

KLEVER CRISTIANO SILVEIRA

**AVALIAÇÃO AGRONÔMICA DO TOMATEIRO EM RESPOSTA À  
INOCULAÇÃO DE BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO  
DE PLANTAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação de Ecossistemas Naturais e Agrários, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

FLORESTAL  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2018

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca da Universidade Federal  
de Viçosa - Câmpus Florestal**

T

S587a  
2018  
Silveira, Klever Cristiano, 1992-  
Avaliação agronômica do tomateiro em resposta à  
inoculação de bactérias promotoras de crescimento de plantas : .  
/ Klever Cristiano Silveira. – Florestal, MG, 2018.  
xiii, 63f. : il. ; 29 cm.

Inclui anexos.

Orientador: Lílian Estrela Borges Baldotto.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. *Solanum lycopersicum L.*. 2. Microbiologia do Solo.  
3. Nutrição de Plantas. I. Universidade Federal de Viçosa.  
Departamento de Biologia Vegetal. Mestrado em Manejo e  
Conservação de Ecossistemas Naturais e Agrários. II. Título.

635.642

KLEVER CRISTIANO SILVEIRA

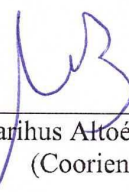
**AVALIAÇÃO AGRONÔMICA DO TOMATEIRO EM RESPOSTA À  
INOCULAÇÃO DE BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO DE  
PLANTAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação de Ecossistemas Naturais e Agrários, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

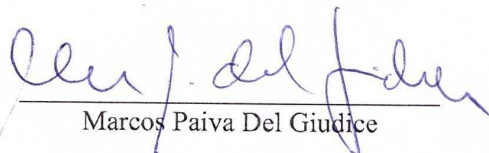
APROVADA: 26 de fevereiro 2018.



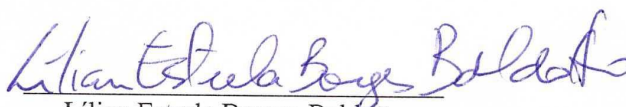
Adilson de Castro Antônio  
(Coorientador)



Maríhus Altoé Baldotto  
(Coorientador)



Marcos Paiva Del Giudice



Lílian Estrela Borges Baldotto  
(Orientadora)

A Deus luz em nossos caminhos.

Aos meus pais, meu espelho.

Aos meus irmãos e familiares que torceram e ajudaram obtenção deste sonho.

Ao meu grande e eterno amigo Eduardo Henrique Francisco de Souza (*in memoriam*)

**Dedico**

## AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me guiado e iluminado por todo este período, que me trouxe perseverança e inspiração.

Aos meus pais Sebastião Vicente da Silveira e Maria das Dores Pereira Silva por terem depositado toda confiança em meus estudos e confiado em meu trabalho.

À Universidade Federal de Viçosa *Campus Florestal* e a secretaria de Pesquisa e Pós-Graduação do MCENA, pela oportunidade de realização do curso de mestrado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio através da concessão da bolsa de estudos.

À professora Lílian Baldotto, por ter me recebido de braços abertos no setor de floricultura em 2011, depositando total confiança em todos os meus trabalhos realizados ao longo destes quase 7 anos de convivência e experiência profissional.

Ao professor Adilson Castro pelas sugestões durante o trabalho, sobre tudo no período de planejamento do trabalho e ensinamentos na área de olericultura e disponibilização do setor e materiais da olericultura.

Ao professor Maribus Baldotto pela coorientação, pelos conselhos e ensinamentos de vida por toda minha graduação em Agronomia e durante a pós-graduação, pela amizade que se perdura até hoje.

À técnica de laboratório Débora Durães, por sua grande ajuda profissional, conselhos de vida, e o carinho por todo meu tempo na instituição.

Aos servidores Tim e Tonho por todos os momentos de descontração e forte amizade por todo meu tempo no setor de floricultura.

Aos servidores dos setores de olericultura, administração e manutenção de campus.

À todos amigos que me ajudaram na execução deste trabalho em especial, Raphael e os amigos da cidade de Florestal.

Aos colegas de mestrado Bruno, Bruna, Fernando, Renata e Snaydia, pela torcida.

À minha família que sempre acreditou na minha capacidade, e sempre torceu muito para meu êxito durante o mestrado.

Ao grupo Agro® por ter aberto suas portas para as visitas técnicas que me despertaram interesse e vivência prática no cultivo hidropônico de tomates.

Ao meu eterno amigo Eduardo Henrique Francisco de Souza (*in memoriam*), que me possibilitou ter a certeza de que a humildade é tudo na vida.

À todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para o êxito deste trabalho, meu sincero agradecimento.

## BIOGRAFIA

Klever Cristiano Silveira, filho de Sebastião Vicente da Silveira e Maria das Dores Pereira da Silva, nasceu dia 18 de junho de 1992, em Teófilo-Otoni, Minas Gerais, Brasil.

No período de 2008 a 2011, cursou Agropecuária na Escola Agrotécnica Federal de São João Evangelista obtendo título de Técnico Agrícola em janeiro de 2011.

No período de 2011 a 2016, cursou Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa *Campus* Florestal, obtendo título Engenheiro Agrônomo em janeiro de 2016.

Iniciou seus trabalhos na área de Bactérias Promotoras de Crescimento de Plantas no ano de 2011, como estagiário no Setor de Floricultura, sob a orientação da Prof (a). Lílian Estrela Borges Baldotto, onde foi bolsista do FUNARBIC/CNPq/UFV por um ano, PROBIC/FAPEMIG por um ano e FUNARBEX/CNPq/UFV por um ano.

Ingressou no Programa de Pós-Graduação, nível Mestrado, em Manejo e Conservação de Ecossistemas Naturais e Agrários da Universidade Federal de Viçosa *Campus* Florestal em março de 2016, sob a orientação da Prof (a). Lílian Estrela Borges Baldotto, submetendo a defesa em fevereiro de 2018.

*“Não precisamos apagar a luz do próximo para que a nossa brilhe”*

*Mahatma Gandhi*

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	x
<b>ABSTRACT</b> .....	xii
<b>1 INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	1
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	2
2.1 Tomate.....	2
2.2 Hidroponia .....	2
2.3 Nitrogênio .....	3
2.4 Fósforo .....	4
2.5 Bactérias promotoras de crescimento de plantas .....	5
2.6 Bactérias promotoras de crescimento de plantas no tomateiro .....	5
2.7 Produção de fitohormônios .....	6
2.8 Produção de sideróforos .....	6
2.9 Fixação Biológica de Nitrogênio .....	7
2.10 Solubilização de Fosfato .....	7
2.11 Solubilização de Zinco .....	8
<b>3 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	9
<b>4 OBJETIVOS</b> .....	11
4.1 Objetivo geral.....	11
4.2 Objetivo específico.....	11
<b>5 HIPÓTESE</b> .....	11
<b>CAPÍTULO I – AVALIAÇÃO DE MUDAS DE TOMATE EM RESPOSTA À INOCULAÇÃO DE BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO DE PLANTAS</b> .....	12
<b>RESUMO</b> .....	13
<b>ABSTRACT</b> .....	14
<b>6 INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>7 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	17
7.1 Área de Estudo .....	17

7.2	Delineamento experimental .....	17
7.3	Material vegetal.....	17
7.4	Preparo do substrato utilizado .....	19
7.5	Cultivo das colônias dos isolados bacterianos .....	19
7.6	Obtenção do pré-inóculo e inóculo .....	19
7.7	Inoculação e implantação do experimento I.....	20
7.8	Coleta dos dados e análise das variáveis.....	20
7.9	Análises Estatísticas .....	20
8	<b>RESULTADO E DISCUSSÕES</b> .....	21
9	<b>CONCLUSÃO</b> .....	27
10	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	28
	<b>CAPÍTULO 2 - AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DOS FRUTOS DO TOMATE EM RESPOSTA À INOCULAÇÃO DE BACTÉRIAS E DIFERENTES FORÇAS IÔNICAS DE SOLUÇÃO NUTRITIVA</b> .....	30
	<b>RESUMO</b> .....	31
	<b>ABSTRACT</b> .....	32
11	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	33
12	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	35
12.1	Área de Estudo .....	35
12.2	Delineamento experimental .....	35
12.3	Material vegetal.....	35
12.4	Cultivo das colônias dos isolados bacterianos .....	36
12.5	Obtenção do pré-inóculo e inóculo .....	36
12.6	Inoculação e implantação do experimento II .....	36
12.7	Tratos culturais.....	36
12.8	Fertirrigação .....	37
12.9	Coleta dos dados e análise das variáveis.....	38
12.10	Análise do Fruto.....	38
12.11	Análises Estatísticas .....	38

13	<b>RESULTADO E DISCUSSÃO</b> .....	39
14	<b>CONCLUSÃO</b> .....	47
15	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	48
16	<b>ANEXO</b> .....	50
16.1	Tabelas ANOVA Experimento 1 .....	50
16.2	Tabelas ANOVA experimento 2.....	55

## RESUMO

SILVEIRA, Klever Cristiano, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2018. **Avaliação agrônômica do tomateiro em resposta à inoculação de bactérias promotoras de crescimento de plantas.** Orientadora: Lílian Estrela Borges Baldotto. Coorientadores: Adilson de Castro Antônio e Maribus Altoé Baldotto.

O tomate é uma das hortaliças mais produzidas mundialmente, cerca de 170 países distribuídos em diferentes localidades do mundo fazem uso deste fruto, porém alguns fatores como temperatura, luminosidade, manejo da fertilidade e ataque de patógenos podem afetar diretamente sua produtividade, além de aumentarem o custo de produção e afetar o equilíbrio ambiental através da liberação de compostos químicos provenientes de fertilizantes e agrotóxicos. Dentro deste contexto o trabalho teve como objetivo avaliar (I) o crescimento e desenvolvimento de mudas e a (II) produtividade e qualidade de frutos do tomate em resposta à inoculação de bactérias promotoras de crescimento em plantas, visando a redução do uso de fertilizantes e proporcionar o uso de estirpes bacterianas para possíveis formulações de inoculantes. O experimento I foi desenvolvido em estufa, no setor de Olericultura da UFV-CAF e consistiu em avaliar o potencial de 18 bactérias isoladas de plantas de orquídea e lodo de abatedouro de aves as quais foram inoculadas nas plântulas de tomate logo após surgimento dos cotilédones. O experimento foi realizado em bandejas de polietileno avaliando o crescimento das mudas até atingirem de 3 a 4 folhas totalmente expandidas. A inoculação foi realizada pela adição de 1 mL de solução bacteriana por plântula contendo substrato, a adubação foi realizada em fertirrigação com aplicação da solução de Hoagland & Arnon (1950b) com 75% de força. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado e os resultados biométricos e nutricionais provenientes das avaliações foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade. O experimento II foi realizado com a inoculação da estirpe bacteriana solubilizadora de fosfato *in vitro* SOF – 8, para avaliação da produtividade e qualidade dos frutos do tomateiro, e a avaliação de diferentes forças da solução de Hoagland & Arnon

