgânicas benéficas ao desenvolvimento das plantas. Além de servirem como fonte complementar aos fertilizantes convencionais, sua ação pode induzir efeitos fisiológicos que podem melhorar a eficiência na absorção dos nutrientes para as plantas, bem como incrementar o teor de matéria orgânica e proporcionar maior sustentabilidade nos sistemas de produção agrícola (ALCÂNTARA E PORTO, 2019; MORAES *et al.*, 2016; FONTENELLE *et al.*, 2017).

Apesar dos benefícios relatados, ainda não existe legislação clara por parte dos órgãos competentes no que tange aos critérios de avaliação e certificação da ação postulada para tais produtos. A legislação que existe no Brasil sobre os biofertilizantes é a mesma usada para os fertilizantes (BRASIL, 1980; BRASIL, 2004). Segundo a Abisolo (2020), o uso de biofertilizantes na agricultura brasileira tem crescido a cada ano, no ano de 2019, a venda desses produtos teve o aumento de 31,81% para aplicação via folha e de 31,73% para aplicação via Solo, em relação ao ano anterior. Esse crescimento tem se dado nas mais diversas áreas da agricultura, como a produção de grãos e o cultivo de hortaliças.

Biofertilizantes com base em aminoácidos ainda precisam de estudos para verificar a eficácia, porém desde a década de 1980, alguns autores vêm demonstrando a importância da ação de aminoácidos, quando aplicados à planta de forma exógena melhora processos, tais como, enraizamento e redução de efeitos deletérios de estresses abióticos (temperatura elevada ou toxidez de herbicidas, por exemplo) (ZANDONADI, 2016).

Alguns aminoácidos já possuem ação estimulante bem estabelecida. O glutamato (L-glutamato), possui papel estratégico no metabolismo do nitrogênio e há evidências de que ele pode atuar como um sinal exógeno para a modulação do crescimento e ramificação de raízes (WALCH-LIU *et al.*, 2006). Estes autores demonstraram que a aplicação de 20 $\mu\text{mol/L}$ de L-glutamato em raízes de *Arabidopsis* estimula a ramificação radicular, enquanto inibe o crescimento da raiz primária.

O aminoácido arginina possui papel fundamental como reserva de nitrogênio orgânico e como precursor tanto de poliaminas, uma classe de hormônios vegetais, quanto do gás óxido nítrico (ON), um sinalizador muito importante para uma série de processos vegetais, tais como enraizamento, resistência a estresses abióticos e bióticos, entre outros (WINTER *et al.*, 2015).

Nesse contexto, torna-se importante entender e comprovar a eficácia de produtos biofertilizantes com base de aminoácidos, no incremento da produtividade de hortaliças e influência destes no alívio de estresses abióticos, principalmente o estresse hídrico.

2 OBJETIVOS E HIPÓTESE(S)

2.1 Objetivo geral

Avaliar a produção do tomate para processamento industrial com a aplicação de diferentes doses de biofertilizante foliar à base de aminoácidos, e submetido a interrupção temporária da irrigação, em ensaio de campo.

2.2 Objetivos específicos

Avaliar a produtividade e qualidade do fruto do tomateiro submetido a diferentes doses de biofertilizante, submetido a interrupção temporária da irrigação.

Avaliar a influência da aplicação do biofertilizante nos parâmetros fisiológicos e no status nutricional do tomateiro.

Avaliar as influências do biofertilizante na atenuação de estresse hídrico com a interrupção de irrigação no tomateiro.

2.3 Hipóteses

A aplicação de biofertilizante a base de aminoácidos promove a manutenção da produtividade, independente da condição hídrica do solo.

O uso de biofertilizante a base de aminoácidos complementa a produtividade e a qualidade do fruto, independente da dose utilizada.

A aplicação de biofertilizante em tomateiro altera os parâmetros fisiológicos e o status nutricional do tomateiro, independente da dose utilizada.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Biofertilizantes e aminoácidos

A dependência excessiva de pesticidas e fertilizantes químicos nos sistemas agrícolas, visando atender à crescente demanda de alimentos pela população e o grande potencial poluente desses insumos agrícolas no ambiente, bem como o risco que esses oferecem aos seres humanos, contribuem para a busca de alternativas menos nocivas para emprego na agricultura (MAHANTY *et al.*, 2017). Fontenelle *et al.* (2017) afirmam que a adoção de práticas mais sustentáveis nos sistemas de produção, o que inclui o uso de biofertilizantes, tem sido motivada pela necessidade de mitigar os impactos ambientais frequentes nos sistemas de cultivo convencional. Ainda segundo os autores, biofertilizantes apresentam menor custo e são menos agressivos ao ambiente. Nesse contexto, inserem-se os biofertilizantes como uma alternativa promissora para uma produção de alimentos mais sustentável (MAHANTY *et al.*, 2017), sendo essas substâncias interessantes por apresentar bons resultados no que diz respeito a atenuação do efeito de estresses abióticos em plantas.

De acordo com a Lei nº 6.894, de 16 de dezembro de 1980, os biofertilizantes ou estimulantes são os produtos que contenham princípio ativo apto a atuar diretamente ou indiretamente para melhorar o desenvolvimento vegetal (BRASIL, 1980). Em 2004, a partir do Decreto nº 4.954, de 14 de janeiro de 2004, a definição de biofertilizante tornou-se mais clara, sendo esse definido como: “produto que contém princípio ativo ou agente orgânico, isento de substâncias agrotóxicas, capaz de atuar, direta ou indiretamente, sobre o todo ou parte das plantas cultivadas, elevando a sua produtividade, sem ter em conta o seu valor hormonal ou estimulante” (BRASIL, 2004).

Segundo Ronga *et al.* (2019) os biofertilizantes podem ser definidos como produtos que apresentam em sua composição microrganismos vivos ou substâncias

naturais que possuem a capacidade de melhorar as propriedades químicas e biológicas do solo, além de atuarem como estimuladores do crescimento vegetal e restauradores da fertilidade do solo. Dessa forma, a formulação pode envolver aminoácidos, ácidos húmicos e fúlvicos, extrato de algas, microrganismos benéficos e até mesmo, a mistura deles. Como exemplo de biofertilizantes podem ser citados quatro grupos principais de substâncias: os aminoácidos e hidrolisados de proteínas, as substâncias húmicas, os microrganismos e inóculos, e os extratos de algas (ZANDONADI, 2016).

A principal recomendação dos biofertilizantes está relacionada à sua ação como condicionante e redutor dos efeitos fitotóxicos ocasionados pela utilização de defensivos químicos, o que resulta na redução de taxas de perdas, assim como proporciona a recuperação das plantas (RUSSO E BERLYN, 1991).

Dabbaghi *et al.* (2018) afirmam que os biofertilizantes foliares, por exemplo, possuem relevante papel como sinais secundários, sendo que esses podem atuar como iniciadores em uma cascata de eventos de sinalização, o que ocasiona modificações na síntese e translocação de metabólitos nas plantas. Nesse contexto, Gazola *et al.* (2014), preconizam que a adubação foliar é um complemento da adubação aplicada via solo em relação ao fornecimento de nitrogênio, fósforo e potássio das culturas. Sendo assim, a disponibilização de N via adubação foliar com aminoácidos pode suplementar o fornecimento via solo em estágios específicos do crescimento vegetal. Dessa forma, os aminoácidos são incorporados ao metabolismo como se tivessem sido sintetizados pela planta, colaborando para o seu processo de crescimento e desenvolvimento.

Os biofertilizantes são uma tecnologia ainda incipiente, sendo que pesquisas devem ser realizadas para o sucesso desses produtos, visto que o conhecimento de suas propriedades e dos mecanismos de ação desses produtos é essencial. Portanto, pesquisas são muito relevantes para a eficaz utilização de biofertilizantes na agricultura (MAHANTY *et al.*, 2017).

No que tange os aminoácidos, de acordo com Collaço Júnior (2019), a partir do final de 1960 os aminoácidos começaram a ser utilizados na agricultura, devido sua capacidade de atenuação de efeitos de estresses em plantas, os quais podem ocorrer em função de condições térmicas, hídricas e de intensidade luminosa. Atualmente, sabe-se que alguns aminoácidos, tais como a prolina e a arginina, desempenham importante papel na resistência vegetal a condições adversas decorrentes de seca, salinidade e temperaturas extremas. A prolina é um aminoácido envolvido na síntese proteica, sendo que esse apresenta acumulação nos tecidos vegetais quando as plantas são submetidas a condições

estressantes. Desse modo, a quantidade de prolina no interior dos tecidos de uma planta é proporcional ao estresse biótico ou abiótico que a planta foi submetida (BAQIR *et al.*, 2019).

Na atualidade, verifica-se um crescimento no uso de aminoácidos com o intuito de incrementar a produtividade agrícola e promover maior rentabilidade nos sistemas de produção. Diante disso, os aminoácidos foram adicionados na formulação de fertilizantes foliares visando à disponibilização de nutrientes às plantas (COLLAÇO JÚNIOR; 2019). A aplicação de aminoácidos via fertilização foliar baseia-se na maior permeação desses quando aplicados através das cutículas das folhas (MOREIRA E MORAES, 2017), sendo que essas apresentam alta permeabilidade a aminoácidos (SILVA *et al.*, 2017).

Moreira e Moraes (2017) afirmam que em plantas de feijão comum, a aplicação de aminoácidos pode elevar a produtividade quando essa é realizada próximo ao início da floração. Além disso, destaca-se o papel da fertilização de plantas com aminoácidos na diminuição de desperdícios de nutrientes e no aumento da eficiência no uso de nutrientes pelas plantas no final do ciclo. Essa prática contribui ainda para melhorar a translocação de nutrientes nas folhas do feijoeiro. Nesse contexto, os autores verificaram que a aplicação foliar de aminoácidos no feijoeiro, fertilização realizada 45 dias após a emergência das primeiras plântulas, resultou em um incremento de 13% no rendimento de sementes. Além disso, eles constataram que a aplicação de aminoácidos resultou em aumento na concentração de alguns nutrientes nas folhas, dentre esses o nitrogênio e o zinco, enquanto que a concentração de enxofre diminuiu.

Para Alcântara e Porto (2019), a adubação foliar com aminoácidos na cultura do jiló mostra-se promissora, uma vez que interage com a nutrição da planta, aumenta a eficiência de absorção, transporte e assimilação de nutrientes. Nesse estudo, um aumento de 38% na produtividade de jiló foi obtido a partir da aplicação de produtos à base de aminoácidos nas folhas. O uso desse fertilizante foliar foi referido como altamente viável, visto que o produto pode ter proporcionado maior aproveitamento dos nutrientes presentes na calda de pulverização e atuado como estímulo as plantas para que essas absorvessem mais nutrientes do solo.

De maneira geral, os aminoácidos atuam como estimuladores do metabolismo, onde são incorporados nas vias metabólicas, estimulando a síntese de proteínas e, conseqüentemente, melhorando o transporte e armazenamento de nitrogênio. Estes agem como precursores não só de aminoácidos proteicos, como também de compostos

nitrogenados essenciais, como os ácidos nucleicos, as poliaminas e a clorofila (SOUZA E PERES, 2016).

3.2 Estresse hídrico em plantas e resposta vegetal

As plantas são submetidas a uma grande variedade de condições estressantes no ambiente em que estão inseridas. Os estresses abióticos e bióticos se manifestam nas plantas a partir da diminuição do crescimento vegetal, da taxa fotossintética e do rendimento (ALI *et al.*, 2019). O estresse biótico caracteriza-se por ser ocasionado por organismos vivos, tais como plantas competidoras/invasoras, pragas, bactérias, fungos e vírus e o estresse abiótico possui como fatores causais aqueles relacionados ao ambiente, dentre eles a seca, a salinidade, o frio, a radiação, o calor, o estresse oxidativo, o ozônio e a toxicidade por metais pesados. A maioria desses fatores acarreta adversidades ao crescimento vegetal e a produtividade, sendo comum a ocorrência de mais de um fator estressante ao mesmo tempo (PANDEY *et al.*, 2016).

O estresse hídrico é um dos principais fatores que restringem a produção de alimentos no mundo e este ocorre tanto pelo excesso de água quanto pelo déficit, porém o déficit ocorre com mais frequência nas áreas produtivas (CHAVOSHI *et al.*, 2018). Dentre os fatores que contribuem para o déficit hídrico, destacam-se a diminuição nas precipitações pluviométricas, a contínua perda de água por transpiração e evaporação e a redução da disponibilidade hídrica no solo (PANDEY *et al.*, 2016). Além disso, no Cerrado brasileiro é comum a ocorrência de períodos de veranicos, sendo a água perdida por transpiração para a atmosfera e, por consequência, raramente, as plantas encontram-se completamente hidratadas (TEIXEIRA *et al.*, 2019). Na ocorrência de déficit hídrico, as plantas estão sujeitas à inibição do crescimento vegetal e da fotossíntese, além de alterações nos processos fisiológicos normais, o que é comum nos cultivos de sequeiro (TAIZ *et al.*, 2017).

Como consequência do estresse hídrico, as plantas apresentam perda de turgor, diminuição no teor de água, fechamento estomático, decréscimos no potencial hídrico da folha e menor crescimento celular (PANDEY *et al.*, 2016). Em condições de estresse abiótico, as plantas também podem responder a partir da plasticidade fenotípica, fenômeno em que há uma alteração no fenótipo da planta e ocorre mudanças adaptativas na anatomia vegetal para que essa possa evitar efeitos prejudiciais resultantes do estresse (TAIZ *et al.*, 2017).

O processo de expansão celular é o mais afetado por essa condição de estresse, sendo que em várias plantas há inibição da expansão foliar e do crescimento do caule em condições de redução no suprimento de água. Por outro lado, as raízes tendem a se alongar mais, o que ocasiona um aumento relativo de raízes em relação às folhas, sendo essa uma resposta vegetal adequada em condições de limitações de água. Portanto, a sensibilidade vegetal aos decréscimos na quantidade de água disponível, a partir do processo de crescimento da parte aérea, pode ser considerada um mecanismo de adaptação vegetal às condições de seca e não ser visto como uma restrição fisiológica (TAIZ *et al.*, 2017).

Para Ramírez *et al.* (2015) existem diferentes técnicas convencionais de detecção do estresse hídrico, sendo elas: sintomas visuais, balanço da água no solo, fluxo de seiva e condutância estomática. A resposta das plantas ao estresse hídrico está relacionada à diversas mudanças de ordem morfológica e fisiológica. No que se refere as alterações morfológicas, pode-se apresentar redução do tamanho da planta e da folha, abscisão foliar, redução da produtividade, aumento do volume do sistema radicular e redução da massa seca e fresca da planta. Essas alterações ocorrem, indiretamente, devido à uma série de mudanças fisiológicas, como redução do teor de água na folha, deposição de cera na cutícula, redução da fotossíntese e produção de metabólicos que protegem as plantas de estresses (MORALES *et al.*, 2015).