(1950b) [0%], [25%], [50%], [75%] e [100%]. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizados, em condições de estufa com luminosidade média de 900 lumens, tendo vaso plástico de 8,6 L como unidade experimental, composto por fibra de coco e contendo uma planta. Os dados qualitativos correspondentes ao efeito da inoculação e força iônica da solução nutritiva foram submetidos à análise de variância a 5% de significância, os dados quantitativos foram submetidos análises de regressão. Com os dados obtidos no experimento I foi possível concluir que das diferentes estirpes bacterianas utilizadas apenas a L 161 isolada do lodo de esgoto de abatedouro de aves proporcionou diferença na variável TP (11,67%), em mudas da cultivar Grazianni®. O fato de ter utilizado estirpes de diferentes hospedeiros pode ter comprometido a associação com as mudas, além disso a concentração da solução pode ter favorecido o desenvolvimento das mudas e inibido a interação planta-bactéria. No experimento II, foi possível observar que mesmo em algumas variáveis apresentando valores não significativos, as porcentagens encontradas nos efeitos, pode proporcionar incrementos na produtividade e qualidade de frutos de tomate. Com os resultados obtidos nos estudos realizados foi possível concluir que não houve interação entre a estirpe bacteriana e as diferentes concentrações da solução nutritiva. Entretanto, o estudo dos fatores isolados poderia implementar em futuras análises, esclarecendo a influência dessa interação entre bactéria-solução nutritiva -vegetal. Estas bactérias promotoras de crescimento de plantas são uma das inúmeras alternativas possíveis para garantir o desenvolvimento e crescimento de plantas de tomate, desde o período de mudas até fase de produção. Com os resultados obtidos nos estudos realizados foi possível concluir que não houve interação entre a estirpe bacteriana e as diferentes concentrações da solução nutritiva. Entretanto, o estudo dos fatores isolados poderia implementar em futuras análises, esclarecendo a influência dessa interação entre bactéria-solução nutritiva -vegetal, de forma a definir uma melhor dose, suficiente para garantir o potencial produtivo da planta e favorecer a interação com as estirpes.

## ABSTRACT

SILVEIRA, Klever Cristiano, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2018. **Agronomic evaluation of tomato in response to inoculation of plant growth promoting bacteria.** Advisor: Lílian Estrela Borges Baldotto. Co-advisers: Adilson de Castro Antônio and Marihus Altoé Baldotto.

Tomato is one of the most produced vegetables in the world, about 170 countries distributed in different parts of the world make use of this fruit. However, factors such as temperature, luminosity, fertility management and pathogen attack can directly affect its productivity. cost of production and affect the environmental balance through the release of chemical compounds from fertilizers and agrochemicals. In this context, the objective of this work was to evaluate (I) the growth and development of seedlings and the (II) productivity and fruit quality of tomatoes in response to the inoculation of growth promoting bacteria in plants, aiming at reducing the use of fertilizers and provide the use of bacterial strains for possible formulations of inoculants. The experiment I was developed in a greenhouse in the Olericultura sector of the UFV-CAF and consisted in evaluating the potential of 18 bacteria isolated from orchid plants and poultry slaughtering sludge which were inoculated on tomato seedlings soon after the appearance of cotyledons. The experiment was carried out in polyethylene trays evaluating the growth of the seedlings until reaching 3 to 4 fully expanded leaves. The inoculation was performed by adding 1 mL of bacterial solution per seedling containing substrate, fertilization was carried out in fertigation with application of the solution of Hoagland & Arnon (1950b) with 75% of force. The experiment was conducted in a completely randomized design and the biometric and nutritional results from the evaluations were submitted to analysis of variance and the means of the treatments were compared by the Dunnet test at 5% probability. The experiment II was carried out with the inoculation of the in vitro phosphate solubilizing bacterial strain SOF - 8, to evaluate the productivity and quality of tomato fruits, and the evaluation of different forces of the solution of Hoagland & Arnon (1950b) [0%], [25%], [50%], [75%] and [100%]. The experiment was conducted in a completely randomized design, under greenhouse conditions with a mean luminosity of 900

lumens, having a plastic vessel of 8.6 L as experimental unit, composed of coconut fiber and containing a plant. The qualitative data corresponding to the effect of inoculation and ionic strength of the nutrient solution were submitted to analysis of variance at 5% of significance, the quantitative data were submitted to regression analysis. With the data obtained in the experiment I it was possible to conclude that of the different bacterial strains used only the L 161 isolated from the poultry slaughterhouse sewage sludge provided a difference in the TP variable (11.67%) in Grazianni® cultivars. The fact of using strains from different hosts may have compromised the association with the seedlings, in addition the concentration of the solution may have favored the development of the seedlings and inhibited the plant-bacterial interaction. In the experiment II, it was possible to observe that even in some variables presenting non significant values, the percentages found in the effects, can provide increases in the productivity and quality of tomato fruits. With the results obtained in the studies, it was possible to conclude that there was no interaction between the bacterial strain and the different concentrations of the nutrient solution. However, the study of the isolated factors could implement in future analyzes, clarifying the influence of this interaction between bacteria-nutritive solution-vegetable. These plant growth promoting bacteria are one of many possible alternatives to ensure the development and growth of tomato plants, from the seedlings to the production stage. With the results obtained in the studies, it was possible to conclude that there was no interaction between the bacterial strain and the different concentrations of the nutrient solution. However, the study of the isolated factors could implement in future analyzes, clarifying the influence of this interaction between bacteria-nutritive solution-plant, in order to define a better dose, sufficient to guarantee the productive potential of the plant and favor interaction with the strains.

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

O tomate é uma planta perene, apresentando porte arbustivo de crescimento determinado ou indeterminado, variando de acordo com sua cultivar. A hortaliça é produzida em diferentes lugares do mundo, cultivada para consumo em mesa ou para indústria de processamento (ALVARENGA, 2013).

Segundo a FAO (Food and Agriculture Organization) em 2014 foram produzidas mais de 170 milhões de toneladas do fruto (FAO, 2014) no mundo. No Brasil os principais estados produtores do fruto são Mato Grosso, Minas Gerais e São Paulo, segundo o IBGE na safra 2016/2017 a produção média foi de aproximadamente de 4,37 milhões de toneladas, um acréscimo de 4,9% em relação a safra anterior (IBGE, 2017). No estado de Minas Gerais, R\$104.918,20/ha são gastos para produção do tomate, cerca de 14,14% e 16,16% do valor total são gastos diretamente com fertilizantes e defensivos/indutores/reguladores respectivamente, representando as maiores porcentagens no custo de produção.

Visando o aprimoramento e redução de custos, técnicas como melhoramento genético, uso de porta enxerto (LOPES, 2015), fertilizantes de liberação controlada, substâncias bio-estimuladoras (BALDOTTO, 2014; ZANDONADI, 2014) e uso de bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCP) (OLIVARES et al., 2015).

Dentre estas técnicas citadas, as BPCP apresentam potencial para promover a redução do uso de fertilizantes de forma direta atuando na produção de fitohormônios (giberelina, auxinas, citocininas, etileno, ácido abscísico), aumento radicular, solubilização de fosfatos de cálcio e óxido de zinco, e de forma indireta na proteção contra patógenos do solo e resistência sistêmica induzida ao ataque de patógenos principalmente do solo (GLICK, 2012).

Estes processos ocorrem através da associação das BPCP presentes no solo, podendo viver livres ou em simbiose com as plantas, com a formação de um biofilme bacteriano, onde há o reconhecimento das bactérias com seu hospedeiro (DAMACENO; FARIAS, 2016) esta identificação é estabelecida com substâncias liberadas pelo hospedeiro, podendo ser flavonoides, chalconas, betaínas e isoflavonóides.

Com a simbiose e formação do biofilme, é possível ocorrer múltiplas funcionalidades favorecendo ambas as partes, as bactérias ficam em um mecanismo de autodefesa, em um ambiente em condições favoráveis além de estarem em uma condição

estreita de comunicação (DAMACENO; FARIAS, 2016), em contra partida substâncias liberadas pelas bactérias realizam processo de solubilização de fosfatos através da síntese de sideróforos, com a redução ou aumento da acidez da região radicular formando complexos e disponibilizando nutrientes adsorvidos no solo.

Desta forma a associação de microrganismos promotores de crescimento vegetal apresenta grande potencial em proporcionar a redução do uso de fertilizantes. O trabalho objetivou, avaliar (I) o desenvolvimento de mudas e (II) produção e qualidade dos frutos do tomate, em resposta à inoculação de bactérias

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Tomate**

O tomate (*Solanum lycopersicum* L) é originário da região andina, abrangendo países desde o Equador até o Norte do Chile, é uma planta perene, autógama, herbácea, de caule flexível considerada rasteira, com flores hermafroditas ou perfeitas, de crescimento classificado como determinado ou indeterminado variando de acordo com sua cultivar. O fruto é uma baga e carnosos, o peso pode variar conforme a cultivar utilizada e o procedimento de adubação realizado durante seu cultivo, além da interferência de fatores bióticos e abióticos. Seu cultivo pode ser realizado direto no campo, casa de vegetação e sistema hidropônico, porém em sistema de campo a incidência de pragas e doenças é superior quando comparado aos demais sistemas, elevando o custo de produção, variando de acordo com a cultivar e os efeitos edafoclimáticos que podem ocorrer durante seu ciclo (ALVARENGA, 2013).

### **2.2 Hidroponia**

Atualmente o sistema que mais favorece o cultivo do tomateiro, visando qualidade de fruto e redução nos custos de insumos como fertilizantes e agrotóxicos é o hidropônico, podendo ser em sistema fechado ou aberto. No sistema aberto a solução nutritiva utilizada não é reaproveitada, sendo descartada ou destinada a outros fins dentro da lavoura. Já no sistema fechado a solução nutritiva utilizada é reaproveitada através da captação após passar pelas raízes das plantas. Os sistemas frequentemente devem ser

avaliados para que a condutividade elétrica (CE) da solução quando aplicada em solo seja mantida numa faixa de 2,5 mS/cm.

Um dos principais fatores que devem ser observados é a alta demanda nutricional do tomateiro por macro e micronutrientes, após o semeio a demanda nutricional é crescente, atingindo o pico de absorção 100 á 120 dias após semeadura (ALVARENGA, 2013). Desta forma, tecnologias que almejam a redução de fertilizantes são desenvolvidas proporcionando menor ônus econômico e ambiental.

### **2.3 Nitrogênio**

O Nitrogênio é o macronutriente mais limitante para produtividade das culturas, sendo primordial para produção de aminoácidos e ácidos nucléicos nas plantas. Maioria dos genótipos de planta utilizados comercialmente foram selecionados para obtenção de alta produtividade em condições de baixo nível de N no solo, favorecendo, mesmo que indiretamente, a seleção de variedades que são capazes de suprir parte das suas necessidades de N pela associação com bactérias diazotróficas (DÖBEREINER, 1997).

Principalmente nos países de clima tropical, a agricultura é mais dependente do emprego de fertilizantes nitrogenados, pois devido à grande quantidade de chuvas e à rápida decomposição da matéria orgânica, grande parte do N é perdida via lixiviação, desnitrificação e pela imobilização microbiana. Portanto, é de extrema importância a nutrição equilibrada aliada a práticas culturais que visem um sistema de controle integrado, minimizando os gastos com adubação, tornando a agricultura economicamente viável e mais competitiva, reduzindo as perdas e a poluição ambiental (SALA, 2008).

No solo o nitrogênio pode ser encontrado como amônio, nitrito, nitrato, aminoácidos, peptídios e formas complexas insolúveis (ADRIANA et al., 2007), porem a absorção pelas plantas é na forma inorgânica como o nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) que pode ser reduzido a  $\text{NH}_4^+$  e incorporado por enzimas da via glutamina sintetase glutamato sintase (GS-GOGAT) (TAIZ; ZEIGER; SANTARÉM, 2009)

No tomate o acúmulo de nitrogênio pode variar conforme as características de cada genótipo (FAYAD et al., 2002) trabalhando com as cultivares Santa Cruz e EF-50 encontrou valores de 10,28 e 9,58 g/planta respectivamente. As doses descritas para adubação também podem mudar conforme a estimativa de produção da cultivar. O excesso na adubação pode proporcionar crescimento exagerado de folhas e caules,

contribui para o aparecimento de doenças fisiológicas como frutos ocos, podridão apical e maturação tardia dos frutos. Já a sua deficiência pode afetar o desenvolvimento da planta, folhagem verde claro, afinamento de folhas novas, ou até mesmo paralisar o desenvolvimento das raízes (ALVARENGA, 2013)

## **2.4 Fósforo**

A constituição nutricional de qualquer vegetal é importante para os processos metabólicos que mantem a maquinaria fotossintética e a estrutura do vegetal em equilíbrio. São 17 os elementos considerados essenciais para manter o metabolismo em funcionamento, porém estes elementos devem atender três critérios para que possam ser classificados como essenciais conforme descrito por (FERNANDES, 2006). No primeiro a deficiência do elemento impede o vegetal de completar seu ciclo, segundo o elemento não pode ser substituído por outro elemento com características similares e por último o elemento deve participar diretamente do metabolismo da planta (FERNANDES, 2006)

Além desses critérios de essencialidade, os 17 elementos foram divididos em macronutrientes, os quais são requeridos em maiores quantidades pelos vegetais, e micronutrientes, não menos importantes, de extrema importância para o metabolismo, mas com menor demanda pelo vegetal (NOVAIS, 2007) Dentre os macronutrientes temos nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S), os quais cada um desempenha uma função diferente do outro.

O fósforo (P) é dos macronutrientes de maior requerimento pelas plantas, constituinte fundamental nos processos energéticos, como fotossíntese, respiração, síntese de lipídios, síntese de ácidos nucleicos, ativação e desativação de enzimas (FERNANDES, 2006), tudo isso com o uso de compostos fosforados como ADP e ATP. As plantas absorvem a maior parte fósforo disponível na solução do solo como anião ortofosfato  $H_2PO_4^{-2}$ , podendo variar conforme o pH do solo. Em solos muito ácidos como os do cerrado, são predominantemente ricos em ferro e alumínio, o fósforo pode se precipitar e tornar-se menos disponível para absorção das raízes, em parte dos plantios é necessário realizar a correção do pH do solo e posterior adição de fontes orgânicas ou na maioria das vezes fertilizantes inorgânicos.

O acúmulo de fósforo no tomate varia conforme as características de cada genótipo, (FAYAD et al., 2002) trabalhando com as cultivares Santa Cruz e EF-50

encontrou valores de 1,62 e 1,37 g.planta<sup>-1</sup> respectivamente e para o fruto 0,86 e 0,95 g.planta<sup>-1</sup> respectivamente. A deficiência não é muito evidente, somente quando é muito aguda na planta, mas é caracterizada pela coloração arroxeada das folhas próximo as nervuras, pode ocorrer também a redução da floração e da frutificação (ALVARENGA, 2013).

## **2.5 Bactérias promotoras de crescimento de plantas**

Diversos processos no solo são desempenhados por microrganismos e um desses processos é a fixação biológica do nitrogênio atmosférico, realizado por meio de bactérias conhecidas como diazotróficas, apresentando vida livre, ou associadas aos tecidos de vegetais (HALLMANN et al., 1997). A capacidade das bactérias diazotróficas de fixar biologicamente o nitrogênio atmosférico impulsiona estudos de isolamento, caracterização e seleção de estirpes eficientes em promover o crescimento e desenvolvimento das plantas com o intuito de reduzir a utilização de fertilizantes industrializados (BALDOTTO et al., 2010)

## **2.6 Bactérias promotoras de crescimento de plantas no tomateiro**

O tomate é uma das hortaliças que apresenta característica de demanda nutricional muito alta (ALVARENGA, 2013), principalmente nos períodos de frutificação e florescimento onde o pico de crescimento é exponencial. Além disso é uma planta que sofre por ataque de diversos patógenos, dentre eles o mais estudado é uma estirpe bacterina, a *Ralstonia solani* (BARRETTI; SOUZA; POZZA, 2008)

O uso de estirpes bacterianas promotoras de crescimento de plantas vem sendo realizado a fim de reduzir o uso de fertilizantes químicos e principalmente agrotóxicos, garantindo a segurança alimentar e redução de custos na lavoura. (KHAN et al., 2014) avaliando respostas do tomateiro com inoculação de *Sphingomonas sp.* obteve respostas positivas com a inoculação como comprimento da parte aérea, teor de clorofila, peso seco da parte aérea e radicular. Em frutos também foi verificado que o uso da estirpe *Kosakonia radicincitans* promoveu aumento na síntese de aminoácidos, açúcares e compostos voláteis, obtendo frutos de sabor agradável sem alterar as características de qualidade (BERGER; BALDERMANN; RUPPEL, 2017).

Estes trabalhos nos mostram que é possível selecionar estirpes eficientes na promoção do crescimento e manutenção da qualidade de frutos de tomate, proporcionando frutos de qualidade sem alterações químicas, garantindo a redução de insumos.

## **2.7 Produção de fitohormônios**

Os hormônios vegetais estão distribuídos por toda a planta atuando frequentemente e proporcionando o crescimento e desenvolvimento vegetal, sua atuação ocorre também muitas das vezes quando o vegetal sofre injúrias ou até mesmo quando se encontra em um ambiente desfavorável ao seu desenvolvimento ocorrendo o estresse, desta forma as plantas realizam o ajuste metabólico alterando os seus níveis hormonais e superando momento de tensão (GLICK, 2012).

Atualmente são 5 classes de hormônios conhecidos, auxinas, giberelinas, etileno, citocininas e ácido abscísico, dentre estes há estudos com diferentes estirpes bacterianas capazes de sintetizar ou induzir o metabolismo destes homônimos como *Azospirillum brasilense* (FLORENTINO et al., 2017), *Azotobacter chroococcum* (NIETO; FRANKENBERGER, 1989), *Rhizobium sp* (WILLIAMS; MALLORCA, 1982)

## **2.8 Produção de sideróforos**

Boa parte dos microrganismos existentes na microbiota do solo necessita de elevadas concentrações de ferro (Fe), porém este metal é disputado por estirpes bacterianas, fungos e vegetais, logo há uma intensa competição para aquisição deste recurso, uma vez que sua disponibilidade para absorção é baixa, pois a molécula disponível no solo está moderadamente solúvel  $Fe^{3+}$ , tornando difícil a assimilação (MA, 2005)

As bactérias desenvolveram um mecanismo de produção de sideróforos, que são moléculas de baixo peso molecular e com alta afinidade por Fe, as estirpes produtoras desta molécula secretam ao lado externo da membrana celular, capturando as moléculas de ferro e ligando em receptores específicos por onde são absorvidos e utilizados pelos vegetais (MA, 2005)

## **2.9 Fixação Biológica de Nitrogênio**

A Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) é um processo essencial para transformar o  $N_2$ , uma molécula estável e abundante na atmosfera, que não pode ser utilizada pela maioria das plantas e microrganismos, na forma inorgânica combinada  $NH_3$ , e, a partir daí, em formas reativas orgânicas e inorgânicas vitais em sistemas biológicos. A reação de redução do  $N_2$  a  $NH_3$  é realizada por microrganismos que contêm a enzima nitrogenase e são conhecidos como diazotróficos ou fixadores biológicos de nitrogênio (NOVAIS, 2007).

A partir de observações o uso de meios semi-sólidos, sem N, é a condição ideal para o isolamento de diazotróficos *in vitro*, pois são microaerófilos quando não supridos com N mineral, esse método tem sido empregado extensivamente no isolamento e caracterização de microrganismos fixadores de nitrogênio associados a diferentes plantas e condições de clima e solo (ADRIANA et al., 2007). A falta de estruturas visíveis durante o processo de infecção e colonização das plantas pelas bactérias diazotróficas endofíticas requereu o desenvolvimento de meios específicos para o isolamento das mesmas, como por exemplo, os meios semi-sólidos JNFb, NFb, LGI, LGI-P, JMV e JMVl (BALDANI, et. at, 1996; SANTOS, 2008).

Segundo SANTOS (2008), atualmente a FBN é muito estudada quanto a sua contribuição pra o crescimento vegetal. No entanto, já existem fortes indícios de que estas bactérias contribuem com diversos outros mecanismos promotores de crescimento de plantas.

Essas bactérias são chamadas, normalmente, de bactérias promotoras de crescimento de plantas. Estas, além de fixar  $N_2$ , podem estimular as plantas através de fitohormônios, solubilização de zinco e fósforo, indução de resistência a doenças ou competição com patógenos, resistência a estresses entre outros.

## **2.10 Solubilização de Fósforo**

O fósforo é crucial no metabolismo das plantas, desempenhando papel importante na transferência de energia da célula, na respiração e na fotossíntese. É também componente estrutural dos ácidos nucleicos, assim como de muitas coenzimas, fosfoproteínas e fosfolípidos. As limitações na disponibilidade de P no início do ciclo vegetativo podem resultar em restrições no desenvolvimento, das quais a planta não se

recupera posteriormente, mesmo aumentando o suprimento de P a níveis adequados. O suprimento adequado de P é, pois, essencial desde os estádios iniciais de crescimento da planta (GRANT, 2001).

Mesmo em muitos casos sendo abundante no solo, o fósforo se encontra pouco disponível para as plantas, uma vez que facilmente forma complexos insolúveis tornando estudos relacionados à solubilização de fosfato de rocha por bactérias cada vez mais importantes.

### **2.11 Solubilização de Zinco**

O zinco é considerado um micronutriente de grande importância para as plantas, participando como componente de grande número de enzimas e tendo suas funções básicas relacionadas ao metabolismo de proteínas, carboidratos, fosfatos e formação da estrutura de ribossomos, RNA e auxinas. Os sintomas de deficiência de zinco estão associados, em grande parte dos casos, à distúrbios no metabolismo de auxinas, fitormônios responsáveis pelo crescimento das plantas.