Peixoto *et al.* (2006), ressaltam que o entendimento das respostas das plantas ao déficit hídrico é de extrema importância, avaliando a variação do uso de água da cultura em seus diferentes estados fenológicas, permitindo inferir sobre os aspectos fisiológicos e suas consequências. Além disso, em condições de estresse, a adoção de práticas de manejos se fazem necessária, dentre essas a utilização de insumos orgânicos como os biofertilizantes como uma forma de reduzir a necessidade de água e maximizar a produtividade das culturas (SOUSA *et al.*, 2014).

3.3 Biofertilizantes como atenuadores de estresse hídrico

Para crescer e desenvolver, as plantas necessitam de insumos, dentre os quais destaca-se a água como o elemento natural mais abundante, sendo também considerado o recurso mais limitante para os vegetais. A água é o recurso-chave na garantia da produtividade agrícola, visto que essa é limitante da produtividade em ecossistemas naturais, por exemplo, o que leva a contrastes significativos na vegetação em função de diferenças nos gradientes de precipitação (TAIZ *et al.*, 2017). Diante disso, os

atenuadores de estresse têm despertado a atenção no mundo em função da sua capacidade de atuar na mitigação de efeitos adversos dos estresses abióticos em plantas. As substâncias usadas como atenuadores de estresse abióticos incluem substâncias químicas e hormônios vegetais elaborados sinteticamente e são membros ativos em cascatas de sinalização que resultam na indução de resposta vegetal às condições de estresse (TSEGAY E ANDARGIE, 2018).

Aminoácidos muito usados na composição de biofertilizantes são o L-glutamato, a prolina e a arginina. Além disso, alguns produtos apresentam glicina betaína, soluto osmoprotetor em plantas, sobretudo em condições de estresse salino. Inicialmente identificada no açúcar de *Beta vulgaris*, a glicina betaína é um aminoácido que atua protegendo as células contra o estresse hídrico (TAIZ *et al.*, 2017). Ainda de acordo com os autores, a síntese e a acumulação de glicina betaína ocorre em resposta a condições de restrições no ambiente, sendo que esse aminoácido atua na osmorregulação e apresenta capacidade de interação com moléculas e estruturas para que a atividade das macromoléculas seja mantida. Além disso, esse aminoácido atua na eliminação de espécies reativas de oxigênio (EROS) e na manutenção da integridade das membranas celulares contra tensões. Abordagens de engenharia metabólica e aplicações exógenas tem associado a síntese e acúmulo desse aminoácido a indução gênica para resposta a estresse, sendo que a ativação de genes responsivos ao estresse ocasiona a neutralização das disfunções metabólicas decorrentes do estresse (ANNUNZIATA *et al.*, 2019).

Além disso, destaca-se que aplicações foliares de aminoácidos provocam reduções na produção de EROS e diminuem o estresse oxidativo nas células vegetais (SOURI, 2016; TEIXEIRA *et al.*, 2017), sendo que a aplicação de glutamato e de prolina na cultura da soja protegeu a safra contra estresse hídrico por proporcionarem plantas mais saudáveis durante o ciclo da cultura (TEIXEIRA *et al.*, 2019). Em condições de estresse salino, por exemplo, o aminoácido prolina se acumula na célula e essa acumulação promove a redução do potencial hídrico celular, o que resulta na retenção de água na célula sob a condição de estresse (TAIZ *et al.*, 2017).

Em estudo desenvolvido por Dabbaghi *et al.* (2018), a aplicação foliar de biofertilizantes afetou os níveis de aminoácidos nas folhas e raízes de árvores de oliveira. A aplicação do biofertilizante contribuiu para o aumento no nível de asparagina, ácido glutâmico, ornitina e serina nas plantas, sendo que o maior acúmulo de aminoácidos nas folhas pode ter decorrido do suprimento dos macronutrientes nitrogênio, fósforo e potássio nas plantas após a aplicação do biofertilizante a base de N, P e K. Segundo os

autores, a disponibilidade de nutrientes afeta a síntese de aminoácidos nas células vegetais. Além disso, os autores observaram que as folhas apresentavam concentrações de aminoácidos seis vezes maiores que os níveis desses nas raízes.

A pulverização foliar de aminoácidos na cultura do feijão visando atenuar danos decorrentes do estresse hídrico resultou em menor perda de componentes de produtividade, tais como enchimento de grãos, número de vagens por planta e número de grãos (COLLAÇO JUNIOR, 2019). No referido estudo também se verificou menor perda no desenvolvimento radicular, embora a aplicação de aminoácidos não foi capaz de preservar o número de trifólios por plantas, variável reduzida significativamente quando as plantas de feijoeiro são submetidas ao estresse hídrico agudo.

Na cultura do tomate, em estudo desenvolvido por Hasanein, Abdrabbo e El-Khulaifi (2014), a aplicação de biofertilizante (*Rizobacterien*) e aminoácidos (Delfan) resultou em melhorias nos aspectos relacionados ao crescimento vegetal, a precocidade, ao rendimento total e as características químicas do fruto. Nesse estudo, foi possível verificar que a aplicação de biofertilizante a uma dose de 4 litros por feddan (4.200 m²) + aminoácidos a uma taxa de 200 ppm promoveu aumento na área foliar do tomateiro, bem como ocasionou incrementos sobre os parâmetros relacionados ao crescimento vegetal, sendo esses altura de planta, número de folhas por planta e peso fresco e seco de planta. Além disso, esse tratamento contribuiu para que os frutos apresentassem maior teor de ácido ascórbico, sólidos solúveis totais, acidez titulável total e clorofila total, sendo que o mesmo também promoveu maior rendimento inicial e total, além de maior peso médio do fruto. Os autores verificaram ainda que o uso de biofertilizante e aminoácidos proporcionou maior produtividade da água, variável que considera a relação entre o rendimento, quilos de frutos por planta, e a quantidade de água aplicada em metros cúbicos de água por planta.

3.4 A cultura do tomate

O tomate é uma das frutas mais consumidas e populares no mundo. Tal fato se deve a diversidade e facilidade de utilização pelos consumidores, assim como à sua grande aceitação de mercado (CARDOSO *et al.*, 2018). De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o tomate é a segunda espécie do grupo das hortaliças com maior volume de produção no Brasil, sendo que a produção, em 2019, foi de aproximadamente 4.075.890 ton (IBGE, 2019). Naquele ano, os maiores produtores

de tomate foram os Estados de Goiás, São Paulo e Minas Gerais, com produções de 1.290.134 ton, 860.600 ton e 523.525 ton, respectivamente.

O estado de Goiás destaca-se como líder na produção nacional de tomate e tem como principal canal de comercialização do fruto no estado o CEASA (Centrais de Abastecimento de Goiás), o que visa a atender os mercados que convergem aos centros produtivos mais próximos (SOUSA NETO, 2019). Conforme relatado pelo autor, tal fato deve-se à limitação de ordem biológica da cultura, onde o fruto exige um dispendioso cuidado de produção e uma especificidade de perda de qualidade bioquímica que impossibilita que o fruto seja armazenado.

Quanto a importância da cultura, o tomate é relevante, economicamente, devido ao custo da produção e comercialização. Sua relevância do ponto de vista social ocorre em virtude dos empregos diretos e indiretos oferecidos na cadeia produtiva e a cultura destaca-se, sobretudo, pelo valor nutritivo, pois o tomate é rico em vitamina A, complexo B, lipídio, frutose, glicose, proteínas e sais minerais, como fósforo, cálcio, potássio e magnésio (SELEGUINI, 2005).

De acordo com Filgueira (2003), o tomateiro é uma planta herbácea, pertencente à família das solanáceas, muito ramificada e cultivada no Brasil durante todo o ano. As plantas apresentam um sistema radicular pivotante que pode alcançar até 1,5 m de profundidade. O caule é sólido, grosso, pubescente, glandular, e pode apresentar hábito de crescimento diferentes, sendo que estes variam entre rasteiro, semiereto ou ereto (FILGUEIRA, 2003) e determinam os três tipos de hábito de crescimento dos tomates cultivados, sendo estes: crescimento indeterminado, semideterminado e determinado (BELL *et al.*, 2014; STEDUTO *et al.*, 2012).

As diferentes cultivares de tomate podem ser identificadas em função da duração do ciclo da cultura, produtividade, tolerância a doenças, hábito de crescimento e tipologia geral do fruto (FILGUEIRA, 2003). No que tange à condução da cultura, as plantas de hábito determinado ocorrem nos cultivares em que a produção é destinada a industrialização. Enquanto as plantas de hábito indeterminado ocorrem na maioria dos cultivares de mesa, necessitando de tratos culturais específicos, tais como tutoramento e poda (BELL *et al.*, 2014).

Dentre os fatores que influenciam na qualidade dos frutos, a nutrição é um dos pontos mais importantes. Portanto, conhecer as exigências nutricionais, os principais sintomas de deficiências e como corrigi-las é fundamental para o sucesso na tomaticultura (MOREIRA *et al.*, 2019; BENETTI *et al.*, 2018). Dentre os nutrientes essenciais, o

nitrogênio (N) e o potássio (K) são responsáveis pelo crescimento vegetativo, formação de gemas floríferas e frutíferas, resistência de plantas a pragas e doenças e possuem função osmótica nas plantas (MUELLER *et al.*, 2015).

De acordo com sua origem, o tomateiro exige temperaturas médias diárias de 18° a 25°C e noturnas de 10° a 20°C. A elevação da temperatura promove a aceleração no crescimento das plantas, florescimento e amadurecimento do fruto, favorecendo a precocidade da produção. Em contrapartida, temperaturas maiores que 35°C durante o dia e 25°C à noite podem ocasionar o abortamento de flores, reduzindo o número de frutos por cacho (PALARETTI *et al.*, 2012).

Outro fator climático importante que influencia no desenvolvimento vegetativo e produtividade do tomateiro é a umidade relativa do ar, pois afeta a condutância estomática, a turgidez e evapotranspiração da folha (SANTOS, 2019). Reis *et al.* (2013), consideram que o aumento da umidade relativa do ar favorece a expansão foliar, contribuindo para a interceptação de energia luminosa que reflete na produção e estoque de fotoassimilados pela planta. Para Guimarães *et al.* (2007), a umidade adequada se situa entre 50 a 70 %, sendo que o excesso impede a polinização das flores e promove o abortamento, além de prejudicar a absorção de nutrientes por reduzir a transpiração da planta.

O cultivo do tomate, dentro de uma tecnologia adequada, tem na irrigação uma tecnologia que viabiliza a produção. Esta prática aumenta o rendimento das plantas, possibilita frutos com melhor qualidade e aumenta a eficiência do uso de fertilizantes pelas plantas (MANTOVANI *et al.*, 2009). A necessidade de água do tomateiro para processamento industrial depende principalmente das condições climáticas, da cultivar e do sistema utilizado de irrigação, e varia de 300 a 650 mm por ciclo. O consumo diário é denominado evapotranspiração de cultura (ETc) e corresponde a água transpirada e evaporada (MAROUELLI *et al.*, 2012).

Para suprir a necessidade hídrica do tomateiro é preciso fazer o uso adequado de irrigação (MAROUELLI *et al.*, 2012), pois quando a irrigação não é suficiente, o estresse hídrico pode ocasionar danos fisiológicos para as culturas, reduzir a produtividade, aumentar a incidência de frutos com podridão apical, reduzir a fotossíntese, a condutância estomática e a transpiração das plantas (MORALES *et al.*, 2015).

Plantas de tomateiro cereja em condições de estresse hídrico, por exemplo, apresentam maior variação na temperatura foliar e as temperaturas na folha tendem a ser superiores àquelas observadas em plantas não submetidas ao déficit de irrigação

(RAMÍREZ *et al.*, 2015). Entretanto, a severidade do déficit hídrico depende do genótipo, da duração e do estágio fenológico da planta que, no tomateiro, pode ser dividido em três fases: vegetativa, que compreende do transplante à floração; floração, que termina assim que se inicia a colheita dos frutos; e frutificação que termina ao final da colheita dos frutos (SOARES *et al.*, 2011).

A fase mais crítica ao estresse hídrico no tomateiro é o florescimento, sendo que plantas de tomateiro submetidas a esse estresse durante a fase de floração apresentam redução drástica de aspectos morfofisiológicos na cultura (BRITO *et al.*, 2015). Além disso, o tomateiro, nos períodos de floração e frutificação, apresenta extravasamento de eletrólitos quando em baixa disponibilidade hídrica, sendo essa variável a mais sensível na cultura nessas fases de desenvolvimento e sob estresse hídrico. Quanto menor a disponibilidade hídrica, maior o extravasamento, o que limita a fotossíntese e está relacionado a ruptura e aumento da permeabilidade de membranas celulares. No período vegetativo, entretanto, essa variável é pouco afetada pelo déficit hídrico (BRITO *et al.*, 2015).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido no período de 6 de junho a 1 de outubro de 2019, na quadra N do campo experimental da Embrapa Hortaliças – DF, localizada entre a latitude 15° 56' S e longitude 48° 08' O e altitude de 997,6 m. A classificação climática do local segundo Köppen é de tropical de savana (Aw) e as temperaturas médias são 28,3°C de máxima e 12,9°C de mínima. A evaporação do Tanque Classe A é de 2000 mm/ano, com média de 5,6 mm/dia, e a umidade relativa do ar varia de 70% nos meses chuvosos a 10% nos meses de seca. A estação chuvosa compreende os meses de outubro a abril, com precipitação média anual de 1400 mm (BRAGA *et al.*, 2006).

No local do experimento (61 m x 9 m; 0,05 ha), foi feito uma análise de solo (Anexo 1) para o preparo da área. O preparo do solo e a calagem (2 t ha⁻¹) foram realizados anteriormente ao início do projeto e foi executado pela equipe da Embrapa Hortaliças.

As linhas de plantio foram feitas com sulcador, as linhas foram duplas com 0,7 m entre elas e 1,2 m entre as linhas duplas, com uma linha simples nas laterais para efeito de bordadura (Figura 1). Na adubação de base foram aplicados 40 kg ha⁻¹ de N, 45 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 50 kg ha⁻¹ de K₂O, 20 kg ha⁻¹ de S-SO₄⁻² e 3 kg ha⁻¹ de B e Zn, em função da

análise de solo (Anexo 1) e as recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (RIBEIRO *et al.*, 1999). O cultivo foi realizado em fileira dupla, com 5 m cada. A irrigação foi realizada de forma localizada, por meio de fitas gotejadoras com furos espaçados a cada 30 cm (A – com interrupção e B – sem interrupção). Os tratamentos foram T1 – controle; T2 – 1 kg ha⁻¹ do biofertilizante; T3 – 2 kg ha⁻¹ do biofertilizante e T4 – 4 kg ha⁻¹ do biofertilizante, definidos em função da dose recomendada pelo fabricante para o cultivo de hortaliças, de 2 kg ha⁻¹.

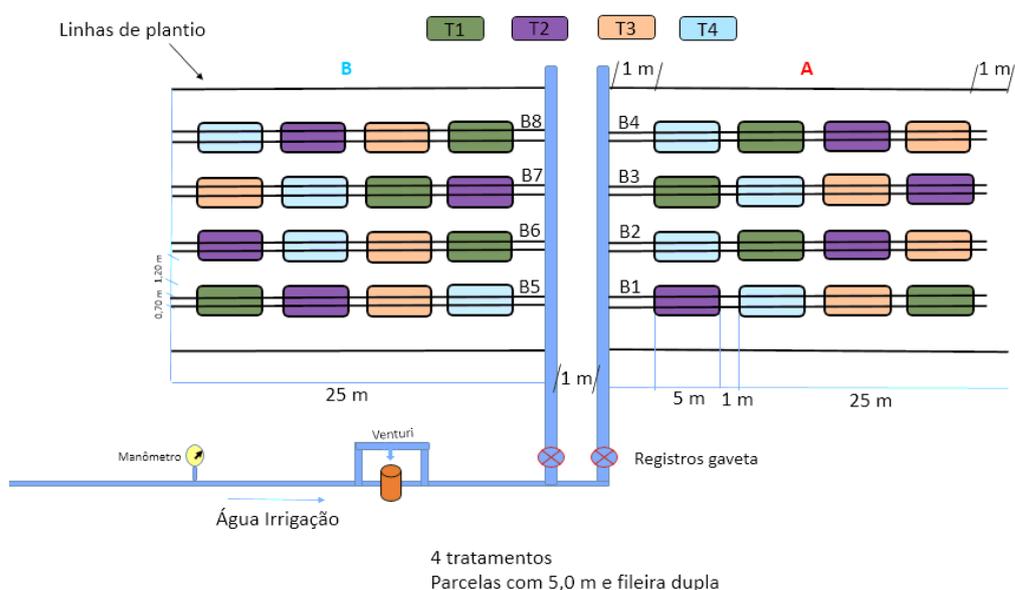


Figura 1. Ilustração do croqui da área experimental da avaliação de biofertilizante como atenuador de estresse hídrico em tomate de mesa. Brasília – DF (Legenda – T1: controle; T2: 1 kg ha⁻¹ biofertilizante; T3: 2 kg ha⁻¹ biofertilizante; T4: 4 kg ha⁻¹ biofertilizante – A: parcela com interrupção de irrigação; B: parcela sem interrupção de irrigação – B1; B2; B3; B4; B5; B6; B7: blocos), 2019.

As condições ambientais do início ao final do ciclo (2019) podem ser observadas na Figura 2. Os valores médios diários de temperatura e umidade relativa mostram que houve período com temperaturas próximas de 28°C e umidade relativa de 20%. Essas condições, estressantes para as plantas, foram favoráveis para verificar a possível eficiência do biofertilizante como atenuador de estresse abiótico.

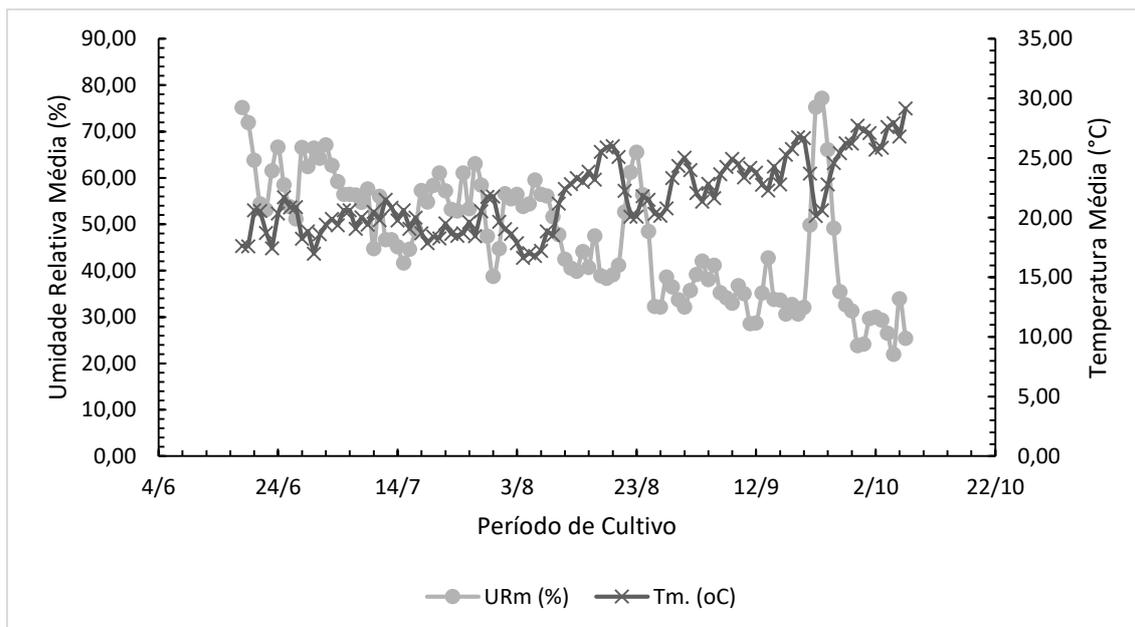


Figura 2. Variação da temperatura (°C) e da umidade relativa (%) em longo do ciclo de cultivo do tomateiro Heinz 9553. Valores médios diários. Brasília – DF, 2019.

4.2 Cultura e manejos culturais

A cultura utilizada foi o tomate para processamento industrial, cultivar Heinz 9553, que possui índice de concentração de maturação de frutos (ICM) de 2, brix de 4,9 a 5,1 e leva de 110 a 120 dias para maturação (HEINZSEED, 2019). As mudas foram obtidas de viveiro comercial especializado localizado no município de Morrinhos – GO. O estudo foi conduzido com um produto comercial classificado como biofertilizante. É um produto para aplicação foliar ou no solo, apresentado como pó solúvel e é composto por 50% de um complexo de aminoácidos livres e nutrientes, 10% de nitrogênio (N); 8% de fósforo (P₂O₅); 10% de potássio (K); 0.1% de ferro (Fe); 0.03% de zinco (Zn); 0.02% de manganês (Mn); 0.01% de magnésio (Mg); 0.005% de molibdênio (Mo) e 0.01% boro (B).

A aplicação do produto foi via foliar, três vezes durante o ciclo da cultura, sendo a primeira 15 dias após o transplante, a segunda no estágio de florescimento, antes da interrupção da irrigação com objetivo de induzir o estresse hídrico, e a terceira após a interrupção da irrigação. Os tratamentos culturais, descritos a seguir, foram os mesmos para todos os tratamentos. Foram instaladas armadilhas de cor azul e amarelo para monitoramento de pragas e foi adotado um programa semanal de controle preventivo de pragas (Anexo 2). Para controle de ervas daninhas foi utilizado o herbicida Sencor 480 (Metribuzim) e foram realizadas quatro fertirrigações de cobertura (1^a - 2,88 kg/50 L

MgSO₄ e 35 g/50 micronutrientes; 2^a - 8,64 Kg/50 L CaNO₃ e 2,5 Kg/50 L K₂SO₄; 3^a - 8,64 Kg/50 L CaNO₃ e 2,5 Kg/50 L K₂SO₄; 4^a - 2kg/50 L CaNO₃ e 500g/50 L Mg(NO₃)₂) para manter o nível de nutrição das plantas adequado, conforme recomendação (RIBEIRO *et al.*, 1999). Com a aplicação do biofertilizante, houve acréscimo de adubação mineral de acordo com as doses aplicadas (Tabela 1).

Tabela 1. Valores de acréscimo de adubação mineral ocorridos com as três aplicações do biofertilizante. Brasília – DF, 2019.

Dose	Nutrientes Kg ha ⁻¹								
	N	P	K	Fe	Zn	Mn	Mg	Mo	B
1 Kg	0,3	0,24	0,3	0,003	0,0009	0,0006	0,0003	0,00015	0,0003
2 Kg	0,6	0,48	0,6	0,006	0,0018	0,0012	0,0006	0,0003	0,0006
4 Kg	1,2	0,96	1,2	0,012	0,0036	0,0024	0,0012	0,0006	0,0012

4.3 Manejo das doses de biofertilizante

As doses do biofertilizante foram definidas a partir da dose recomendada (2 kg ha⁻¹), a saber, no tratamento um foi a dose zero para fins de controle. Definiu-se um intervalo de doses, considerando como menor dose, a metade da dose recomendada pelo fabricante e, como dose máxima, o dobro da dose recomendada. Anteriormente foi realizado um pequeno ensaio com tomate tipo Micro-Tom, com o objetivo de estimar as doses adequadas. Nesse ensaio foi possível verificar que a metade da dose recomendada já apresentou melhora em relação ao controle (dose zero), e até o dobro da dose recomendada mostrou resultados crescentes, mas a partir disso os resultados ficaram estáveis, se tornando inviável o aumento de doses (Figura 3).

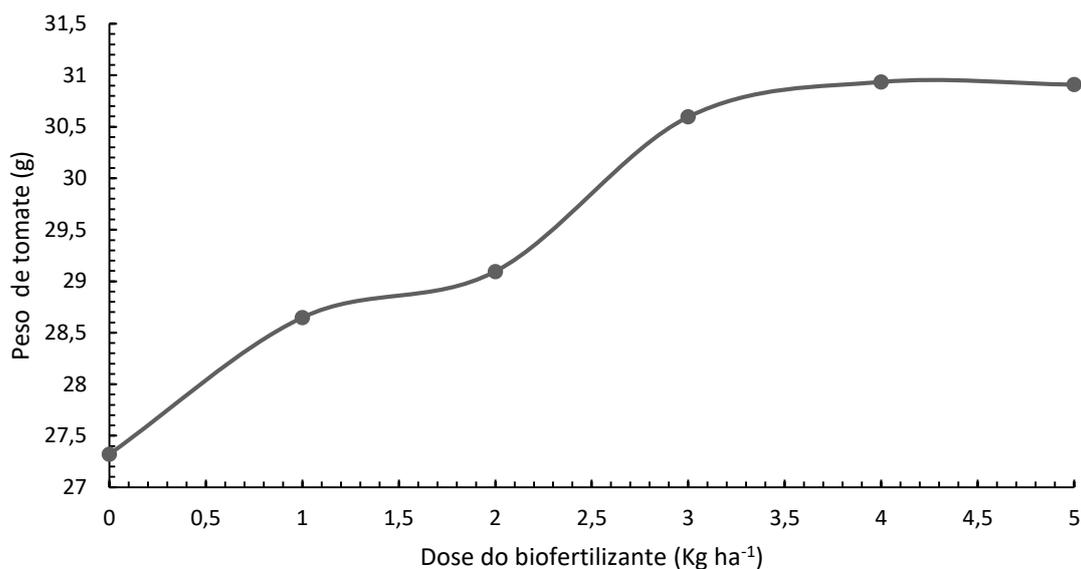


Figura 3. Peso de tomate Micro-Tom com variação de dose de biofertilizante para verificação de melhores doses. Brasília – DF, 2019.

4.4 Manejo do fator irrigação

O sistema de irrigação foi localizado, por meio de gotejadores, que foram instalados de forma dupla em todas as linhas de plantio. Foram utilizadas fitas gotejadoras autocompensantes com emissores espaçados a cada 0,3 m, com vazão dos gotejadores de 1,7 l/h e a pressão de serviço foi de 100 kPa. O coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) para o sistema foi de 99%.

Para realizar a interrupção do fornecimento de água, a irrigação foi controlada, com o cálculo do tempo de irrigação (TI) para cada irrigação e, para isso, foi feito o teste de vazão do sistema de irrigação e também foi medida a faixa molhada, seguindo as recomendações de BERNARDO *et al.*, (2019). A vazão foi obtida através da divisão da quantidade de água coletada pelo tempo utilizado no trabalho, que foi de um minuto. Foram coletados quatro pontos em cada linha de gotejo (Início; 1/3 do início; 2/3 do início e final) e obteve-se a média para vazão final. A uniformidade do sistema de irrigação foi de 98,8%. A porcentagem de área molhada foi calculada pela divisão da área molhada por área útil da planta e o resultado foi de 74%. O coeficiente de cultura (Kc) utilizado foi diferente para cada estágio de desenvolvimento, no estágio inicial foi utilizado o Kc de 0,55, no estágio vegetativo foi de 0,75, na floração foi utilizado Kc de 0,95 e na maturação 0,60 (ALLEN *et al.*,1958).

Outra variável utilizada no cálculo de TI é a evapotranspiração (ET_o) e, para calculá-la, foram utilizadas informações de temperatura e umidade obtidas da estação

meteorológica automática modelo MetPRO da Campbell Scientific, da Embrapa Hortaliças. A fórmula utilizada será a de Ivanov ajustada para a região do DF por (SILVA *et al.*, 2021, no prelo).

$$ETo = 0,006 * (18 + T)^2 * \left(1 - \left(\frac{UR}{100}\right)\right)$$

Em que:

T = Temperatura média diária em °C;

UR= Umidade Relativa média do ar, em % dia.

Também foi realizada coleta de solo da área experimental para realizar teste de capacidade de campo (CC) no laboratório de irrigação, que consistiu em secar o solo e saturar o mesmo com água. Após 24h com esse solo coberto por uma cobertura plástica, amostras foram retiradas para fazer teste de umidade gravimétrica. As amostras foram pesadas e levadas para estufa de secagem por 48h a 105 °C e novamente pesadas. Com esse teste foi possível estimar que a quantidade de água que o solo da área utilizada é capaz de reter é de 61% na CC.

Com a capacidade de campo, a vazão, a faixa molhada e o turno de rega de dois dias, foi possível calcular os tempos de irrigação (TI) para evento de irrigação. Esses cálculos foram realizados com o auxílio de uma planilha eletrônica para cálculo de irrigação localizada desenvolvida pela Embrapa Hortaliças (Anexo 3) que faz o cálculo do TI e gera uma tabela com o ETo e o TI para diferentes estádios de desenvolvimento do tomate. Com a tabela e a determinação do ETo, foi possível obter o tempo de irrigação.

Ambos os tratamentos receberam a mesma quantidade de água, porém o tratamento que sofreu a interrupção, teve a irrigação cortada por dez dias durante o estágio de floração. Depois desse período, a quantidade de água que não foi irrigada nesta parcela foi repostada para manter a mesma quantidade de água em todos os tratamentos. Com o objetivo de assegurar que a interrupção provocasse na planta um estresse, foi monitorada a umidade do solo, sendo que foram retiradas quatro amostras de solo durante o período de interrupção, dos dois tratamentos (Figura 4).