O teor de zinco na crosta terrestre é de, aproximadamente,  $70 \text{ mg kg}^{-1}$ , atingindo, na litosfera, teor médio de  $8 \text{ mg kg}^{-1}$  (NOVAIS, et. al., 2007). A presença de altas concentrações de fósforo nos solos ou nos substratos, comprometem o aproveitamento do zinco pelas plantas (MANARIN, 2005), uma vez que, o zinco assim como o fósforo, é adsorvido pelo solo e fica indisponível para as plantas.

### 3 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADRIANA, E. et al. **Microbiota do Solo e Qualidade Ambiental**. 1. ed. Piracicaba: IAC, 2007.

ALVARENGA, M. A. R. **Tomate - Produção em Campo, Casa de Vegetação e Hidroponia**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2013.

BALDANI, V. L. D.; BALDANI, J. I.; DÖBEREINER, J. **Meios de cultura específicos para o isolamento de bactérias endofíticas que fixam N<sub>2</sub> atmosférico**. EMBRAPA Comunicado técnico. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agrobiologia/busca-de-publicacoes/-/publicacao/623430/meios-de-cultura-especificos-para-o-isolamento-de-bacterias-endofiticas-que-fixam-n2-atmosferico>>. Acesso em: 20 fev. 2018.

BALDOTTO, L. E. B. et al. **Seleção de bactérias promotoras de crescimento no abacaxizeiro cultivar Vitória durante a aclimatização**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 34, n. 2, p. 349–360, abr. 2010.

BARRETTI, P. B.; SOUZA, R. M. DE; POZZA, E. A. **Bactérias endofíticas como agentes promotores do crescimento de plantas de tomateiro e de inibição in vitro de *Ralstonia solanacearum***. Ciência e Agrotecnologia, v. 32, n. 3, p. 731–739, jun. 2008.

BERGER, B.; BALDERMANN, S.; RUPPEL, S. **The plant growth-promoting bacteria *Kosakonia radicincitans* improves fruit yield and quality of *Solanum lycopersicum***. Journal of the science of food and agriculture, p. 1–7, 2017.

DÖBEREINER, J. **Biological nitrogen fixation in the tropics: social and economic contributions**. Soil Biology and Biochemistry, v.29, p. 771-774, 1997

FAYAD, J. A. et al. **Absorção de nutrientes pelo tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido**. Horticultura Brasileira, v. 20, p. 90–94, 2002.

FERNANDES, M. S. **NUTRIÇÃO MINERAL DE PLANTAS**. 1. ed. Viçosa: SBCS, 2006.

FLORENTINO, L. A. et al. **Inoculação de bactérias produtoras de ácido 3-indol acético em plantas de alface ( *Lactuca sativa* L.)**. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, v. 11, n. 1, p. 89–96, 13 jun. 2017.

GLICK, B. R. **Plant Growth-Promoting Bacteria: Mechanisms and Applications**. Scientifica, p. 1–15, 2012.

HALLMANN, J. et al. **Bacterial endophytes in agricultural crops**. Canadian Journal of Microbiology, v. 43, n. 10, p. 895–914, out. 1997.

KHAN, A. L. et al. **Bacterial endophyte *Sphingomonas* sp. LK11 produces gibberellins and IAA and promotes tomato plant growth**. Journal of Microbiology, v.

52, n. 8, p. 689–695, 4 ago. 2014.

MA, J. F. **Plant root responses to three abundant soil minerals: Silicon, aluminum and iron.** *Critical Reviews in Plant Sciences*, 2005.

MANARIN, S. A. **Combinações de doses de fósforo e de zinco em solução nutritiva para o Capim-Tanzânia.** Piracicaba: Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da Universidade de São Paulo, 24 ago. 2005.

NIETO, K. F.; FRANKENBERGER, W. T. **Biosynthesis of cytokinins by Azotobacter chroococcum.** *Soil Biology and Biochemistry*, v. 21, n. 7, p. 967–972, 1 jan. 1989.

NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H.; BARROS, N.F.B.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J. C. **Fertilidade do Solo.** 1. ed. Viçosa: SBCS, 2007.

SANTOS, S.T. **Biogeografia de bactérias culturáveis associadas às fruteiras tropicais.** (Tese de Doutorado) 2008. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Biociências e Biotecnologia, Campos dos Goytacazes, RJ, 105p.

SALA, V.M.R.; SILVEIRA, A.P.D.; CARDOSO, E.J.B.N. **Bactérias diazotróficas associadas a plantas não-leguminosas.** In: SILVEIRA, A.P.D; FREITAS, S.S. *Microbiota do Solo e Qualidade Ambiental.* Instituto Agronômico, Campinas. p. 97-116, 2007.

ROMUALDO, L. M. **Modos de aplicação de zinco no crescimento inicial de plantas de milho e de sorgo em casa de vegetação.** Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal, 68p. 2008.

GRANT, C.A.; FLATEN, D.N; TOMASIEWICK, D.J.; SHEPPARD, S.C. **A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta.** *Informações Agronômicas*, nº 95, 2001

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; SANTARÉM, E. R. **Fisiologia vegetal.** 4. ed. [s.l.] Artmed, 2009.

WILLIAMS, P. M.; MALLORCA, M. S. DE. **Abscisic acid and gibberellin-like substances in roots and root nodules of Glycine max.** *Plant and Soil* Springer, 1982. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/42933900>>. Acesso em: 21 fev. 2018

## **4 OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo geral**

Avaliar o crescimento e desenvolvimento do tomateiro em resposta aplicação de bactérias promotoras de crescimento de plantas e diferentes doses de solução nutritiva.

### **4.2 Objetivo específico**

- (i) Avaliar o crescimento e desenvolvimento de mudas de tomate em resposta à inoculação de bactérias promotoras de crescimento de plantas.
- (ii) Avaliar a produtividade e qualidade de frutos de tomate em resposta à inoculação de bactérias promotoras de crescimento de plantas e diferentes doses de solução nutritiva.

## **5 HIPÓTESE**

Capítulo I – Estirpes bacterianas diazotróficas e solubilizadoras de fosfato avaliadas *in vitro* promovem o crescimento de mudas de tomate.

Capítulo II – Estirpes bacteriana solubilizadoras de fosfato em conjunto a diferentes forças iônicas de solução nutritiva podem promover o aumento na produção e qualidade de frutos de tomate.

**CAPÍTULO I – AVALIAÇÃO DE MUDAS DE TOMATE EM RESPOSTA À  
INOCULAÇÃO DE BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO DE  
PLANTAS**

## RESUMO

O consumo de hortaliças vem aumentando ano após ano, isso ocorre devido a grande busca dos consumidores por uma alimentação de qualidade, deixando de lado os produtos industrializados e dando preferência ao mercado *in natura*. Para garantir que a produção consiga atender o crescimento do mercado consumidor é necessário que plantas de qualidade sejam produzidas, uma das formas de garantir é investir primeiramente no cultivo de mudas saudáveis, reduzindo o uso de insumos agrícolas e mantendo suas características agrônomicas desejáveis para uma produção de qualidade. Dentro deste contexto o trabalho objetivou em avaliar o crescimento e desenvolvimento de mudas de tomate em resposta a inoculação de bactérias promotoras de crescimento de plantas. O experimento foi desenvolvido em estufa no setor de Olericultura da UFV-CAF, consistiu na avaliação do potencial de 18 bactérias isoladas de orquídeas e lodo de abatedouro de aves as quais foram inoculadas nas plântulas de tomate logo após surgimento dos cotilédones. O experimento foi realizado em bandejas de polietileno avaliando o crescimento das mudas até atingirem de 3 a 4 folhas totalmente expandidas. A inoculação foi realizada pela adição de 1 mL de caldo bacteriano por plântula contendo substrato, a adubação foi realizada em fertirrigação com aplicação da solução de Hoagland & Arnon (1950b) com 75% de força. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado e os resultados biométricos e nutricionais provenientes das avaliações foram submetidos à análise estatística pelo teste Dunnett, a 5% de probabilidade. Com os dados obtidos foi possível concluir que das diferentes estirpes bacterianas utilizadas apenas a L 161 isolada do lodo de esgoto de abatedouro de aves proporcionou diferença na variável TP (11,67%), em mudas da cultivar O fato de ter utilizado estirpes de diferentes hospedeiros pode ter comprometido a associação com as mudas, além disso a concentração da solução pode ter favorecido o desenvolvimento das mudas e inibido a interação planta-bactéria. Desta forma seria necessário que avaliação de uma dose ideal para a estirpe que apresentou potencial para desenvolvimento de mudas, seja realizado.

Palavras chave: *Solanum lycopersicum* L., microbiologia agrícola, nutrição de plantas.

## ABSTRACT

The consumption of vegetables is increasing year after year, this is due to the great search of consumers for a quality food, leaving aside industrialized products and giving preference to the market in natural. To ensure that production is able to meet the growth of the consumer market, it is necessary that quality plants be produced, one way of guaranteeing is to invest first in the cultivation of healthy seedlings, reducing the use of agricultural inputs and keeping their agronomic characteristics desirable for a production Of Quality. Within this context, the objective of this work was to evaluate the growth and development of tomato seedlings in response to inoculation of plant growth promoting bacteria. The experiment was carried out in a greenhouse in the UFV-CAF Olericultura sector, consisted in the evaluation of the potential of 18 bacteria isolated from orchids and poultry slaughtering sludge which were inoculated on tomato seedlings soon after the appearance of cotyledons. The experiment was carried out in polyethylene trays evaluating the growth of the seedlings until reaching 3 to 4 fully expanded leaves. The inoculation was performed by the addition of 1 mL of bacterial broth per seedlings containing substrate. Fertilization was carried out in the application of Hoagland & Arnon (1950b) solution at 75% strength. The experiment was conducted in a completely randomized design and the biometric and nutritional results from the evaluations were submitted to statistical analysis by the Dunnet test, at 5% probability. With the obtained data it was possible to conclude that of the different bacterial strains used only the L 161 isolated from the sewage sludge of poultry slaughterhouse provided a difference in TP variable (11.67%), in seedlings of the cultivar The fact of having used strains of different hosts may have compromised the association with the seedlings, in addition the concentration of the solution may have favored the development of seedlings and inhibited plant-bacterial interaction. In this way it would be necessary to evaluate an ideal dose for the strain that presented potential for seedling development, be done.

Key words: *Solanum lycopersicum* L., agricultural microbiology, plant nutrition.

## 6 INTRODUÇÃO

Com aumento da procura por alimentação segura e equilibrada, a produção de hortaliças vem aumentando de cultivo a cultivo, alguns produtos tem a preferência do brasileiro e esta presente no cardápio dia-dia, dentre estes produtos o tomate destaca pela preferência e diferentes formas de chegar a mesa do consumidor final, desde *in natura* a produtos processados como molhos, extratos e tomate seco. O mercado de venda é grande e apresenta potencial para expandir cada vez mais, visto que os principais produtores do Brasil são os estados de São Paulo (938.800 toneladas), Minas Gerais (676.420 toneladas) e Goiás (5.498 toneladas) (IBGE, 2018).