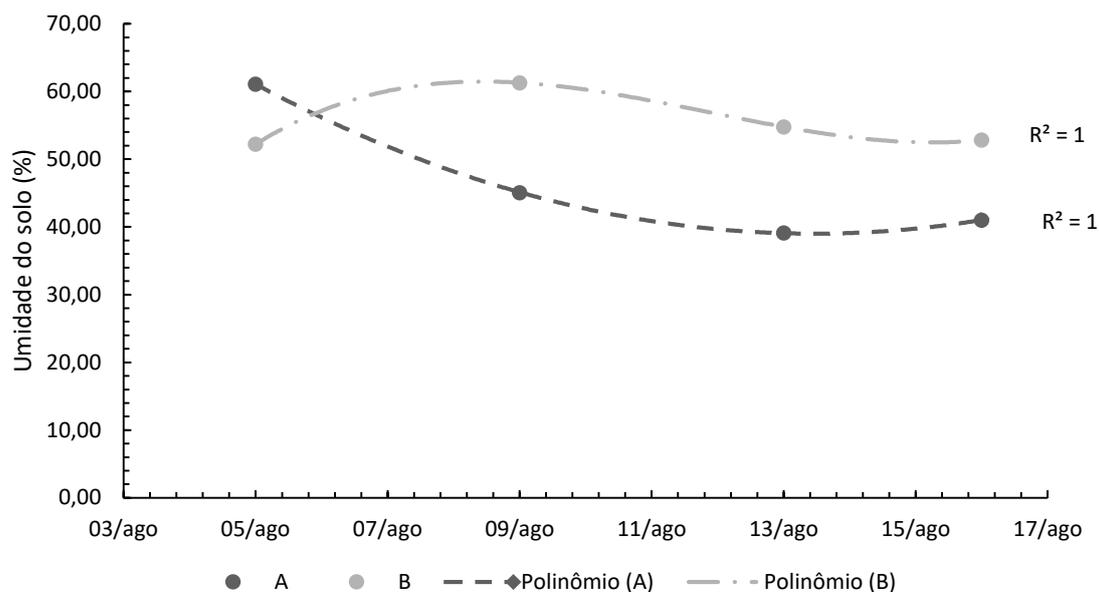


Figura 4. Porcentagem de umidade do solo em relação a capacidade de campo das parcelas A (com interrupção de irrigação) e B (sem interrupção de irrigação), em relação a capacidade de campo, durante o período de floração do tomateiro Heinz 9553. Brasília – DF, 2019.

4.5 Variáveis analisadas

Ao longo dos quatro meses de condução do experimento, foram avaliadas variáveis relativas à produção do tomateiro, status nutricional da planta, e parâmetros ecofisiológicos.

4.5.1 Componentes de produção do tomateiro rasteiro

Foram avaliados a produtividade, rendimento de polpa, produtividade por planta, frutos por planta, peso médio de frutos, porcentagem de frutos maduros, coloração, sólidos solúveis e acidez. Para avaliar a produtividade, todos os frutos da área útil foram colhidos e pesados. Após a pesagem, os frutos foram contados em número de frutos maduros, frutos verdes e frutos totais. Essas variáveis foram analisadas a fim de determinar a produtividade de cada tratamento.

Foram realizadas também as análises de coloração, sólidos solúveis totais e acidez total titulável, conforme Moretti (2006). Para determinação da cor dos frutos foi utilizado um colorímetro digital portátil, com resultado expresso pela escala L^* , C^* e h^* . Que corresponde à luminosidade (L^*), que compreende a tonalidade esverdeada-avermelhada (a^*) e a tonalidade azulada-amarelada (b^*), enquanto o espaço $L^*C^*h^*$ é composto pela

coordenada cartesiana L* e coordenadas polares denominadas saturação ou croma (C*) e ângulo hue (ho).

Na determinação de sólidos solúveis três frutos foram cortados em cubos e a amostra foi homogeneizada. Com auxílio de um espremedor, uma porção dessa amostra foi colocada no refratômetro, que realizou de forma direta a leitura dos sólidos solúveis totais, expresso em graus brix.

Para determinação da acidez, utilizou-se também uma amostra composta por três frutos que foram cortados retirando-se 10g de tecido fresco. Foram adicionados 50ml de água destilada e essas amostras foram homogeneizadas em mixer. Procedeu-se a titulação com NaOH (0,1N) até pH 8,2, onde se considera que todo ácido cítrico predominante nos tomates foi titulado. A acidez da solução foi expressa em porcentagem de ácido cítrico, e calculado através da seguinte equação:

$$\% \text{ácido cítrico} = (ml(\text{NaOH}) * N(\text{NaOH}) * 0,064 / 10) * 100$$

Onde:

ml (NaOH) = Quantidade gasta de NaOH na titulação, em ml;

N (NaOH) = Qual a diluição de NaOH foi utilizada.

4.5.2 Avaliação ecofisiológica

Após a interrupção da irrigação (1º dia após o corte de irrigação, agosto/2019) foi conduzida uma análise de trocas gasosas e outros parâmetros ecofisiológicos da planta (condutância estomática; transpiração; CO₂ interno; temperatura da folha; eficiência de água intrínseca e instantânea), com o uso do equipamento Irga, analisador de fotossíntese da Licor LI-6400XT. A análise foi feita na parte da manhã de 8h às 10h, em cinco folhas de plantas da área útil do experimento. As características de leitura foram: flow 300 µmol s⁻¹; concentração de CO₂ 400 µmol, PAR1000 µmol m⁻² s⁻¹.

4.5.3 Status nutricional do tomateiro

As folhas para análise nutricional foram coletas no período de interrupção de irrigação, onde as plantas se encontravam no estágio fenológico de frutificação, sendo que estas foram retiradas da parte mediana das plantas. Após o corte elas foram lavadas e secas em estufa de circulação forçada de ar, à temperatura de 70°C por 48 horas. Após

secas, as folhas foram trituradas em moinho (tipo Wiley) com peneira de 20 “mesh”. A matéria seca obtida foi reservada em local escuro e será submetida a análise química para analisar os macronutrientes (P, K, Ca, Mg e S) e os micronutrientes (Cu, Fe, Mn, Mo e Zn), conforme metodologia EPA 3051 a (3:1 – ácido nítrico/ ácido clorídrico). A análise química consistiu na digestão das amostras com ácido nítrico e clorídrico e posterior análise em plasma ICPE-9000 da Shimadzu (Plasma atomic emission spectrometer) (EMBRAPA, 1997).

4.6 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental foi de parcelas subdivididas, em fatorial 2x4, disposto em blocos ao acaso, com 4 repetições. Na parcela principal encontra-se o manejo de irrigação, com e sem interrupção de irrigação (correspondentes as letras A e B do croqui (Figura 1)) e nas subparcelas foram aleatorizados em 4 blocos, as 4 doses do biofertilizante, a saber: T1 – controle; T2 – 1 kg ha⁻¹ biofertilizante; T3 – 2 kg ha⁻¹ biofertilizante; T4 – 4 kg ha⁻¹ biofertilizante, totalizando 32 parcelas.

Para os dados referentes aos componentes de produção (a produtividade, rendimento de polpa, produtividade por planta, frutos por planta, peso médio de frutos, porcentagem de frutos maduros), foi aplicada a análise de variância e, na constatação de efeito significativo das doses do biofertilizante ou na interação entre manejo da irrigação e doses do biofertilizante, os dados foram submetidos a análise de regressão e as médias comparadas pelo teste t a 5% de probabilidade. Os dados de qualidade dos frutos de tomate (coloração, sólidos solúveis e acidez), variáveis fisiológicas e atributos do solo, foi aplicada a análise de variância e, na constatação de efeito significativo das doses do biofertilizante ou na interação entre manejo da irrigação e doses do biofertilizante, as médias comparadas pelo teste t a 5% de probabilidade. A análise estatística foi conduzida com auxílio do software SISVAR[®], versão 5.6 (FERREIRA, 2019).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Manejo da irrigação

Apesar da interrupção da irrigação ter atingido 40% de umidade da capacidade de campo (Figura 4), esse valor não foi suficiente para gerar um estresse nas plantas do tomateiro. Considerando o efeito isolado do manejo da irrigação nenhuma das variáveis

analisadas diferenciou estatisticamente entre a média da parcela A com interrupção de irrigação e a média da parcela B sem interrupção.

5.2 Componentes de produção do tomateiro rasteiro

A produtividade do tomateiro foi influenciada pelas doses de biofertilizante foliar ($P > 0,0018$), considerando o efeito isolado do biofertilizante, bem como na interação com o manejo da irrigação ($P > 0,0393$). Considerando o efeito isolado do manejo da irrigação, a produtividade do tomateiro não diferiu entre a interrupção de irrigação e sem a interrupção ($P > 0,3891$).

As doses de biofertilizante na cultura do tomateiro promoveram um ajuste quadrático na produtividade, em condições de manejo de irrigação com e sem interrupção (Figura 5).

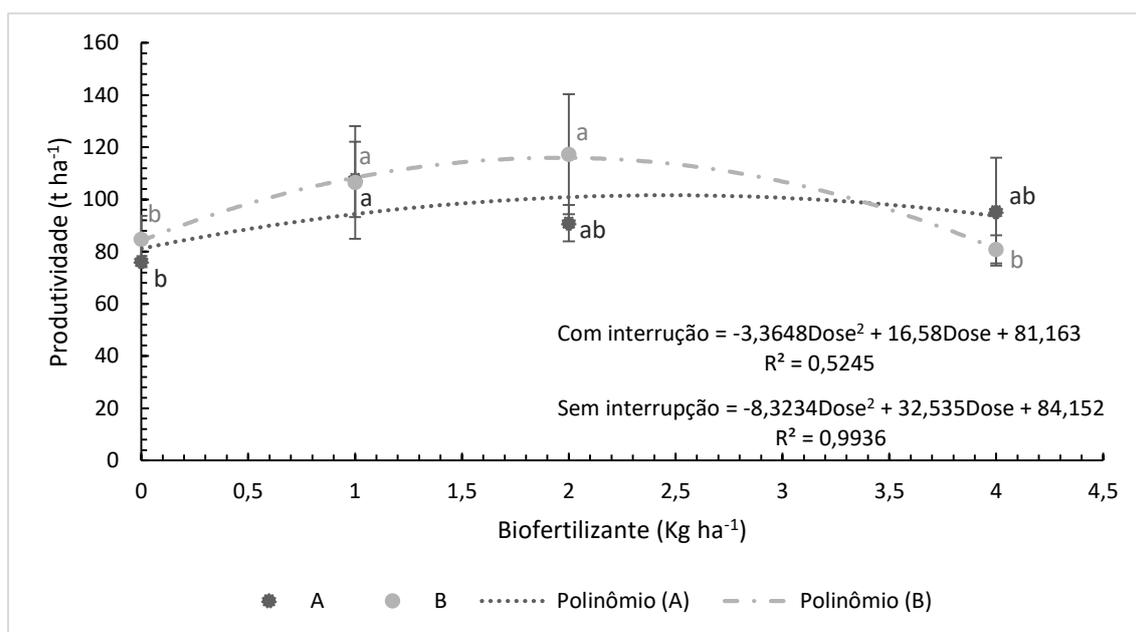


Figura 5. Produtividade do tomate para processamento industrial em função de doses de biofertilizante e dois manejos de irrigação, A: parcela com interrupção de irrigação; B: parcela sem interrupção de irrigação. Barras de erro indicam o desvio padrão das médias. Letras diferentes da mesma cor indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as médias. CV de 13,83%. Brasília – DF, 2019.

Na condição sem interrupção da irrigação, foi observado diferença estatística entre as doses 1 e 2 kg ha⁻¹ em relação ao controle e a dose 4 kg ha⁻¹. A produtividade cresceu 26,9% na dose 1 kg ha⁻¹ (107,6 t ha⁻¹) em relação a dose controle, porém decresceu a partir

da dose 2 kg ha⁻¹. Já na com interrupção de irrigação, os tratamentos com doses 1 kg ha⁻¹ foi estatisticamente melhor que o controle, a produtividade também decresceu a partir da dose 2 kg ha⁻¹ e a dose 1 kg ha⁻¹ produziu 41,3% a mais que o controle. Considerando a equação obtida com o ajuste quadrático dos dados de produtividade, a dose ótima do biofertilizante para a máxima produtividade foi de 2,2 kg ha⁻¹.

Todos os resultados encontrados nessa pesquisa foram superiores à média de produtividade brasileira de tomate indústria que é de 70 t ha⁻¹ (CONAB, 2020). Esse resultado pode ser explicado pela aplicação de biofertilizantes, uma prática de manejo já reconhecida como benéfica no cultivo de hortaliças, principalmente com aumento de produtividade (LAMABAM *et al.*, 2011; PANDEY *et al.*, 2013; SEIXAS *et al.*, 2016; ZANDONADI *et al.*, 2014).

O estímulo na produtividade do tomateiro também foi observado no trabalho realizado por Souza e Santos (2019). Os autores verificaram que a produtividade comercial de frutos de tomate (*Solanum lycopersicum*) tratados com biofertilizante a base de compostos orgânicos foi positiva, porém com ajuste linear. As doses aplicadas de 50 mL, 100 mL, 150 mL e 200 mL planta⁻¹ do biofertilizante, elevaram, respectivamente, em 9%, 16%, 21% e 40% a produtividade de frutos em relação ao controle. Já Aguilera e Ramos (2016) relataram ao tratar tomate de mesa (*Solanum lycopersicum*) com diferentes doses de biofertilizantes a base de aminoácidos em condições normais de irrigação, que as doses de 3, 4 e 5 L ha⁻¹ do biofertilizante não apresentaram diferenças estatísticas, sendo a dose de 5 L ha⁻¹ numericamente maior e 17% acima da produtividade observada na dose de 3 L ha⁻¹.

Os resultados de rendimento de polpa apresentaram comportamento similar ao observado para a produtividade de frutos, considerando tanto o efeito isolado do biofertilizante (P>0,0066), como na interação com o manejo de irrigação (P>0,0898). Considerando o efeito isolado do manejo da irrigação, o rendimento de polpa do tomateiro não diferiu entre a condição com e sem interrupção de irrigação (P > 0,9773). O rendimento de polpa apresentou ajuste quadrático para as doses de biofertilizante, tanto no manejo sob estresse hídrico quanto na condição de irrigação adequadas para a cultura do tomate (Figura 6).

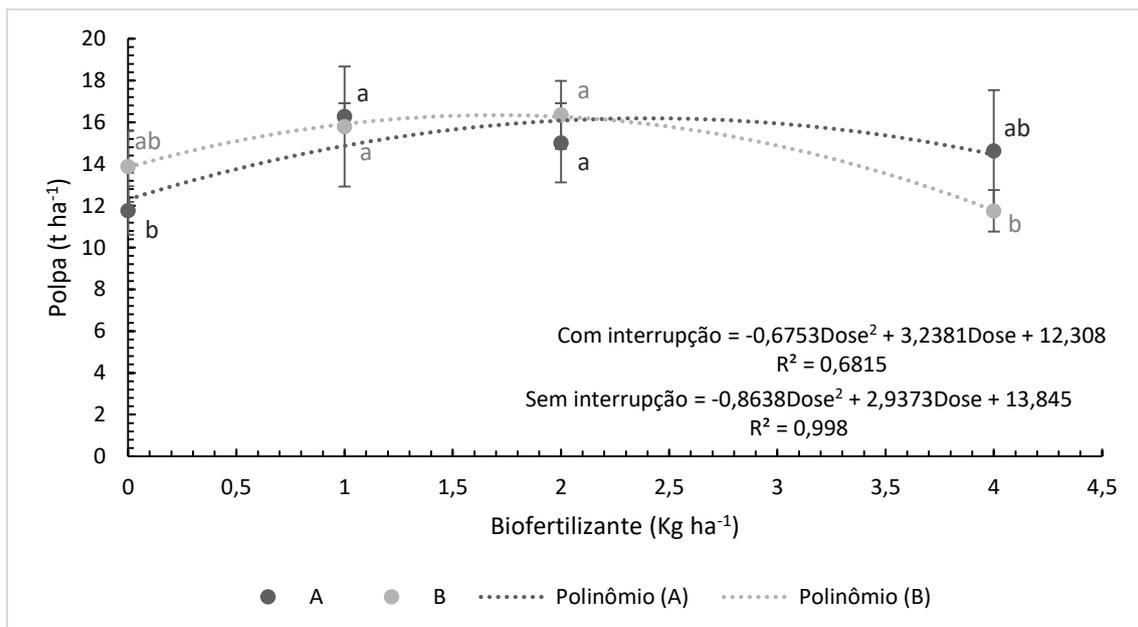


Figura 6. Rendimento de polpa do tomate para processamento industrial em função de doses de biofertilizante e dois manejos de irrigação, A: parcela com interrupção de irrigação; B: parcela sem interrupção de irrigação. Barras de erro indicam o desvio padrão das médias. Letras diferentes da mesma cor indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as médias. CV de 13,68%. Brasília – DF, 2019.

Na condição sem interrupção e com interrupção de irrigação, foi observado que houve diferença estatística das doses 1 e 2 kg ha⁻¹ em relação ao controle. Já a dose 4 kg ha⁻¹ não diferenciou das demais com interrupção da irrigação e foi similar ao controle e diferente das demais doses na parcela sem interrupção hídrica. Considerando a equação obtida com o ajuste quadrático dos dados de produtividade, a dose ótima do biofertilizante para o máximo rendimento de polpa foi de 2,2 kg ha⁻¹.

O rendimento de polpa aumentou em relação ao controle, isso pode ter acontecido devido aos aminoácidos do biofertilizante suprirem parte das necessidades na síntese de proteínas estruturais, além de participarem da síntese de vitaminas e de vários outros compostos, com efeito direto sobre o desenvolvimento vegetal e rendimento da cultura (BRANDÃO, 2007). Resultados similares aos encontrados no presente trabalho foram encontrados por Khan *et al.* (2017) que tratou tomates com biofertilizante a base de *Trichoderma*.

O rendimento de polpa verificado por Costa (2018) e Carvalho *et al.* (2003), utilizando o tomate Heinz 9553 com adubação adequada e irrigação requerida pela planta, foi de 15 t ha⁻¹, rendimento similar ao obtido neste trabalho com aplicação de 1 e 2 Kg

ha⁻¹, que foram, respectivamente, de 16,3 e 15 t ha⁻¹ com estresse e de 15,8 e 16,4 t ha⁻¹ na irrigação plena.

A produtividade por planta do tomateiro (Tabela 2) foi influenciada pelas doses de biofertilizante foliar ($P > 0,0179$), considerando o efeito isolado do biofertilizante. Já na interação com o manejo da irrigação não houve influência ($P > 0,2832$), assim como no efeito isolado do manejo da irrigação, a produtividade por planta do tomateiro não diferiu entre a condição com e sem interrupção de irrigação ($P > 0,7207$).

Tabela 2. Produtividade por planta de tomate (kg planta⁻¹) para processamento industrial em função de doses de biofertilizante (kg ha⁻¹) e dois manejos de irrigação, A: parcela com interrupção de irrigação; B: parcela sem interrupção de irrigação. Letras diferentes nas colunas indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entres as médias. Brasília – DF, 2019.

Dose	Média dos manejos de irrigação
0	2,56 b
1	3,43 a
2	3,39 a
4	3,06 ab

*CV (%): 17,49.

Na média dos manejos de irrigação, as doses de 1 e 2 kg ha⁻¹ se diferenciou do controle, a dose 1 kg ha⁻¹ se diferenciou 33,98% do controle e a dose 2 kg ha⁻¹, 32,42% do controle. Isso pode ter acontecido pela mesma razão do aumento de produtividade, e segundo Oliveira *et al.* (2020) e Ogbomo (2011), a produtividade por planta de tomate é favorecida pela suplementação de nutrientes por meio da aplicação de biofertilizantes.

Resultados similares foram encontrados em cultivo de tomate cereja tratado com biofertilizante a base de aminoácidos, nas doses de 0 até 9,52 L ha⁻¹, a produtividade por planta nas parcelas que receberam 9,52 L ha⁻¹, foi 21,5% superior ao tratamento controle (HASANEIM, 2014). Já Alcântara e Porto (2019) verificaram que a aplicação de biofertilizante com aminoácidos no cultivo de jiló (*Solanum gilo*) a produtividade por planta não apresentou diferenças estatísticas entre diferentes doses, porém foi observado que a dose 0,5 ml planta⁻¹ obteve uma produção 38% maior que o controle, e a dose 1,0 ml planta⁻¹ foi 40% maior que o controle.

O número de frutos por planta (Tabela 3) não foi influenciado pelas doses de biofertilizante foliar ($P > 0,3398$), considerando o efeito isolado do biofertilizante, bem como na interação com o manejo da irrigação ($P > 0,5795$), e também considerando o

efeito isolado do manejo da irrigação ($P > 0,1168$). O mesmo foi observado em peso médio dos frutos (Tabela 3) e porcentagem de frutos maduros (Tabela 3).

Tabela 3. Frutos por planta, peso médio dos frutos e porcentagem de frutos maduros de tomate para processamento industrial em função de doses de biofertilizante (kg ha^{-1}) e dois manejos de irrigação, A: parcela com interrupção de irrigação; B: parcela sem interrupção de irrigação. Letras diferentes nas colunas indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as médias. Brasília – DF, 2019.

Dose	Frutos por planta ⁻¹		Peso médio dos frutos (Kg)		Frutos Maduros (%)	
	A	B	A	B	A	B
0	59,94 a	56,81 a	45,15 a	44,97 a	78,93 a	91,91 a
1	70,00 a	75,31 a	51,12 a	43,81 a	88,84 a	84,47 a
2	59,00 a	78,81 a	47,06 a	47,03 a	78,05 a	89,03 a
4	66,88 a	73,69 a	47,64 a	41,93 a	89,16 a	83,80 a

*CV (%): 24,18; 14,25; 8,83.

Não houve diferença estatística nem entre as doses na condição sem interrupção e com interrupção de irrigação, o que pode ter ocorrido devido a essas variáveis constituírem características varietais e, portanto, não mutáveis (KOETZ *et al.*, 2010). Os resultados presentes neste trabalho encontram-se dentro peso médio dos frutos de tomate para processamento que é de 45 a 65 Kg ha^{-1} . Já número de frutos por planta encontrados neste estudo foram superiores à média para o tomateiro de processamento industrial que é de 40 a 50 frutos planta⁻¹ (PEIXOTO *et al.*, 2017), a médias encontradas variaram entre 50 e 80 frutos planta⁻¹.

Singh *et al.* (2014) encontraram resultados similares aos encontrados neste trabalho no cultivo de tomate tratado com biofertilizante a base de aminoácidos e associaram essas respostas as características genéticas da cultivar utilizada. Resultados similares também foram encontrados por Araújo *et al.* (2007), que ao cultivar pimentão (*Capsicum annuum*) tratado com biofertilizante a base de aminoácidos não encontrou diferenças estatísticas entre o número de frutos por planta, nem entre o peso médio dos frutos e nem porcentagem de frutos de pimentão maduros. Os autores associaram isso a um desequilíbrio nutricional causado pelo aumento da dose do biofertilizante, isto porque doses elevadas desse produto podem causar desbalanço nutricional.

Já Albuquerque *et al.* (2011) encontrou resultados diferenciados em trabalho realizado com tomate de mesa tratado com biofertilizante Hortbio, um incremento de quase 100% no número de frutos e no peso dos frutos de tomate foi observado no

tratamento com biofertilizante na dose 2 L ha⁻¹, em relação ao controle. Hasaneim (2014), que ao cultivar tomate cereja tratado com biofertilizante, observou que o peso dos frutos foi alterado pelo tratamento com a dose de 9,52 L ha⁻¹ de biofertilizante a base de aminoácidos, a média de peso foi de 184 g, 22,7% maior que a média do controle.

Os sólidos solúveis (Tabela 4) não foram influenciados pelas doses de biofertilizante foliar ($P > 0,6616$), considerando o efeito isolado do biofertilizante, bem como na interação com o manejo da irrigação ($P > 0,2205$), e também considerando o efeito isolado do manejo da irrigação ($P > 0,3816$).

Tabela 4. Sólidos solúveis (1°Brix) dos frutos de tomate em função de doses de biofertilizante (kg ha⁻¹) e dois manejos de irrigação, A: parcela com interrupção de irrigação; B: parcela sem interrupção de irrigação. Letras diferentes nas colunas indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as médias. Brasília – DF, 2019.

Dose	Com interrupção	Sem interrupção
0	4,55 a	4,83 a
1	4,53 a	4,40 a
2	4,88 a	4,18 a
4	4,55 a	4,30 a

*CV (%): 9,87.

Não houve diferenças estatísticas entre as doses em ambas as condições de irrigação. Isso pode ter ocorrido, pois os sólidos solúveis sofrem influências das características genéticas da cultivar (RAMOS *et al.*, 2013), o que no caso dessa pesquisa não permitiu alterações dessa variável.

Os valores dos sólidos solúveis nesse estudo ficaram entre 4 e 5°Brix, acima do mínimo para tomate industrial, que é de 3°brix de sólidos solúveis. É relevante ressaltar que o rendimento industrial aumenta de 10 a 20% a cada grau brix incrementado na matéria-prima (ALVARENGA *et al.*, 2013).

Hussain *et al.* (2019) em trabalho com tomate indústria tratado com biofertilizante a base de cianobactéria, observou que os sólidos solúveis também não apresentaram diferenças entre diferentes doses, resultados esses similares ao presente estudo. Já Hasaneim (2014) encontrou resultados diferentes ao observar que sólidos solúveis aumentaram 22,6% em relação ao controle, ao aplicar 9,52 L ha⁻¹ de biofertilizante a base de aminoácidos no tomate cereja.

A aplicação de doses de biofertilizante em tomate industrial, com manejos de irrigação, promoveu variações na coloração dos frutos de tomate, somente na variável ângulo de hue (Tabela 5), que foi influenciada pelas doses de biofertilizante foliar ($P > 0,0313$), considerando o efeito isolado do biofertilizante, bem como na interação com o manejo da irrigação ($P > 0,0011$), já considerando o efeito isolado do manejo da irrigação não houve variações ($P > 0,2514$).

Tabela 5. Coloração dos frutos de tomate, pela escala (L^* , C^* , ho^*) em função de doses de biofertilizante ($kg\ ha^{-1}$) e dois manejos de irrigação, A: parcela com interrupção de irrigação; B: parcela sem interrupção de irrigação. Letras diferentes nas colunas indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entres as médias. Brasília – DF, 2019.

Dose	L^*		C^*		ho^*	
	A	B	A	B	A	B
0	36,04 a	35,09 a	41,43 a	41,27 a	43,46 a	36,49 b
1	35,65 a	36,24 a	41,43 a	43,09 a	42,08 a	42,76 a
2	35,50 a	35,07 a	42,15 a	40,50 a	40,87 a	42,08 a
4	36,00 a	35,13 a	41,18 a	41,70 a	43,21 a	42,36 a

*CV (%): 1,75; 4,04; 4,43.

Nas variáveis analisadas dentro da coloração, a luminosidade (L^*) e o croma (C^*) não tiveram diferenças estatísticas entre os tratamentos. Já a variável ângulo de hue (ho^*), somente houve diferenças, na condição sem interrupção da irrigação, das doses 1,2 e 4 $kg\ ha^{-1}$ em relação ao controle. Isso pode ter ocorrido, pois a coloração é dependente do grau de maturidade do fruto na colheita e da genética da cultivar, que pode não ter permitido maiores alterações (STINCO *et al.*, 2013). E os frutos também foram colhidos com maior uniformidade possível, acima de 90% dos frutos maduros.

Resultados semelhantes foram encontrados por Hussain *et al.* (2019) que em trabalho com tomate indústria tratado com biofertilizante a base de cianobactéria, a coloração dos tomates também não apresentou diferença entre diferentes doses. Os resultados observados neste trabalho corroboram com as observações de Hassoon *et al.* (2018) e Hussain e Hassoon (2018), que não encontraram diferenças em tomate tratados com diferentes biofertilizantes e relacionaram a ausência de variação na coloração com a genética da cultivar utilizada, que não permite alterações na coloração.

A aplicação de doses de biofertilizante em tomate industrial, com manejos de irrigação, promoveu variações na acidez total titulável (Tabela 6), que foi influenciada pelas doses de biofertilizante foliar ($P > 0,0097$), considerando o efeito isolado do

biofertilizante, já na interação com o manejo da irrigação ($P > 0,1896$), e considerando o efeito isolado do manejo da irrigação não houve variações ($P > 0,7118$).

Tabela 6. Acidez total titulável (% de ácido cítrico) de frutos de tomate em função de doses de biofertilizante (kg ha^{-1}) e dois manejos de irrigação, A: parcela com interrupção de irrigação; B: parcela sem interrupção de irrigação. Letras diferentes nas colunas indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as médias. Brasília – DF, 2019.

Dose	Com interrupção	Sem interrupção
0	0,17 b	0,07 b
1	0,05 b	0,18 b
2	0,37 a	0,46 a
4	0,19 b	0,19 b

*CV (%): 9,88.

Na acidez total, a dose 2 kg ha^{-1} diferenciou das demais doses em ambas condições de irrigação. A diferença da dose 2 kg ha^{-1} do controle foi de 20% na condição com interrupção de irrigação e 39% na condição sem interrupção.

Foi calculado a porcentagem de ácido cítrico, pois esse é o mais comumente encontrado em tomate (MORENO *et al.*, 2015). Esse aumento de acidez pode ser explicado, pois essa variável é influenciada diretamente por fertilização, desbaste, além das condições climáticas, estágio de maturação e diferenças tecnológicas aplicadas (RAMOS *et al.*, 2013).