Para atender a demanda do mercado é necessário que tecnologias sejam utilizadas, desde o preparo do solo até a pós-colheita, incluindo busca por cultivares resistentes e promoção do crescimento de mudas com uso de alternativas biotecnológicas. O primeiro passo é promover o desenvolvimento de mudas saudáveis resistentes ao ataque de pragas e doenças, capazes de garantir a produtividade mesmo em situações adversas (ARAÚJO; MARCHESI, 2009).

Mudas saudáveis podem garantir 60% da produtividade estimada, atrasos no desenvolvimento das mudas podem acarretar perdas irreversíveis na cadeia produtiva (MINAMI, 1995), levando a queda de produtividade e elevação no uso de agrotóxicos.

Medidas como uso de bactérias que promovam o crescimento e biocontrole de plantas são almejados, a fim de reduzir gastos e danos ambientais proporcionando a qualidade e segurança alimentar do consumidor. As bactérias promotoras de crescimento de plantas possuem a capacidade de realizar simbiose com as plantas, neste processo, estirpes bacterianas identificam o vegetal por meio de compostos químicos liberados pelas raízes como flavonoides, betaínas, chalconas e isoflavonóides.

As estirpes quando em simbiose com as plantas, podem promover o crescimento vegetal através da síntese de hormônios como auxinas, etileno, giberelina e até mesmo promover a resistência induzida a fitopatógenos presente no solo, garantido o biocontrole e o crescimento de plantas saudáveis.

ZECCHIN et al., (2015) verificou que mudas de tomate inoculadas com a estirpe *Bacillus amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* FZB42, promoveu aumento de 47,7% na área da parte aérea de mudas de tomate, este incremento foi devido a capacidade da estirpe bacteriana sintetizar compostos hormonais como o indol. O aumento da área da parte aérea das mudas de tomate proporciona maior taxa fotossintética favorecendo produção de compostos químicos que podem ser utilizados pelo próprio vegetal em períodos posteriores, seja de estabelecimento a campo ou ataque de pragas.

Dentro deste contexto o trabalho objetivou em avaliar o crescimento e desenvolvimento de mudas de tomate em resposta a inoculação de bactérias promotoras de crescimento de plantas.

## **7 MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa - *Campus Florestal* (UFV-CAF), no município de Florestal, estado de Minas Gerais. O clima é classificado como tropical de altitude, com precipitação média anual de 1320 mm, sendo as estações do ano bem definidas entre verão (chuvoso) e inverno (seco). A temperatura varia entre 15° a 30° (CLIMA TEMPO, 2017). A área do município se estende a 194,9 Km<sup>2</sup> sendo vegetação de transição entre Mata Atlântica e Cerrado, nas coordenadas 19°53'20.23"S e 44°25'56.38"W, com altitude em torno de 734 m acima do nível do mar.

### **7.1 Área de Estudo**

O experimento foi desenvolvido em estufa agrícola no setor de Olericultura da UFV-CAF, posteriormente os dados obtidos foram analisados no laboratório do setor de Floricultura.

### **7.2 Delineamento experimental**

O ensaio de seleção bacteriana no experimento I consistiu de 19 tratamentos (tabela 1), sendo 18 isolados bacterianos e um controle (sem inoculação), conduzido em delineamento inteiramente ao acaso (DIC), com 3 repetições por tratamento. A unidade experimental foi bandeja de polietileno com 15 células por repetição, totalizando 45 unidades por tratamento, cada célula com um volume de 14 cm<sup>3</sup> e contendo uma planta.

### **7.3 Material vegetal**

Utilizou-se a cultivar Grazianni® do grupo SAKATA tipo italiano (mesa), possui ciclo semiprecoce de 115 dias (dependendo das condições edafoclimáticas e condução do cultivo); apresenta crescimento indeterminado e produtividade média de 12 kg planta<sup>-1</sup> (17-18 cachos).

**Tabela 1. Descrição dos tratamentos utilizados para avaliação do experimento I**

Tratamento	Estirpe <sup>1</sup>	Material de origem	Função	T.V	Meio de cultura	Diluição
1	CONT	-	-	-	Dygs	-
2	UFV11261	<i>Cymbidium sp.</i>	Diazotrófica	R	JMVL	6
3	UFV12251	<i>Cymbidium sp.</i>	Diazotrófica	F	JMVL	5
4	UFV11442	<i>Cymbidium sp.</i>	Diazotrófica	R	JNFb	4
5	UFV11541	<i>Cymbidium sp.</i>	Diazotrófica	R	LGI	4
6	UFV11521	<i>Cymbidium sp.</i>	Diazotrófica	R	LGI	2
7	UFV2113	<i>Dendrobium nobile</i>	Diazotrófica	R	JMV	3
8	UFV2132	<i>Dendrobium nobile</i>	Diazotrófica	R	NFb	2
9	UFV2152	<i>Dendrobium nobile</i>	Diazotrófica	R	LGI	2
10	UFV2164	<i>Dendrobium nobile</i>	Diazotrófica	R	LGI-P	4
11	UFV2264	<i>Dendrobium nobile</i>	Diazotrófica	F	LGI-P	2
12	UFV L -161	<i>L Abat.de aves</i>	Diazotrófica	-	JMV	6
13	UFV L -162	<i>L Abat.de aves</i>	Diazotrófica	-	JMV	6
14	UFV L -163	<i>L Abat.de aves</i>	Diazotrófica	-	JMV	6
15	UFV L -164	<i>L Abat.de aves</i>	Diazotrófica	-	JMV	6
16	UFV SOF-2	<i>L Abat.de aves</i>	Solubilizadora	-	Fosfato	-
17	UFV SOF-7	<i>L Abat.de aves</i>	Solubilizadora	-	Fosfato	-
18	UFV SOF-8	<i>L Abat.de aves</i>	Solubilizadora	-	Fosfato	-
19	UFV 12141	<i>Cymbidium sp</i>	Diazotróficas	F	JMV	4

<sup>1</sup>Estirpe: especificação dos tratamentos em que cada estirpe será nomeada seguindo o seguinte código: UFV ABCDE: A = Nome científico da planta hospedeira. Exemplo: 1 = *Cymbidium sp.*, 2 = *Dendrobium nobile*; B = Tecido vegetal (T.V) usado no isolamento. Exemplo: 1 = Raíz (R), 2 = Folha (F); C = meio de cultura usado no isolamento. Exemplo: 1 = JMV, 2 = JMVL, 3 = NFb, 4 = JNFb, 5 = LGI, 6 = LGI-P; D = Diluição; E = Ordem ; UFV LSOF-X: onde L = Lodo, SOF = solubilizadora de fosfato, X = número de ordem do isolado na coleção; L-ABC: onde L = Lodo; A = meio de cultivo; B = diluição; C = ordem

#### 7.4 Preparo do substrato utilizado

Foi utilizado como substrato fibra de coco Golden Mix (**Tabela 2**), lavado com água de torneira para remoção de tanino (substância que forma uma espécie de composto gelatinoso impedindo a infiltração de água).

**Tabela 2. Características físicas e químicas substrato GOLDEN MIX**

Características	Valores
Condutividade elétrica (mS/cm)	1,8
Capacidade de retenção (ml/litro de substrato)	507
Porosidade	95%
pH	6,0 (+/- 0,4)

#### 7.5 Cultivo das colônias dos isolados bacterianos

As 18 bactérias foram cultivadas em 5 mL de meio líquido DYGS por 24 h, a 30°C e 120 rpm. Em seguida, 100 µL destas estirpes em solução, foram adicionadas em frascos de penicilina contendo meio específico (tabela 1), semi-sólido para cada uma das bactérias (BALDANI, V. L. D.; BALDANI, J. I.; DÖBEREINER, 1996). Os frascos ficaram em estufa bacteriológica a 30°C por 7 dias até a formação da película aerotóxica, confirmando a capacidade FBN das estirpes utilizadas. Posteriormente, as bactérias foram cultivadas em meio líquido DYGS por 24 h, a 30°C e 120 rpm. Feito isso, 100 µL da solução contendo as bactérias foram colocadas em placas de Petri contendo meio específico (sólido). As placas ficarão em estufa bacteriológica a 30°C por 7 dias, e das colônias que ali cresceram foram selecionadas para a obtenção do pré-inóculo.

#### 7.6 Obtenção do pré-inóculo e inóculo

Para obtenção do pré-inóculo, as bactérias foram crescidas em 10 mL de meio líquido DYGS por 24 h, a 30°C e 120 rpm. Em seguida, o pré-inóculo foi adicionado as mudas do tomate.

### **7.7 Inoculação e implantação do experimento I**

O experimento foi implantado em abril/2017 em estufa, no Setor de Olericultura da UFV-CAF. A inoculação foi realizada com aplicação de 1 ml de meio bacteriano nas mudas de tomate Grazianni®, após o surgimento dos cotilédones. No controle foi aplicado 1 ml de meio líquido DYGS isento de bactérias. Posteriormente, as mudas foram conduzidas em bandejas de polietileno com substrato fibra de coco e devidamente adubadas com fertirrigação, aplicando 100 ml da solução. O desbaste foi realizado aos 30 dias após a emergência das plântulas do tomate Grazianni®.

### **7.8 Coleta dos dados e análise das variáveis**

Aos 30 dias após sementeira, as mudas foram coletadas para a mensuração das seguintes variáveis descritas na **tabela 3**: altura da planta (ALT); diâmetro do caule (DIAM); distância do cotilédone (DCOT); número de folhas (NF);, matéria fresca da raiz (MFR); matéria fresca da parte aérea (MFPA); matéria seca da raiz (MSR); matéria seca da parte aérea (MSPA); matéria seca total (MST), obtidas pela secagem em estufa sob ventilação forçada de ar a 65 °C por 72 horas e posterior pesagem em balança de precisão. Também foi realizado análises nutricionais para TN (teor de nitrogênio), TP (teor de fósforo), TK (teor de potássio) e concentração de NPK das amostras através da multiplicação do teor pela matéria seca das amostras (tabela 4). Após a secagem, as amostras foram moídas em moinho do tipo Wiley acoplado a peneiras de 0,25 mm (60 mesh). Em seguida, o pó obtido foi submetido à digestão sulfúrica combinada com peróxido de hidrogênio e foram determinados os teores totais de N, P e K. Para N, foi utilizado o método de Kjeldahl; o teor de P foi obtido por espectrofotometria de absorção molecular (colorimetria), após reação com vitamina C e molibdato de amônio, no comprimento de onda de 725 nm; a determinação de K foi realizada por fotometria de chama.

### **7.9 Análises Estatísticas**

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) por meio do programa R e as médias serão comparadas pelo teste Dunnett a 5 % de probabilidade (Dunnett  $P$  value < 0,05).