Em ambas as condições de irrigação, na dose 2 Kg ha^{-1} , os valores foram superiores a 0,37%, e frutos considerados com alta qualidade tem a acidez titulável acima de 0,32% (ANTHON E BARRETT, 2012), já as doses 0, 1 e 4 Kg ha^{-1} , obtiveram valores menores que 0,20%.

Hussain *et al.* (2019) observou que o tratamento com biofertilizante aumentou 5,62% a acidez dos tomates, resultados semelhantes aos encontrados. Diferentemente de Hasaneim (2014) que observou que acidez titulável diminuiu 23% ao aplicar $4 \text{L } 0,42 \text{ ha}^{-1}$ de biofertilizante a base de aminoácidos, em relação ao controle.

5.3 Avaliação ecofisiológica

A avaliação ecofisiológica, conduzida após o período de interrupção de irrigação das plantas de tomate, constatou alterações na condutância estomática e na transpiração,

em função exclusivamente da aplicação de doses de biofertilizante, ou na interação entre o manejo da irrigação e a aplicação das doses de biofertilizante (Tabelas 7 e 8).

Na condição de interrupção de irrigação, a aplicação de 1 kg ha⁻¹ de biofertilizante possibilitou a manutenção da condutância estomática, em comparação ao controle. De forma similar ao que foi verificado para a transpiração. As maiores doses de biofertilizante promoveram reduções tanto na condutância estomática como na transpiração. As variáveis taxa fotossintética, CO₂ interno, temperatura da folha, eficiência de uso da água intrínseca e eficiência de uso da água instantânea não foram influenciadas pelo manejo da irrigação e pelas doses do biofertilizante.

Tabela 7. Resultados de assimilação de CO₂ ou taxa fotossintética (A, μmol m⁻²s⁻¹); condutância estomática (GS, mol m⁻²s⁻¹); CO₂ interno (Ci, mmol m⁻²s⁻¹); transpiração (E, mmol m⁻²s⁻¹ de vapor d'água); temperatura da folha (Tleaf, °C); eficiência de uso da água intrínseca (EUAintr, μmol CO₂ mmol⁻¹ H₂O⁻¹) e eficiência de uso da água instantânea (EUAinst μmol CO₂ mmol⁻¹ H₂O⁻¹) do ensaio de tomate de processamento industrial em função de doses de biofertilizante (kg ha⁻¹), na parcela com interrupção de irrigação. Letras diferentes nas colunas indicam diferenças significativas (p < 0,05) entres as médias. Brasília, DF, 2019.

Dose	A	GS	Ci	E	Tleaf	EUA intr	EUA inst
0	22,78 a	0,38 a	271,68 a	6,51 ab	27,42 a	60,80 a	3,73 a
1	28,10 a	0,39 a	247,92 a	7,28 a	27,97 a	72,23 a	3,95 a
2	13,34 a	0,17 b	249,46 a	3,93 c	28,67 a	78,74 a	3,72 a
4	13,59 a	0,22 b	276,49 a	4,67 bc	28,35 a	61,07 a	3,05 a

*CV (%): 27,36; 9,60; 9,09; 14,41; 2,92; 17,44; 16,50.

A aplicação de biofertilizante na condição sem interrupção hídrica, resultou em redução da condutância estomática e na transpiração, em comparação ao controle (Tabela 8). As variáveis taxa fotossintética, CO₂ interno, temperatura da folha, eficiência de uso da água intrínseca e eficiência de uso da água instantânea não foram influenciadas pelo manejo da irrigação e pelas doses do biofertilizante.

Tabela 8. Resultados de assimilação de CO₂ ou taxa fotossintética (A, μmol m⁻²s⁻¹); condutância estomática (GS, mol m⁻²s⁻¹); CO₂ interno (Ci, mmol m⁻²s⁻¹); transpiração (E, mmol m⁻²s⁻¹ de vapor d'água); temperatura da folha (Tleaf, °C); eficiência de uso da água intrínseca (EUAintr μmol CO₂ mmol⁻¹ H₂O⁻¹) e eficiência de uso da água instantânea (EUAinst μmol CO₂ mmol⁻¹ H₂O⁻¹) do ensaio de tomate de processamento industrial em função de doses de biofertilizante (kg ha⁻¹), na parcela sem interrupção de irrigação. Letras diferentes nas colunas indicam diferenças significativas (p < 0,05) entres as médias. Brasília, DF, 2019.

Dose	A	GS	Ci	E	Tleaf	EUA intr	EUA inst
0	26,19 a	0,46 a	272,07 a	6,87 a	26,90 a	59,18 a	3,90 a
1	17,55 a	0,26 b	245,22 a	4,74 bc	27,63 a	80,03 a	4,18 a
2	13,95 a	0,16 c	200,29 a	3,01 c	28,42 a	110,11 a	4,90 a
4	26,02 a	0,32 b	235,24 a	5,43 ab	27,35 a	82,13 a	4,68 a

*CV (%): 27,36; 9,60; 9,09; 14,41; 2,92; 17,44; 16,50.

Um dos principais efeitos do déficit hídrico nas plantas é o fechamento estomático (CHAVES E OLIVEIRA, 2004), ao interromper a irrigação, apesar de não ter atingido um estresse, o processo de estresse pode ter sido desencadeado e influenciado a resposta fisiológica das plantas, o que explica alteração da condutância estomática e de forma geral, observou-se que a dose de 1 kg ha⁻¹ de biofertilizante, na condição de interrupção hídrica garantiu a manutenção da condutância estomática e a transpiração. Alterando também a transpiração pois existe uma relação direta entre transpiração e condutância estomática, já que ocorre uma diminuição da transpiração foliar ao fechamento dos estômatos (GONÇALVES *et al.*, 2010).

A condição de interrupção hídrica resultou em redução da taxa fotossintética para as maiores doses de biofertilizante, em comparação a dose de 1 kg ha⁻¹ (Tabela 2). Entretanto, cabe destacar também estudos que indicam um efeito favorável do uso de biofertilizantes na taxa fotossintética, como relatado por Viana *et al.* (2013), que observou na cultura do melão (*Cucumis melo*), que a taxa fotossintética apresentou aumento de 4% da parcela tratada com biofertilizante misto (bovino, carvão) em relação a aplicação de biofertilizante bovino. Já a condutância estomática e a transpiração o biofertilizante bovino foi significativamente ($p < 0,05$) superior em relação ao biofertilizante misto.

Na condição sem interrupção hídrica, a aplicação de 2 kg ha⁻¹ de biofertilizante resultou na redução da concentração interna de CO₂, em relação ao controle, divergindo do resultado obtido por Sousa (2017), que avaliou a concentração interna de CO₂ na cultura do rabanete (*Raphanus sativus*) e, com a aplicação de biofertilizante a base aminoácidos constatou um aumento de 1,81% em relação ao rabanete sem aplicação, valores associados ao rabanete positivamente. Também foi verificado benefícios de biofertilizante na taxa fotossintética que teve um aumento de 20,2% com a aplicação de biofertilizante, os autores atribuíram o efeito observado a melhoria na condição nutricional propiciada pela aplicação de biofertilizante.

5.4 Status nutricional do tomateiro

Com a aplicação das doses de biofertilizante, na condição de interrupção da irrigação, não houve alteração na nutrição foliar dos tomateiros para processamento industrial (Tabela 9).

Tabela 9. Status nutricional do tomate indústria com interrupção de irrigação e com diferentes doses de biofertilizante (kg ha^{-1}). Letras diferentes nas colunas indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as médias. Brasília – DF, 2019.

Dose	Macronutrientes					Micronutrientes				
	P g kg	K g kg	Ca g kg	Mg g kg	S g kg	Cu g kg	Fe g kg	Mn g kg	Mo g kg	Zn g kg
0	19,48 a	100,75 a	141,13 a	7,69 a	51,06 a	0,56 a	7,03 a	0,84 a	0,67 a	0,58 a
1	20,29 a	93,63 a	144,00 a	8,14 a	49,69 a	0,57 a	5,90 a	0,76 a	0,69 a	0,62 a
2	24,93 a	122,50 a	186,75 a	8,18 a	64,36 a	0,64 a	6,46 a	0,96 a	0,73 a	0,66 a
4	23,01 a	102,13 a	161,00 a	8,23 a	54,30 a	0,60 a	6,93 a	0,88 a	0,71 a	0,66 a

*CV (%): 22,24; 30,28; 31,85; 8,16; 26,48; 13,87; 25,56; 22,10; 10,82; 9,71.

Com a aplicação das doses de biofertilizante, na condição sem interrupção da irrigação só houve alteração na nutrição foliar dos tomateiros para processamento industrial do nutriente cobre (Tabela 10).

Tabela 10. Status nutricional do tomate indústria sem interrupção de irrigação e com diferentes doses de biofertilizante (kg ha^{-1}). Letras diferentes nas colunas indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as médias. Brasília – DF, 2019.

Dose	Macronutrientes					Micronutrientes				
	P g kg	K g kg	Ca g kg	Mg g kg	S g kg	Cu g kg	Fe g kg	Mn g kg	Mo g kg	Zn g kg
0	15,75 a	77,26 a	82,15 a	7,86 a	32,56 a	0,47 b	4,78 a	0,69 a	0,56 a	0,55 a
1	19,99 a	98,44 a	123,38 a	7,61 a	44,01 a	0,59 a	6,03 a	0,83 a	0,65 a	0,58 a
2	21,65 a	101,16 a	101,81 a	7,75 a	40,54 a	0,53 ab	6,24 a	0,74 a	0,6 a	0,58 a
4	18,80 a	85,63 a	93,60 a	7,59 a	39,51 a	0,51 ab	5,60 a	0,70 a	0,61 a	0,55 a

*CV (%): 22,24; 30,28; 31,85; 8,16; 26,48; 13,87; 25,56; 22,10; 10,82; 9,71.

No nutriente cobre a dose 1 kg ha^{-1} foi melhor 14,3% que o controle, mas não diferenciou estatisticamente das doses 2 e 4 kg ha^{-1} . Os outros nutrientes não apresentaram diferenças estatísticas. O que pode ter ocorrido, devido as características da cultivar que tem um nível específico de absorção de nutrientes. E o acréscimo de nutrientes pelo o biofertilizante não promoveu diferenças significativas nas parcelas que receberam o tratamento em relação a parcela controle.

Os resultados vistos no presente estudo foram superiores ao nível crítico de nutrientes na folha de tomate, tanto nos macronutrientes, quanto nos micronutrientes, que segundo Malavolta et al. (1989), o nível crítico dos nutrientes na folha do tomateiro para

processamento são, macronutrientes (g kg^{-1}): N - 30; P - 3,5; K - 40; Ca - 14-18; Mg - 4; S - 3; e micronutrientes (mg kg^{-1}): B - 100; Cu - 20; Fe - 150; Mn - 100 e Zn - 50.

Outros autores também encontraram poucas diferenças e em diferentes nutrientes das folhas de hortaliças tratados com biofertilizantes. Sedyama *et al.* (2013) ao analisar os nutrientes presentes nas folhas de pimentão, observaram que o tratamento com biofertilizante suíno promoveu diferenças estatísticas somente nos nutrientes zinco e ferro, onde o biofertilizante promoveu o aumento de linear de zinco e boro e o decréscimo de ferro. Os demais nutrientes não apresentaram diferenças estatísticas entre o controle e o acréscimo da dosagem do biofertilizante. Rodrigues *et al.* (2009), encontraram com a adição de biofertilizante supermagro em maracujá, a elevação os teores de cálcio na massa seca de 3,92 até o valor máximo de 6,78 g kg^{-1} , os demais nutrientes não tiveram diferenças.

6 CONCLUSÕES

A aplicação de biofertilizante a base de aminoácidos promoveu aumento da produtividade e do rendimento de polpa, independentemente da condição hídrica do solo.

A aplicação de $2,2 \text{ kg ha}^{-1}$ de biofertilizante resultou na produtividade máxima de tomate industrial, estimada a partir da equação obtida com o ajuste quadrático dos dados.

As variáveis de qualidade do fruto, assim como o status nutricional, não foram influenciadas pela aplicação de biofertilizante foliar, independente do manejo da irrigação. Somente a variável de acidez total titulável promoveu aumento significativo na dose de 2 kg ha^{-1} .

Na avaliação de trocas gasosas o biofertilizante promoveu manutenção da condutância estomática e da transpiração, em relação ao controle, na dose 1 kg ha^{-1} .

Não foi possível avaliar as influências do biofertilizante na atenuação de estresse hídrico no tomateiro, pois a interrupção não foi o suficiente para gerar um estresse na planta.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABISOLO. **Anuário brasileiro de tecnologia em nutrição vegetal**. São Paulo – SP, 2020.
- AGUILERA, F. C.; RAMOS, D. U. G. **Evaluación de tres láminas de riego por goteo y dosis de biofertilizante EM-5 (Sutocho) sobre el crecimiento, desarrollo y producción de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill)**. 2016, 61 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidad Nacional Agraria, Nicaragua, 2016.
- ALBUQUERQUE, J. O.; SOUZA, R. B.; PAULA, J.T.; RESENDE, F. V.; SILVA G. P. P.; FUJII, A.; SOUSA, J. M. M. Formas de aplicação de biofertilizantes e adubação de cobertura com bokashis na produção do tomate orgânico protegido. **Anais 51º Congresso Brasileiro de Olericultura**, Viçosa, p.4408-4413, 2011.
- ALCÂNTARA, H. P.; PORTO, F. G. M. Influência de fertilizante foliar com aminoácidos na cultura do jiló. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.5, n.6, p.5554-5563, jun, 2019.
- ALI, Q.; ATHAR, H.; HAIDER, M. Z.; SHAHID, S. 12 Role of Amino Acids in Improving Abiotic Stress Tolerance to Plants. In: HASANUZZAMAN, M.; FUJITA, M.; OKU, H.; ISLAM, M. T. **Plant tolerance to environment stress: role of phytoprotectants**. Boca Raton: CRC Press, 2019. p. 175-204.
- ALVARENGA, M. A. R.; COELHO, F. S.; SOUZA, R. A. M. Colheita, classificação, embalagens e pós-colheita. In: ALVARENGA, M. A. R. (Ed.). **Tomate: produção em campo, casa de vegetação e hidroponia**. Lavras: Editora Universitária de Lavras, v.2, cap. 14, p. 413-446, 2013.
- ANNUNZIATA, M. G. CIARMELLO, L. F.; WOODROW, P.; DELL'AVERSANA, E. Spatial and temporal profile of glycine betaine accumulation in plants under abiotic stresses. **Frontiers in plant science**, v. 10, n. 230, p. 1-13, 2019.
- ANTHON, G. E.; BARRETT, D. M. Pectin methylesterase activity and other factors affecting pH and titratable acidity in processing tomatoes. **Food Chemistry**, Barking, v.132, n.2, p.915-920, 2012.
- ARAÚJO, E. N.; OLIVEIRA, A. P.; CAVALCANTE, L. F.; PEREIRA, W. E., BRITO, N. M.; NEVES, C. M.; SILVA, E. E. Produção de pimentão adubado com esterco bovino e biofertilizante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.5, p.466-470, 2007.
- BAQIR, H. A.; ZEBOON, N. H.; AL-BEHADILI, A. A. J. The role and importance of amino acids within plants: a review. **Plant Archives**, v. 19, n. 2, p. 1402-1410, 2019.
- BELL, N.; DETWEILER, A. J.; NOORDIJK, H.; BUBL, C. Tomatoes and Tomatillos. **OSU Extension Service publications**. p.1-13, 2014.