## 8 RESULTADO E DISCUSSÕES

Nas variáveis biométricas abaixo (tabelas 3 e 4) houve incrementos em 6% número de folhas (NF) (SOF 2), 8,75% distância do cotilédone (DCOT) (UFV 11541), 4,5% matéria fresca parte aérea (MFPA) (UFV2132), 4,4% matéria seca parte aérea (MSPA) (L 164), 23,33% matéria fresca radicular (MFR) (UFV 12251) e 10,20% matéria seca radicular (MSR) (UFV11521) **tabela 5**. Porém em relação ao controle não houve diferença estatística.

Observa-se na tabela 4 que a bactéria UFV L-164 se destacou entre os demais tratamentos na variável altura da planta, apresentando um percentual de 9,4% em relação ao controle, seguida da bactéria UFV 12141 com valor, cerca de 8,11%.

Tabela 3. Média dos valores de características de crescimento e biomassa de mudas de tomate

<sup>1</sup> Tratamento	ALT	NF	DCOT	DIAM	MFPA	MSPA	MFR	MSR
	—cm—	—un—	—mm—			g		
<b>Controle</b>	24,02	4,50	6,17	3,10	18,42	2,95	5,40	0,49
UFV11261	24,63	4,22	5,89	2,67	18,06	2,69	4,56	0,44
UFV12251	24,85	4,27	6,00	3,00	18,12	2,73	6,66	0,47
UFV11442	24,12	4,33	6,12	2,67	17,92	2,72	4,48	0,46
UFV11541	25,28	4,11	6,71	2,65	17,85	2,81	4,43	0,48
UFV11521	24,45	4,50	6,19	3,06	19,02	2,93	5,53	0,54
UFV2113	24,63	4,33	6,21	2,91	18,19	2,78	4,30	0,47
UFV2132	25,77	4,33	6,31	2,68	19,63	2,90	4,68	0,48
UFV2152	24,75	4,38	6,40	2,70	18,89	3,02	4,82	0,50
UFV2164	23,65	4,66	6,15	3,04	18,23	2,86	6,12	0,52
UFV2264	25,08	4,61	6,23	2,78	19,34	3,04	5,45	0,50
UFV L -161	23,52	4,50	6,24	3,10	17,58	2,70	5,38	0,49
UFV L -162	24,16	4,50	6,12	2,92	18,01	2,75	5,41	0,48
UFV L -163	23,66	4,44	6,32	2,86	18,00	2,87	5,10	0,47
UFV L -164	26,28	4,50	6,32	2,93	19,26	3,08	4,71	0,48
UFV SOF-2	24,01	4,77	5,83	3,00	18,60	2,96	5,14	0,51
UFV SOF-7	24,40	4,11	6,25	2,60	17,71	2,78	4,62	0,46
UFV SOF-8	25,26	4,38	6,06	2,77	17,89	2,84	5,01	0,44
UFV 12141	25,97	4,16	6,35	2,72	18,32	2,78	4,56	0,44
QMR	1,59	0,33	0,35	0,08	0,66	0,03	1,26	0,001
CV (%)	5,12	13,11	9,55	9,97	4,43	6,54	22,17	6,85

<sup>1</sup>Tratamento: os tratamentos descritos foram caracterizados conforme **tabela 1**. <sup>2</sup>Características de crescimento das mudas: ALT, altura da planta; NF, número de folhas; DCOT, distância do coleto ao cotilédone; DIAM, diâmetro do coleto MFR, matéria fresca da raiz; MFPA, matéria fresca da parte aérea; MSR, matéria seca da raiz; MSPA, matéria seca da parte aérea; QMR, quadrado médio do resíduo; CV, coeficiente de variação.

Tabela 5. Características de crescimento e biomassa de mudas de tomate

<sup>1</sup> Contrastes	ALT	NF	DCOT	DIAM	MFPA	MSPA	MFR	MSR
	—cm—	—un—	—mm—		—g—			
(-) vs UFV11261	0,605 (2,54)	-0,277 (6,63)	-0,283 (4,75)	-0,427 (16,10)	-0,355 (1,99)	-0,264 (9,67)	-0,835 (18,42)	-0,054 (11,36)
(-) vs UFV12251	0,822 (3,46)	-0,222 (5,38)	-0,178 (2,83)	-0,944 (3,33)	-0,293 (1,66)	-0,225 (8,06)	1,262 (23,33)	-0,029 (4,26)
(-) vs UFV11442	0,10 (0,42)	-0,166 (3,92)	-0,050 (0,81)	-0,427 (16,10)	-0,501 (2,79)	-0,230 (8,46)	-0,920 (20,54)	-0,032 (6,52)
(-) vs UFV11541	1,255 ° (5,25)	-0,388 (9,48)	0,539 * (8,75)	-0,450 (16,98)	-0,561 (3,19)	-0,139 (4,98)	-0,974 (21,90)	-0,013 (2,08)
(-) vs UFV11521	0,422 (1,79)	-	0,017 (0,32)	-0,388 (1,31)	0,607 (3,26)	-0,023 (0,68)	0,130 (2,41)	0,047 (10,20)
(-) vs UFV2113	0,605 (2,54)	-0,166 (3,92)	0,033 (0,65)	-0,183 (6,53)	-0,229 (1,26)	-0,175 (6,12)	-1,096 (25,58)	-0,026 (4,26)
(-) vs UFV2132	1,750 (7,29)	-0,166 (3,92)	0,139 (2,27)	-0,416 (15,67)	1,214 (6,57)	-0,048 (1,72)	-0,706 (15,38)	-0,011 (2,08)
(-) vs UFV2152	0,722 (3,04)	-0,111 (2,73)	0,222 (3,73)	-0,4 (14,81)	0,472 (2,55)	0,073 (2,37)	-0,577 (12,03)	0,009 (2,04)
(-) vs UFV2164	-0,372 (1,56)	0,166 (3,56)	-0,028 (0,32)	-0,555 (1,97)	-0,182 (1,04)	-0,091 (3,15)	0,720 (13,33)	0,023 (6,12)
(-) vs UFV2264	1,061 (4,41)	0,111 (2,44)	0,061 (0,97)	-0,311 ° (11,51)	0,921 (4,99)	0,086 (3,05)	0,047 (0,93)	0,007 (2,04)
(-) vs L -161	-0,500 (2,12)	-	0,067 (1,13)	-	-0,836 (4,78)	-0,248 (9,26)	-0,022 (0,37)	-0,006 (-)
(-) vs L -162	0,138 (0,58)	-	-0,050 (0,81)	-0,177 (6,16)	-0,404 (2,28)	-0,197 (7,27)	0,014 (0,19)	-0,011 (2,08)
(-) vs L -163	-0,366 (1,52)	-0,055 (1,35)	0,150 (2,43)	-0,233 (8,39)	-0,419 (2,33)	-0,076 (2,79)	-0,299 (5,88)	-0,025 (4,26)
(-) vs L -164	2,255 (9,41)	-	0,144 (2,43)	-0,166 (5,80)	0,847 (4,56)	0,130 (4,41)	-0,686 (14,65)	-0,018 (2,08)
(-) vs SOF-2	-0,016 (0,04)	0,277 (6,00)	-0,344 (5,83)	-0,100 (3,33)	0,187 (0,98)	0,007 (0,34)	-0,254 (5,06)	0,019 (4,08)
(-) vs SOF-7	0,372 (1,58)	-0,388 (9,48)	0,072 (1,30)	-0,500 (19,23)	-0,704 (4,01)	-0,175 (6,12)	-0,777 (16,88)	-0,038 (6,52)
(-) vs SOF-8	1,233 ° (5,16)	-0,111 (2,73)	-0,111 (1,82)	-0,327 (11,91)	-0,525 (2,96)	-0,111 (3,87)	-0,391 (7,78)	-0,055 (11,36)
(-) vs 12141	1,944 (8,12)	-0,333 (8,11)	0,178 (2,92)	-0,377 (13,97)	-0,095 (0,55)	-0,173 (6,12)	-0,841 (18,42)	-0,050 (11,36)
QMR	1,59	0,33	0,35	0,08	0,66	0,03	1,26	0,001
CV (%)	5,12	13,11	9,55	9,97	4,43	6,54	22,17	6,85

<sup>1</sup>Contrastes: (-) = controle; <sup>2</sup>Características de crescimento das mudas: ALT, altura da planta; NF, número de folhas; DCOT, distância do coleto ao cotilédone; DIAM, diâmetro do coleto MFR, matéria fresca da raiz; MFPA, matéria fresca da parte aérea; MSR, matéria seca da raiz; MSPA, matéria seca da parte aérea. Incremento relativo:  $100(x-y/y)$ , onde x é a média do tratamento de maior valor e y é a média do tratamento de menor valor. Significância: “ ° “ 10% e “ \* “ 5% pelo teste Dunnet. QMR, quadrado médio do resíduo; CV, coeficiente de variação.

ZECCHIN et al., (2015) trabalhando com a bactéria *Bacillus amyloliquefaciens* subsp. *Plantarum* FZB42 na avaliação do crescimento de mudas de tomate, verificou que houve incremento na área da parte aérea e atribuiu a capacidade da bactéria em estudo conseguir sintetizar auxina, hormônio que desempenha papel fundamental no desenvolvimento vegetal, atuando principalmente na altura, diâmetro e peso da muda.

Outras pesquisas com uso de bactérias promotoras de crescimento são descritos na literatura, como o trabalho realizado por (FILHO et al., 2010) analisando o controle biológico mediado por *Bacillus subtilis*, relata que o crescimento do vegetal pode estar ligado a capacidade da bactéria em fixar o nitrogênio atmosférico, solubilizar nutrientes, promover a síntese de hormônios e melhorias no solo. FILHO (2010) ainda reforça afirmando que plantas com crescimento atenuado, atingem mais rápido o estágio adulto e permanecem menos tempo no campo, reduzindo a janela de entrada para possíveis perdas com pragas ou doenças, além disso, vale ressaltar que a redução de tempo de plantas no campo esta ligada diretamente com redução de custos em geral, incluindo mão-de obra, fertilizantes e defensivos agrícolas.

Apesar da capacidade da bactéria promover o crescimento, a simbiose ocorre em períodos que o vegetal apresenta dificuldade em obter recurso ou ate mesmo sob condições de stress, seja ele salino ou hídrico (MAYAK; TIROSH; GLICK, 2004), se o ambiente presente na rizosfera mudar, estímulos bioquímicos serão ativados e o vegetal não realizará mais a simbiose (GLICK, 2012) seria como se suprisse a necessidade da planta e não precisasse mais da simbiose, pois a planta também tem gastos em manter a simbiose..

Os compostos hormonais responsáveis por estímulos bioquímicos estão concentrados em cinco classes: auxinas, giberelinas, etileno, citocininas e ácido abscísico. Estes são sintetizados em diferentes partes do vegetal e transportados para órgãos e tecidos que estejam em constante desenvolvimento ou que apresente injurias, pequenas concentrações são utilizadas para processos fisiológicos (WAHLA; SHUKLA, 2017), seja no crescimento ou desenvolvimento de frutos.