BENETTI, R.; BENETT, K.S.S.; ARRUDA, N.; BENETT, C.G.S.; SELEGUINI, A. Densidade de plantio e substâncias húmicas no cultivo do tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.). **Revista de Agricultura Neotropical**. Cassilândia-MS, v.5, n.1, p.75-81, jan-mar, 2018.

BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. **Manual de Irrigação**. 8.ed. Viçosa: Ed. UFV, 2019.

BRAGA, M. B.; DUENHAS, L. H.; SOUZA, C. M. P.; KLAR, A. E. Orientação geográfica de estufas de polietileno e potenciais de água no solo no cultivo do melão rendilhado híbrido 'nero'. **Irriga**, Botucatu, v. 11, n. 1, p. 130-138, 2006.

BRANDÃO, R. P. Importância dos aminoácidos na agricultura sustentável. **Informativo BioSoja**, São Joaquim da Barra, n.5, p.6-8, 2007.

BRASIL. Decreto nº 4.954, de 14 de janeiro de 2004. Altera o Anexo ao Decreto nº 4.954, de 14 de janeiro de 2004, que aprova o Regulamento da Lei no 6.894, de 16 de dezembro de 1980, que dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, ou biofertilizantes, remineralizadores e substratos para plantas destinados à agricultura. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2004. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d4954.htm>. Acesso em: 08 abri. 2020.

BRASIL. Lei nº 6.894, de 16 de dezembro de 1980. Dispõe sobre a inspeção e a fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes, remineralizadores e substratos para plantas, destinados à agricultura, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1980. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/1980-1988/L6894.htm>. Acesso em: 08 abri. 2020.

BRITO, M. E. B.; SOARES, L. A. DOS A., LIMA, G. S. DE, SÁ, F. V. DA S., ARAÚJO, T. T. DE; SILVA, E. C. B. DA. Crescimento e formação de fitomassa do tomateiro sob estresse hídrico nas fases fenológicas. **Irriga**, v. 20, n. 1, p. 139-153, 2015.

CARDOSO, F. B.; MARTINEZ, H. E. P.; SILVA, D. J. H. S.; MILAGRES, C.C.; BARBOSA, J. G. Yield and quality of tomato grown in a hydroponic system, with different planting densities and number of bunches per plant. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.48, n.4, p. 340-349, oct-dez, 2018.

CARVALHO, J. O. M.; LUZ, J. M. Q.; JULIATTI, C.; MELO, L.C.; TEODORO, R. E. F.; LIMA, L. M. L. Desempenho de famílias e híbridos comerciais de tomateiro para processamento industrial com irrigação por gotejamento. **Horticultura Brasileira**, n.21, p. 525-533, 2003.

CHAVES, M.M., OLIVEIRA, M.M. Mechanisms underlying plant resilience to water deficits: prospects for water-saving agriculture. **Journal of experimental Botany**, v.55, n.407, p. 2365- 2384, 2004.

CHAVOSHI, S.; NOURMOHAMADI, G.; MIDANI, H.; ABAD, H. H. S.; FAZEL, M. A. The effects of biofertilizers on physiological traits and biomass accumulation of red

beans (*Phaseolus vulgaris* cv. Goli) under water stress. **Plant Physiology**, v. 8, n. 4, p. 2555-2562, 2018.

COLLAÇO JÚNIOR, J. C. **Utilização de aminoácidos aplicados via foliar no manejo do estresse hídrico na cultura do feijão**. 2019, 60 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2019.

CONAB 2020 [Online]. **Compêndio de estudos Conab**. v.22, 2020. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>> Acesso em: 05 de maio de 2021.

COSTA, L. C. **Produtividade do tomateiro de indústria e qualidade dos frutos em função de nitrogênio e potássio**. 2016, 81 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp, Jaboticabal, 2018.

DABBAGHI, O.; TEKAYA, M.; ODEN, S.; WILLEMS, T.; ATTIAM F.; PRINSEN. E.; HAMMAMI, M.; MECHRI, B. Foliar application of bio-fertilizers influenced the endogenous concentrations of phytohormones and amino acids in leaves and roots of olive trees (*Olea europaea* L. cv. Chemlali). **African Journal of Agricultural Research**, v. 13, n. 34, p. 1777-1786, 2018.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997.

FAGAN, E. B.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D.; CHALFUN JÚNIOR, A.; DOURADO NETO, D. **Fisiologia vegetal: reguladores vegetais**. São Paulo: Editora Andrei, 2015. 300 p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista brasileira de biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo Manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2 ed. Viçosa: Ed. UFV. 2003. 412p.

FONTENELLE, M. R. **Biofertilizante Hortbio®: propriedades agronômicas e instruções para o uso**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2017. 11 p. (Circular Técnica 162).

GAZOLA, D.; ZUCARELI, C.; SILVA, R.R.; FONSECA, I.C.B. Aplicação foliar de aminoácidos e adubação nitrogenada de cobertura na cultura do milho safrinha. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. V.18, n.7, p.700-707, 2014.

GONÇALVES, E. R.; FERREIRA, V. M.; SILVA, J. V.; ENDRES, L.; BARBOSA, T. B.; DUARTE, W. G. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila a em variedades de cana-de-açúcar submetidas à deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.4, p.378-386, 2010.

GUIMARÃES, M. A.; CALIMAN, F. R. B.; SILVA, D. J. H.; FLORES, M. P; ELSAYED, A. Y. A. M. Exigências climáticas da cultura do tomateiro. **Tomate: Tecnologia de produção**. Viçosa, MG: UFV. p.85-99p. 2007.

HASANEIN, N. M.; ABDREBBO, M. A. A.; EL-KHULAIFI; Y. K. The effect of bio-fertilizers and amino acids on tomato production and water productivity under net-house

conditions. **Arab Universities Journal of Agricultural Sciences**, v. 22, n. 1, p. 43-54, 2014.

HASSOON, A. S.; USSAIN, M. H.; HARBY, H. H. Effect of spraying of humic acid on sepals extract content from some antioxidants for three varieties of rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.). **Plant Archives**, v.18, n.1, p. 1129-1133, 2018.

HEINZSEED. **HeinzSeed 2019 Internatinal Variety Catalog**. 2019.

HUSSAIN, M. H.; MYALI, A. A. H.; HASSOON, A. S. Effect of cyanobacteria as a biofertilizer on qualitative and quantitative characteristics of tomato varieties. **Biochem. Cell. Arch**, v. 19, n.2, p. 4083-4086, 2019.

HUSSAIN, M. H.; HASSOON, A. S. Measurement of some medical substances in rosella plant (*Hibiscus sabdariffa* L.), extract using hplc technique under the influence of different treatments. **Plant Archives**, v.18, n.2, p. 2469-2476, 2018.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2019. Disponível em: <<https://sibra.ibge.gov.br/tabela/1618#resultado>>. Acesso em: 04 de janeiro de 2019.

KHAN, M. Y.; HAQUE, M. M.; MOLLA, A. H.; RAHAMAN, M. M.; ALAM, M. Z. Antioxidant compounds and minareals intomatoes by Trichoderma enriched biofertilizer and their relationship with the soil environments. **Journal of Integrative Agriculture**, v.16, n.3, p. 691–703, 2017.

KOETZ, M.; MASCA, M. G. C. C.; CARNEIRO, L. C.; *et al.* Caracterização agrônômica e °brix em frutos de tomate industrial sob irrigação por gotejamento no sudoeste de Goiás. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v.4, n.1, p.14–22, 2010.

LAMABAM, P. S.; GILL, S. S.; TUTEJA, N. Unraveling the role of fungal symbionts in plant abiotic stress tolerance. **Plant Signal Behaviour**, v. 6, p.175-191, 2011.

MAHANTY, T., BHATTACHARJEE, S., GOSWAMI, M.; BHATTACHARYYA, P.; DAS, B.; GHOSH, A.; TRIBEDI, P. Biofertilizers: a potential approach for sustainable agriculture development. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 24, n. 1, p. 3315–3335, 2017.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, Piracicaba – SP, 1989. 201 p.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos**. 3ª Edição, Viçosa: Editora Viçosa, 2009. 355 p.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; SILVA, H. R.; BRAGA, M. B. Irrigação e fertigação. In: CLEMENTE, F.M.V.T.; BOITEUX, L.S. **Produção de tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa, 2012. p.131-156.

- MARTINS, A. C.; LARRÉ, C. F.; BORTOLINI, F.; BORELLA, J.; EICHHOLZ, R.; DELIAS, D.; AMARANTE, L. do. Tolerância ao déficit hídrico: adaptação diferencial entre espécies forrageiras. **Iheringia**, Série Botânica, v. 73, n. 3, p. 228-239, 2018.
- MORAES, A. S.; FERREIRA, N. S.; BORGES, W. L. **Efeito da aplicação de biofertilizante sobre o solo**. Macapá: Embrapa, 2016. p. 33.
- MORALES, R. G. F.; RESENDE, L.V.; BORDINI, I. C.; GALVAO, A. G.; REZENDE, F. C. Caracterização do tomateiro submetido ao déficit hídrico. **Scientia Agricola**, Curitiba, v. 16, n.1, p.09-17, jan-fev, 2015.
- MOREIRA, A.; MORAES, L. A. C. Yield, nutritional status and soil fertility cultivated with common bean in response to amino-acids foliar application. **Journal of plant nutrition**, v.40, n. 3, p. 344-351, 2017.
- MOREIRA, L. S.; VIEIRA, G. S.; OLIVEIRA, H. M. S.; TOMAZ, R. G.; SILVA, A. J.; PEREIRA, R. M. Adubação nitrogenada e potássica na produção de tomate no município de Mineiros. **Anais IV Colóquio estadual de pesquisa multidisciplinar Mineiros**, UNIFIMES, 2019.
- MORENO, E. L.; MARTINS, E.; RAJAGOPAL, K. Basicidade e acidez, da pré-história aos dias atuais. **Revista virtual de química**, Rio de Janeiro, v.7, n.3, p. 893-902, 2015.
- MORETTI, C. L. **Protocolos da avaliação de qualidade química e física de tomate**. Brasília: EMBRAPA, 2006. (Comunicado Técnico 32)
- MUELLER, S; WAMSER, A. F; SUZUKI, A. Produtividade do tomate em função da adubação potássica. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 28, n.1, p.92-96, mar./junh. 2015.
- OGBOMO, K.E.L. Comparison of growth, yield performance and profitability of tomato under different fertilizer types in humid forest ultisols. **International Journal of Agricultural and Soil Science**, v.1, p. 332-338, 2011.
- OLIVEIRA, R. C.; LUZ, J. M. Q.; LANA, R. M. Q.; QUEIROZ, A. A.; BERTOLO, D. L. Biofertilizante em aplicação foliar e gota a gota: uma alternativa para aumentar a produtividade do tomate. **Comunicata Scientiae**, v.11, 2020.
- PALARETTI, L. F.; MANTOVANI, E. C.; SILVA, D. J. H.; CECON, P. R. Soma térmica para o desenvolvimento dos estádios do tomateiro. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 6, n.3, p.240-246, 2012.
- PANDEY, S.; SHRIVASTAVA, A. K.; RAI, R.; RAI, L. C. Molecular characterization of Alr1105 a novel arsenate reductase of the diazotrophic cyanobacterium *Anabaena* sp. PCC7120 and decoding its role in abiotic stress management in *Escherichia coli*. **Plant Molecular Biology**, v. 83, p.417-432, 2013.
- PANDEY, S.; VERMA, A.; CHAKRABORTY, D. Potential use of rhizobacteria as biofertilizer and its role in increasing tolerance to drought stress. In: PATI, B. R.;

- MANDAL, S. M. **Recent Trends in Biofertilizers**. New Delhi: I K International Publishing House, 2016. p. 115-140.
- PEIXOTO, C. P.; CERQUEIRA, E. C.; SOARES FILHO, W. S.; CASTRO NETO, M. T.; LEDO, C. A. S.; MATOS, F. S.; OLIVEIRA, J. G. Análise de crescimento de diferentes genótipos de citros cultivados sob déficit hídrico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 439-443, 2006.
- PEIXOTO, J. V. M.; MORAES, E. R.; PEIXOTO, J. L. M.; NASCIMENTO, A. R.; NEVES, J. G. Tomaticultura: aspectos morfológicos e propriedades físico-químicas do fruto. **Revista Científica Rural**, v.19, n.1, p.108-131, 2017.
- RAMÍREZ, A. J. F., COELHO, R. D., PIZANI, M. A. M.; SILVA, C. J. da. Determinação do índice de estresse hídrico em tomateiros cereja (*Lycopersicon esculentum* var. cerasiforme.) com câmara infravermelha. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada-RBAI**, v. 9, n. 4, p. 218-224, 2015.
- RAMOS, A. R. P.; AMARO, A. C. E.; MACEDO, A. C.; *et al.* Qualidade de frutos de tomate 'giuliana' tratados com produtos de efeitos fisiológicos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.34, n.6, p.3543-3552, 2013.
- REIS, L. S.; AZEVEDO, C. A. V. DE; ALBUQUERQUE, A. W.; JÚNIOR, J. F. S. Índice de área foliar e produtividade do tomate sob condições de ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.4, p.386–391, 2013.
- RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5^a Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359p.
- RODRIGUES, A.C., CAVALCANTE, L.F.; OLIVEIRA, A.P.; SOUSA, J.T. E MESQUITA, F.O. Produção e nutrição mineral do maracujazeiro-amarelo em solo com biofertilizante supermagro e potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v.13, n.2, p. 117-124, 2009.
- RONGA, D.; BIAZZI, E.; PARATI, K.; CARMINATI, D.; CARMINATI, E.; TAVA, A. Microalgal biostimulants and biofertilisers in crop productions. **Agronomy**, v. 9, n. 4, p.1-22, 2019.
- RUSSO, R. O.; BERLYN, G. P. The use of organic biostimulants to help low input sustainable agriculture. **Journal of Sustainable Agriculture**, v. 1, n. 2, p. 19–42, 1991.
- SANTOS, A. P. **Déficit hídrico induzido em diferentes fases fenológicas no cultivo do tomate industrial**. 2019, 64 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação no Cerrado) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Ceres, 2019.
- SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, M. R.; VIDIGAL, S. M.; PINTO, C. L. O. JACOB, L. L. Nutrição e produtividade de plantas de pimentão colorido, adubadas com biofertilizante de suíno. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.6, p.588–594, 2014.