Mudas sadias podem garantir 60% de uma boa produção, principalmente quando associadas a microrganismos, o qual exerce papel importante no biocontrole de

fitopatógenos, fato este explicado por onde foi possível observar que bactérias associadas com outros microrganismos poderiam potencializar síntese de compostos quando somados de ambas as partes, e de forma indireta induzir a resistência da planta ao ataque de pragas e doenças.

Nas análises nutricionais (tabela 5 e 6), foi possível verificar que apenas o teor de fósforo e conteúdo de fósforo e potássio apresentaram diferenças seguindo o mesmo padrão das análises biométricas. Na variável TP (teor de fósforo) os tratamentos UFV L-161 e UFV 2264 apresentaram as maiores médias obtendo 11,67% e 10,31% sobre o controle (S), porém não houve diferença significativa da estirpe UFV 2264.

**Tabela 5.** Média dos valores de característica nutricional (teor e conteúdo) das mudas

Tratamento	MST	TN	TP	TK	CN	CP	CK
	g	g kg <sup>-1</sup>			g planta <sup>-1</sup>		
Controle	3,45	15,29	5,14	30,84	52,80	17,76	106,63
UFV11261	3,13	14,36	3,48	25,68	45,10	10,94	80,56
UFV12251	3,20	15,33	3,57	28,51	49,06	11,42	91,26
UFV11442	3,19	14,40	3,57	28,35	45,97	11,39	90,62
UFV11541	3,30	15,55	4,47	29,65	51,27	14,76	98,03
UFV11521	3,47	15,07	4,92	30,27	52,49	17,19	105,36
UFV2113	3,25	15,56	5,09	29,84	50,46	16,63	96,80
UFV2132	3,39	14,92	5,02	28,71	50,62	17,07	96,98
UFV2152	3,53	13,99	5,27	24,85	49,51	18,65	87,77
UFV2164	3,38	15,57	5,50	25,52	52,30	18,61	86,29
UFV2264	3,54	14,42	5,67	26,63	51,05	20,12	94,74
UFV L -161	3,20	15,58	5,74	28,65	49,76	18,41	91,57
UFV L -162	3,24	15,61	5,17	30,99	50,56	16,74	100,61
UFV L -163	3,35	14,20	4,68	28,07	47,53	15,71	94,16
UFV L -164	3,56	14,68	4,69	30,24	52,19	16,70	107,54
UFV SOF-2	3,48	15,40	4,93	28,32	53,61	17,17	98,70
UFV SOF-7	3,24	15,34	4,67	29,79	49,63	15,08	96,26
UFV SOF-8	3,28	14,22	4,84	29,15	46,73	15,92	95,76
UFV 12141	3,23	14,43	3,50	27,29	46,61	11,30	88,26
QMR	0,03	0,97	0,07	5,09	8,17	1,61	74,15
CV (%)	5,88	6,61	5,62	7,92	5,73	8,00	9,05

<sup>1</sup>Tratamento: os tratamentos descritos foram caracterizados conforme **tabela 1**. <sup>2</sup>Características nutricional: MST, matéria seca total; TN, teor de nitrogênio; TP, teor de fósforo; TK, teor de potássio, CN, conteúdo de nitrogênio; CP, conteúdo de fósforo; CK, conteúdo de potássio; QMR, quadrado médio do resíduo; CV, coeficiente de variação.

**Tabela 6.** Característica nutricional do teor e conteúdo das mudas

<sup>1</sup> Contrastes	MST	TN	TP	TK	CN	CP	CK
	—g—		g kg <sup>-1</sup>		g planta <sup>-1</sup>		
(-) vs UFV11261	-0,318 (10,22)	-0,928 (6,48)	-1,655 (47,70)	-5,156 * (20,09)	-7,693° (17,07)	-6,814 (62,34)	-26,067 (32,36)
(-) vs UFV12251	-0,254 (7,81)	0,038 (0,26)	-1,573 (43,98)	-2,325 (8,17)	-3,739 (7,62)	-6,331 (55,52)	-15,366 (16,84)
(-) vs UFV11442	-0,262 (8,15)	-0,893 (6,18)	-1,571 (43,98)	-2,484 (8,78)	-6,828 * (14,86)	-6,364 (55,93)	-16,010 (17,67)
(-) vs UFV11541	-0,153 (4,55)	0,261 (1,70)	-0,671° (14,99)	-1,187 (4,01)	-1,527 (2,98)	-2,997 (20,33)	-8,602 (8,77)
(-) vs UFV11521	0,025 (0,58)	-0,223 (1,46)	-0,218 (4,47)	-0,566 (1,88)	-0,308 (0,59)	-0,569 * (3,32)	-1,264 (1,21)
(-) vs UFV2113	-0,202 (6,15)	0,276 (1,77)	-0,051 (0,98)	-1,002 (3,35)	-2,333 (4,64)	-1,124 (6,79)	-9,830 (10,15)
(-) vs UFV2132	-0,059 (1,77)	-0,368 (2,48)	-0,119 (2,39)	-2,124 (7,42)	-2,179 (4,31)	-0,686 (4,04)	-9,644 (9,95)
(-) vs UFV2152	0,082 (2,32)	-1,300 (9,29)	0,127 (2,53)	-5,991 ° (24,10)	-3,289 (6,65)	0,894 (5,01)	-18,855 (21,49)
(-) vs UFV2164	-0,068 (2,07)	0,287 (1,83)	0,359 (7,00)	-5,321 * (20,85)	-0,498 (0,96)	0,851 (4,79)	-20,339 * (23,57)
(-) vs UFV2264	0,093 (2,61)	-0,866 (6,03)	0,531 (10,31)	-4,210 (15,8)	-1,746 (3,43)	2,364 (13,29)	-11,888 (12,55)
(-) vs L -161	-0,254 (7,81)	0,289 (1,90)	0,599 * (11,67)	-2,184 (7,64)	-3,040 (6,11)	0,650 (3,66)	-15,059 (16,45)
(-) vs L -162	-0,208 (6,48)	0,320 (2,09)	0,032 (0,58)	0,153 (0,49)	-2,235 (4,43)	-1,015 (6,09)	-6,021 (5,98)
(-) vs L -163	-0,101 (2,99)	-1,091 (7,68)	-0,460 (9,83)	-2,769 (9,87)	-5,265 (11,09)	-2,044 (13,05)	-12,472 (13,24)
(-) vs L -164	0,112 (3,19)	-0,609 (4,16)	-0,451 (9,59)	-0,594 (1,98)	-0,602 (1,17)	-1,057 (6,35)	0,911 (0,85)
(-) vs SOF-2	0,026 (0,87)	0,112 (0,72)	-0,211 (4,26)	-2,519 (8,90)	0,817 (1,53)	-0,591 (3,44)	-7,924 (8,03)
(-) vs SOF-7	-0,213 (6,48)	0,057 (0,33)	-0,468 (10,06)	-1,046 (3,52)	-3,166 (6,39)	-2,677 (17,77)	-10,367 (10,77)
(-) vs SOF-8	-0,166 (5,18)	-1,072 (7,52)	-0,301 (6,20)	-1,691 (5,80)	-6,071 (12,99)	-1,833 (11,56)	-10,867 (11,35)
(-) vs 12141	-0,223 (6,81)	-0,856 (5,96)	-1,643 (46,86)	-3,543 (13,01)	-6,181 (13,28)	-6,458 (57,17)	-18,371 (20,81)
QMR	0,03	0,97	0,07	5,09	8,17	1,61	74,15
CV (%)	5,88	6,61	5,62	7,92	5,73	8,00	9,05

<sup>1</sup>Contrastes: (-) = controle. <sup>2</sup>Características nutricional: MST, matéria seca total; TN, teor de nitrogênio; TP, teor de fósforo; TK, teor de potássio, CN, conteúdo de nitrogênio; CP, conteúdo de fósforo; CK, conteúdo de potássio. Significância: “ ° “ 10% e “ \* “ 5% pelo teste Dunnet. QMR, quadrado médio do resíduo; CV, coeficiente de variação.

Resultados similares para variáveis nutricionais também foram encontrados por (BARRETTI; SOUZA; POZZA, 2008), trabalhando como aumento da eficiência

nutricional do tomateiro com bactéria promotoras de crescimento, no trabalho as estirpes incrementaram de 6% até 20% no teor de fósforo.

O fósforo atua nas plantas participando diretamente nos processos fotossintéticos, respiração, síntese de ácidos nucleicos, divisão celular, armazenamento e transferência de energia, dentre outros (FERNANDES, 2006). Sua forma no solo pode ser P-Labil (disponível para a planta) e P-Não Labil (retido nos colóides do solo), quando o fósforo se encontra na forma P-Não Labil há uma dificuldade pelas plantas em remover e utilizar este fósforo (NOVAIS, 2007).

Bactérias promotoras de crescimento de plantas, além de conseguirem fixar nitrogênio, sintetizar hormônios e induzir a resistência sistêmica vegetal podem solubilizar nutrientes e proporcionar a maior absorção. (MALAVOLTA, 2006) destaca que a forte afinidade entre nutrientes como P, Mn e Fe quando juntos formam uma molécula inativa de P, dificultando a absorção pelas plantas, porém (BARRETTI; SOUZA; POZZA, 2008) sugere que uma outra hipótese seria a evolução da genética bacteriana que pela dificuldade em obter estes minerais, mecanismos químicos como síntese de substâncias foram desenvolvidos e atribuídos aos microrganismos, facilitando a aquisição de minerais.

Estirpes cujo resultado foi positivo apresentam uma grande afinidade por P podendo ser caracterizadas como solubilizadoras de fosfato, isso ocorre com a liberação de ácidos orgânicos como o gluconato, o cetogluconato, acetato, lactato, oxalato, tartarato, succinato, citrato e glicolato (KHAN et al., 2014). Com a presença dos ácidos orgânicos ocorre a redução do pH ao redor da estirpe, tornando disponível a absorção do fósforo, conseqüentemente promove maior desenvolvimento de volume radicular ampliando a área de absorção. Estirpes com resultado negativo ou que não influenciaram nas demais variáveis pode estar ligado a fatores bioquímicos da planta, onde a necessidade da planta quando suprida, dificulta a interação bactéria-vegetal.

O sucesso da simbiose entre microrganismos e vegetais está ligado na capacidade dos microrganismos identificarem seu hospedeiro, uma característica ligada a questões genéticas, expressas por diversas bactérias e cada uma com sua habilidade individual. Esse procedimento de interação nos leva ao caminho redução dos impactos ambientais

buscando metodologias alternativas para redução do uso de fertilizantes e defensivos agrícolas, garantindo a segurança alimentar e nutricional dos consumidores.

## **9 CONCLUSÃO**

Com os dados obtidos foi possível concluir que das diferentes estirpes bacterianas utilizadas apenas a L 161 isolada do lodo de esgoto de abatedouro de aves proporcionou diferença na variável TP (11,67%), em mudas da cultivar Grazianni®.