SEIXAS, S. A.; RODRIGUES, S. F. M.; PINHEIRO, P. E. P. Uso de Biofertilizante Líquido como Estratégia de Produtividade em uma Horta Escolar Agroecológica. **Cadernos de Agroecologia**, v.11, n. 2, 2016.

SELEGUINI, A. **Híbridos de tomate industrial cultivados em ambiente protegido e campo, visando produção de frutos para mesa**. 2005, 71 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Ilha Solteira, 2005.

SILVA, A. A. S.; ARRUDA, N. V.; CORDEIRO, T. V.; BRAGA, M. B. **Ajuste da equação de evapotranspiração de referência (ET_o) Ivanov para a região do Distrito Federal**. 2021. No prelo.

SILVA, A. L.; CANTERI, M. G.; SILVA, A. J.; BRACALE, M. F. Meta-analysis of the application effects of a biostimulant based on extracts of yeast and amino acids on off-season corn yield. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 4, p. 2293-2304, 2017.

SINGH, S. K.; THAKUR, A. K.; SHARMA, H. R.; SHUKLA, A.; SINGH, U. Influence of Mulch and Biofertilizer on Growth and Yield of Tomato. **International Journal of Bio-resource and Stress Management**. v.5, n.2, p.186-193, 2014.

SOARES, L. A. A.; LIMA, G. S.; BRITO, M. E. B.; SÁ, F. V. S.; ARAUJO, T. T. Crescimento do tomateiro e qualidade física dos frutos sob estresse hídrico em ambiente protegido. **Revista Verde**, v.6, n.3, p.203-212, jul-set, 2011.

SOURI, M. K. Aminochelete fertilizers: the new approach to the old problem; a review. **Open Agriculture**, v. 1, n. 1, p. 118–123, 2016.

SOUSA, A. M. **Adubação potássica e nitrogenada em solo com e sem biofertilizante na cultura do rabanete no litoral cearense**. 2017, 83 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

SOUSA, C. C. M.; PEDROSA, E. M. R.; ROLIM, M. M.; OLIVEIRA FILHO, R. A.; SOUZA, M. A. L. M.; PEREIRA FILHO, J. V. Crescimento e respostas enzimáticas do feijoeiro caupi sob estresse hídrico e nematoide de galhas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.2, p.113-118, 2015.

SOUSA, G. G.; VIANA, T. V. A.; DIAS, C. N.; SILVA, G. L.; AZEVEDO, B. M. Lâminas de irrigação para cultura do gergelim com biofertilizante bovino. **Magistra**, Cruz das Almas – BA, v.26, n.3, p.343-352, jul-set. 2014.

SOUSA NETO, R. **O mercado de tomate em Goiás: estudo sobre o comportamento da cadeia e a evolução da atividade produtiva no setor in natura**. 2019, 63 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócio) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2019.

SOUZA, J. L.; SANTOS, R. H. S. Produção classificada e incidência de brocas do fruto em função de doses de biofertilizante enriquecido, aplicado via solo, no cultivo orgânico de tomate em estufa. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, 2019.

SOUZA, L. R.; PERES, F. S. B. Uso de biofertilizantes à base de aminoácidos na produção de mudas de *Eucalyptus dunnii*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.36, n.87, p.211-218, set-jul, 2016.

STEDUTO, P., HSIAO, T. C., FERERES, E., E RAES, D. Tomato. In: FAO. **Crop yield response to water**. Roma: FAO, 2012. p.192-201. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/i2800e/i2800e.pdf>>. Acesso em: 12 abri. 2020.

STINCO, C. M.; RODRÍGUEZ-PULIDO, F. J.; ESCUDERO-GILETE, M. L. Lycopene isomers in fresh and processed tomato products: correlations with instrumental color measurements by digital image analysis and spectroradiometry. **Food Research International**, Ottawa, v.50, n.1, p.111-120, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888p.

TEIXEIRA, W. F.; FAGAN, E. B.; SOARES, L. H.; UMBURANAS, R.C.; REICHARDT, K.; NETO, D. D. Foliar and seed application of amino acids affects the antioxidant metabolism of the soybean crop. **Frontiers in Plant Science**, v. 8, n. 327, p. 1-14, 2017.

TEIXEIRA, W. F.; SOARES, L. H.; FAGAN, E. B.; MELLO, S. da C.; REICHARDT, K.; DOURADO-NETO, D. Amino acids as stress reducers in soybean plant growth under different water-deficit conditions. **Journal of Plant Growth Regulation**, p. 1-15, 2019. Disponível em: < <https://doi.org/10.1007/s00344-019-10032-z> > DOI: 10.1007/s00344-019-10032-z>. Acesso em: 10 abri. 2020.

TSEGAY, B. A.; ANDARGIE, M. Seed priming with gibberellic acid (GA₃) alleviates salinity induced inhibition of germination and seedling growth of *Zea mays* L., *Pisum sativum* Var. *abyssinicum* A. Braun and *Lathyrus sativus* L. **Journal Crop Science and Biotechnology**, v. 21, n. 3, p. 261- 267, 2018.

VIANA, T. V. A.; SANTOS, A. P. G.; SOUSA, G. G.; PINHEIRO NETO, L. G.; AZEVEDO, B. M.; AQUINO, F. B. Trocas gasosas e teores foliares de NPK em meloeiro adubado com biofertilizantes. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.8, n.4, p.595-601, 2013.

WALCH-LIU, P.; LIU, L.; REMANS, T.; TESTER, M.; FORDE, B. G. Evidence that L-glutamate can act as an exogenous signal to modulate root growth and branching in *Arabidopsis thaliana*. **Plant and Cell Physiology**, n.47, p.1045-1057, 2006.

WINTER, G.; TODD, C. D.; TROVATO, M.; FORLANI, G.; FUNCK, D. Physiological implications of arginine metabolism in plants. **Frontiers in Plant Science**, v. 6, n. 543, p. 1-14, 2015.

ZANDONADI, D. B. Bioestimulantes e produção de hortaliças. **Hortaliças em Revista**, Brasília, DF, Ano 5, n. 19, p. 14-15, jan./jun. 2016.

ZANDONADI, D. B.; SANTOS, M.P.; CAIXETA, L.S.; MARINHO, E.B.; PERES, L.E.P. FAÇANHA, A.R. Plant proton pumps as markers of biostimulants action. **Scientia agricola**, v.73, n.1, p.24-28, 2016.

ZANDONADI, D. B.; SANTOS, M. P.; MEDICI, L. O. Ação da matéria orgânica e suas frações sobre a fisiologia de hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v. 32, p. 14-20, 2014.

ANEXO 1



REGISTRO N°:

ENTRADA:

SAÍDA:

CLIENTE: Dr Juscimar Pesquisa

ENDEREÇO: QUADRA N Tomate

CIDADE/UF:

CEP:

BAIRRO:

TELEFONE:

VALOR (R\$):

IDENTIFICAÇÃO: Quadra N Embrapa

Ref. Lab	Referência do Cliente	pH	EC	P	K	S	Na	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	MO
		H ₂ O	mS/cm	mg/dm ³			cmolc/dm ³				g/kg	
001	Quadra N (0 - 20 cm)	6.6		25	119		10	3.2	1.5	0.00	3.5	31
002	Quadra N (20 - 40 cm)	5.3		5.2	60		8	1.5	0.5	0.30	3.1	10.2

Ref. Lab	Referência do Cliente	SB	(t)	(T)	V	ISNa	P-rem	B	Cu	Fe	Mn	Zn
		cmolc/dm ³			%	mg/L	mg/dm ³					
001	Quadra N (0 - 20 cm)	5.05	5.05	8.55				0.00	25	17.30	2.10	
002	Quadra N (20 - 40 cm)	2.19	2.49	5.29				0.00	35.2	10.10	88.00	

Metodos utilizados:

pH - Eletrodo em suspensão relação solo:água (1:2,5)

P, K, Na, Cu, Fe, Mn e Zn - Mehlich 1

Ca, Mg e Al - KCl 1 mol/L

H + Al - Acetato de cálcio 0,5 mol/L a pH 7,0

B - Extrator água quente

S - Extrator - Fosfato monocalcico em ácido acético

Matéria orgânica - Oxidação via úmida (teor de Corg x 1,724).

SB = Soma de Bases Trocáveis

CTC (t) - Capacidade Efetiva de Troca de Cátions

CTC (T) - Capacidade de Troca Cátions a pH 7,0

V= Índice de Saturação de Bases

P-rem= Fósforo Remanescente

ISNa - Índice de Saturação de Sódio

Conversão de unidades:

mg/dm³ = ppm

cmol_c/dm³ = meq/100 mL

g/dm³ = dag kg(%) / 10

1 mS/cm = 1 dS/m (decisiemen por metro) = ± 640 mg de sal/L

 Dr. Juscimar da Silva
 Eng. Agrônomo Pesquisador A
 Responsável Laboratório

ANEXO 2

PROGRAMAÇÃO DAS PULVERIZAÇÕES PARA 2 MESES A PARTIR DO TRANSPLANTIO

Semana 1 (13/06) = inseticida Benevia (6 mL do produto comercial/10 L de água).

Semana 2 = inseticida Engeo Pleno (dosagem de 10 mL do produto comercial/10 L de água) - utilizar este inseticida 48 horas antes do transplântio ou 3 dias após o transplântio; depois seguir conforme abaixo.

Semana 3 = inseticida Tiger (8 mL do produto comercial/10 L de água) + inseticida Mospilan (25 g do produto comercial/10 L de água) - fazer esta mistura no tanque de pulverização **Semana 4** = inseticida Dicarsol 500 SP (13 mL do produto comercial/10 L de água) + inseticida Karate Zeon 50 SC (5 mL do produto comercial/10 L de água) - fazer esta mistura no tanque de pulverização **Semana 5** = inseticida Pirate (dosagem de 5 mL do produto comercial/10 L de água) **Semana 6** = inseticida Tracer (20 mL do produto comercial/10 L de água) **Semana 7** = inseticida Engeo Pleno (10 mL do produto comercial/10 L de água) **Semana 8** = inseticida Pirate (5 mL do produto comercial/10 L de água).

APENAS UM DOS NUTRIENTES ABAIXO

Dipel WP = 80 g do produto comercial (p.c.) para 100 L de água + 0,2% óleo vegetal (Natur Óleo) ou mineral (Triona, Assist).

Dipel WG = 80 g do p.c. para 100 L de água + 0,2% óleo

Dipel = 100 mL do p.c. para 100 L de água + 0,2% óleo

Agree = 250 g do p.c. para 100 L de água + 0,2% óleo

Xentari = 50 g do p.c. para 100 L de água + 0,2% óleo

Observações: - Molhar bem a folhagem das plantas, tendo escorrimento da calda inseticida para o solo ao redor das plantas no campo.

- Utilizar bico tipo leque Primeiro direcionar a pulverização para o centro do cartucho da planta e depois para molhar a face externa da folha (até ocorrer um pequeno escorrimento do inseticida para o solo).

- Com plantas até 70 dias da emergência utilizar o volume de 300 litros de calda por hectare; depois passar para 600 litros de calda/ha.

Pulverizar o inseticida sempre no final da tarde, com pouco sol.

Se a infestação

ANEXO 3



Irrigação Localizada - Auxílio para Manejo de Hortaliças
Autores: Marcos Brandão Braga E-mail: marcos.braga@embrapa.br;
 Eduardo Machado Cruz E-mail: eduardo.cruz@embrapa.br;
 Waldir Aparecido Marouelli E-mail: waldir.marouelli@embrapa.br.

IDENTIFICAÇÃO

Proprietário:	Andreaia Silva	?
Endereço da propriedade:	CNPH 2019 - Exp adubação x estresse hídrico	

ENTRADA DE DADOS

Cultura:	Tomate industrial	<div style="margin-bottom: 5px; background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; border-radius: 5px;">Tabela Kt e Kc</div> <div style="margin-bottom: 5px; background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; border-radius: 5px;">Cálculo Kt e Eto</div> <div style="margin-bottom: 5px; background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; border-radius: 5px;">Exemplo</div> <div style="margin-bottom: 5px; background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; border-radius: 5px;">Limpar Dados</div> <div style="margin-bottom: 5px; background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; border-radius: 5px;">Gerar Planilha</div> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; border-radius: 5px;">Apagar Planilha</div>
Data de plantio / Transplântio (dd/mm/aaaa):		
Turno de rega (em dias):	2	
Eficiência de aplicação de água - Ea (%):	96,79%	
Porcentagem da área sombreada ao meio dia - Ps (%):		
Porcentagem de área molhada - PAM (%):	74,00%	
Tipo de irrigação localizada:	Gotejamento faixa contínua	
Área representada para cada planta (m ²):	0,50	
Número de gotejadores por planta - N:	1	
Espaçamento entre gotejadores - Eg (m):	0,20	
Espaçamento entre linhas - El (m):	1,20	
Vazão do gotejador ou microaspersor (litros/hora):	1,70	

Escolha Ps ou PAM.

Kc - Coeficiente de cultura médio para cada estágio de desenvolvimento da planta:

		Sugestão:
Coeficiente de cultura - Estádio inicial:	0,55	0,55
Coeficiente de cultura - Estádio Vegetativo:	0,75	0,75
Coeficiente de cultura - Floração/Produção:	1,00	0,95
Coeficiente de cultura - Maturação/Colheita:	0,60	0,60
Evapotranspiração de referência (Eto):	1,00	
Evaporação do Tanque Classe A (Ev):		
Coeficiente do tanque classe A (Kt):		

Escolha Eto ou Ev.



Planilha para auxílio em irrigação Localizada.

Produtor: Andreaia Silva					
Data de plantio / Transplântio:					
Cultura: Tomate industrial	Turno de rega: 2 dias.				
Endereço: CNPH 2019 - Exp adubação x estresse hídrico					
Observações:					
1- Partindo do solo na máxima retenção de água (Capacidade de campo).					
2- Tempo de irrigação em horas e minutos (h:mm).					
Ev./Eto	Kt	Inicial	Vegetativo	Floração/Produção	Maturação/Colheita
1	1	0:03	0:04	0:06	0:03
1,25	1	0:04	0:06	0:08	0:04
1,5	1	0:05	0:07	0:09	0:05
1,75	1	0:06	0:08	0:11	0:06
2	1	0:07	0:09	0:12	0:07
2,25	1	0:08	0:10	0:14	0:08
2,5	1	0:08	0:12	0:16	0:09
2,75	1	0:09	0:13	0:17	0:10
3	1	0:10	0:14	0:19	0:11
3,25	1	0:11	0:15	0:21	0:12
3,5	1	0:12	0:16	0:22	0:13
3,75	1	0:13	0:18	0:24	0:14