O fato de ter utilizado estirpes de diferentes hospedeiros pode ter comprometido a associação com as mudas, além disso a concentração da solução pode ter favorecido o desenvolvimento das mudas e inibido a interação planta-bactéria. Desta forma seria necessário que avaliação de uma dose ideal para a estirpe que apresentou potencial para desenvolvimento de mudas, seja realizado.

## 10 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, F. F. DE; MARCHESI, G. V. P. **Uso de *Bacillus subtilis* no controle da meloidoginose e na promoção do crescimento do tomateiro.** *Ciência Rural*, v. 39, n. 5, p. 1558–1561, ago. 2009.

BALDANI, V. L. D.; BALDANI, J. I.; DÖBEREINER, J. **Meios de cultura específicos para o isolamento de bactérias endofíticas que fixam N<sub>2</sub> atmosférico.** EMBRAPA Comunicado técnico. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agrobiologia/busca-de-publicacoes/publicacao/623430/meios-de-cultura-especificos-para-o-isolamento-de-bacterias-endofiticas-que-fixam-n2-atmosferico>>. Acesso em: 20 fev. 2018.

BARRETTI, P. B.; SOUZA, R. M. DE; POZZA, E. A. **Bactérias endofíticas como agentes promotores do crescimento de plantas de tomateiro e de inibição in vitro de *Ralstonia solanacearum*.** *Ciência e Agrotecnologia*, v. 32, n. 3, p. 731–739, jun. 2008.

CLIMA TEMPO. **Características Climáticas de Florestal – MG.** Disponível em: <<http://www.climatempo.com.br>>. Acesso em: 10 junho. 2017.

FERNANDES, M. S. **NUTRIÇÃO MINERAL DE PLANTAS.** 1. ed. Viçosa: SBCS, 2006.

FERNANDES, R. H. et al. ***Pochonia chlamydosporia* and *Bacillus subtilis* on the control of *Meloidogyne incognita* and *M. javanica* in tomato seedlings.** *Biosci. J.*, v. 30, n. 1, p. 194–200, 2014.

FILHO, R. L. et al. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas.** [s.l.] Unspecified, 2010. v. 4

GLICK, B. R. **Plant Growth-Promoting Bacteria: Mechanisms and Applications.** *Scientifica*, p. 1–15, 2012.

IBGE, **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola.** Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618#resultado>>. Acesso em: 21 de maio 2018.

KHAN, A. L. et al. **Bacterial endophyte *Sphingomonas* sp. LK11 produces gibberellins and IAA and promotes tomato plant growth.** *Journal of Microbiology*, v.

52, n. 8, p. 689–695, 4 ago. 2014.

MALAVOLTA, E. (EURÍPEDES). **Manual de nutrição mineral de plantas**. 1. ed. São Paulo: Agronomica Ceres, 2006.

MAYAK, S.; TIROSH, T.; GLICK, B. R. **Plant growth-promoting bacteria confer resistance in tomato plants to salt stress**. *Plant Physiology and Biochemistry*, v. 42, n. 6, p. 565–572, jun. 2004.

MINAMI, K. **Producao de mudas de alta qualidade em horticultura**. [s.l.] T.A. Queiroz, 1995.

NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H.; BARROS, N.F.B.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J. C. . **Fertilidade do Solo**. 1. ed. Viçosa: SBCS, 2007.

SAKATA. **Características tomate Grazianni**. Disponível em: <<http://www.sakata.com.br/produtos/hortalicas/solanaceas/tomate>>. Acesso em: 20 fev. 2018.

WAHLA, V.; SHUKLA, S. **Plant growth promoting endophytic bacteria: Boon to agriculture**. *Environment Conservation Journal*, p. 107–114, 2017.

ZECCHIN, V. J. et al. **Tomato seedlings growth (*Solanum lycopersicum*) promoted by bacteria *Bacillus amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* FZB42 in organic system**. *Revista de Ciências Agrárias (Portugal)*, v. 38, n. 1, p. 26–33, 2015.

**CAPÍTULO 2 - AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DOS FRUTOS DO TOMATE EM RESPOSTA À INOCULAÇÃO DE BACTÉRIAS E DIFERENTES FORÇAS IÔNICAS DE SOLUÇÃO NUTRITIVA**

## RESUMO

Considerada como uma das hortaliças mais comercializadas mundialmente, presente em maioria das mesas familiares, o tomate apresenta características nutricionais importantes para a alimentação, dentre elas temos a presença de vitamina A (beta caroteno), B1 (tiamina) B2 (riboflavina), B5 (niacina) e vitamina C, além de minerais como potássio, cálcio, magnésio, zinco e fósforo. Dentre os minerais citados, o fósforo assume papel de garantir as transformações energéticas da planta, como a fotossíntese, respiração e síntese de ácidos nucleicos, na alimentação humana é de suma importância para formação óssea e regulação da frequência cardíaca. Desta forma o trabalho realizado avaliou a produtividade e qualidade dos frutos de tomate em resposta à inoculação de bactéria solubilizadora de fosfato *in vitro* e uso de diferentes forças iônicas de solução nutritiva. O experimento foi realizado em estufa no setor de Floricultura da universidade federal de Viçosa *campus* Florestal. O experimento foi implantado em agosto/2017 em vaso. A inoculação foi realizada após o surgimento do primeiro par de folhas em bandeja de polietileno contendo fibra de coco. O controle foi imerso em meio líquido DYGS autoclavado. Após 30 dias as mudas foram transplantadas para vasos contendo fibra de coco e adubados sob fertirrigação diariamente conforme necessidade da cultura. Inoculou-se uma estirpe bacteriana com diferentes doses da solução de fertirrigação de Hogland & Arnon (1950). Foi avaliado 5 forças iônicas diferentes (0%, 25%, 50%, 75% e 100%). Em cada dose foi avaliado plantas com adição de bactéria e plantas sem adição de bactérias, totalizando 10 tratamentos, conduzidos em delineamento em blocos casualizados. Para análise dos frutos foi realizado em cada cacho amostragem de 2 unidades maduros (vermelho) avaliando pH, acidez titulável, sólidos solúveis (BRIX), diâmetro médio dos frutos (grande, médio, pequeno), número de frutos comerciais (NFC), número de frutos não comerciais (NFNC), peso de fruto comercial (PFC), peso de fruto não comercial (PFNC), peso total de frutos (PTFr) e análise nutricional. Ao final do experimento os dados obtidos foram submetidos a análise estatística de regressão, e teste F a 5% de significância. Com os resultados obtidos foi possível concluir que não houve interação significativa entre a estirpe bacteriana e as diferentes forças iônicas da solução.

Palavras chave: *Solanum lycopersicum* L., microbiologia agrícola, nutrição de plantas.

## ABSTRACT

Tomato has important nutritional characteristics, such as vitamin A (beta carotene), B1 (thiamine) B2 (riboflavin), B5 (riboflavin) niacin) and vitamin C, in addition to minerals such as potassium, calcium, magnesium, zinc and phosphorus. Among the minerals mentioned, phosphorus assumes the role of guaranteeing the energetic transformations of the plant, such as photosynthesis, respiration and synthesis of nucleic acids, in human food is of paramount importance for bone formation and regulation of heart rate. In this way the work evaluated the productivity and quality of tomato fruits in response to the inoculation of phosphate solubilizing bacteria in vitro and the use of different ionic nutrient solutions. The experiment was carried out in greenhouse in the Floriculture sector of the Universidade Federal de Viçosa *Campus* Florestal. The experiment was implanted in August / 2017 in a pot. The inoculation was performed after the appearance of the first pair of sheets in polyethylene tray containing coconut fiber. The control was immersed in autoclaved DYGS liquid medium. The inoculum had an established population of 10<sup>8</sup> cells / mL for inoculation treatments. After 30 days the seedlings were transplanted to pots containing coconut fiber and fertilized under fertirrigation daily according to the culture needs. A bacterial strain was applied with different doses of the Hogland & Arnon (1950) fertigation solution. Five different ionic forces were evaluated (0%, 25%, 50%, 75% and 100%). At each dose, plants were evaluated with addition of bacteria and plants without addition of bacteria, totalizing 10 treatments, conducted in a randomized block design. For the analysis of the fruits, a sample of 2 mature fruits (red) was evaluated for pH, titratable acidity, soluble solids (BRIX), mean fruit diameter (large, medium, small), number of commercial fruits (NFC), number of commercial fruits (NFCs), commercial fruit weight (CBP), noncommercial fruit weight (NTFP), total fruit weight (NTFP) and nutritional analysis. At the end of the experiment, the data were submitted to statistical analysis of regression, and F test at 5% of significance. With the obtained results it was possible to conclude that there was no significant interaction between the bacterial strain and the different ionic strengths of the solution.

Key words: *Solanum lycopersicum* L., agricultural microbiology, plant nutrition

## 11 INTRODUÇÃO

A exigência do mercado consumidor por frutos de tomate que sejam ricos em nutrientes, apresentem qualidade na pós-colheita e com menor uso de fertilizantes e defensivos agrícolas, faz que novas tecnologias sejam desenvolvidas a fim de garantir a segurança alimentar e nutricional.

Metodologias de produção eficazes na redução do uso de insumos químicos e maximização de aproveitamento de nutrientes pelas plantas vem sendo desenvolvidas ao longo das décadas, como exemplo inoculação de bactérias promotoras de crescimento (KHAN; SUTTON; GRODZINSKI, 2003) e o cultivo hidropônico (TAKAHASHI et al., 2017).

O cultivo hidropônico de tomate além de garantir frutos uniformes, proporciona a redução do uso de defensivos agrícolas no controle de pragas e doenças, eficiência no uso da água, e economia na utilização de soluções nutritivas (PRADO, R. M.; SANTOS et al., 2011). A solução nutritiva utilizada no cultivo deve ser analisada diariamente principalmente a CE (condutividade elétrica) e o pH de forma a garantir o equilíbrio químico e não afetar o desenvolvimento das plantas. A definição das concentrações mínimas das formulações químicas devem ser fatores de estudos, mantendo a nutrição das plantas adequada nos diferentes estágios fenológico (GENÚNCIO et al., 2006), garantido a produção e qualidade nutricional dos frutos.

Bactérias diazotróficas possuem a capacidade de fixar o nitrogênio atmosférico realizando a quebra da ligação tripla, além disso, podem sintetizar fito hormônios como auxina, citocinina, giberelina e etileno, promover o desenvolvimento radicular e solubilizar nutrientes do solo, através da redução do pH liberando ácidos orgânicos, sendo denominadas bactérias promotoras de crescimento de plantas (FAYAD et al., 2002). Estas características contribuem para o avanço de estudos de forma a viabilizar e associar o cultivo hidropônico com estirpes bacterianas eficientes no crescimento e desenvolvimento de plantas (KHAN; SUTTON; GRODZINSKI, 2003).

A associação de bactérias promotoras de crescimento em plantas e cultivo hidropônico, deve ser minuciosamente avaliado uma vez que constituem um entrave, as

estirpes geralmente utilizadas são isoladas do solo e inoculadas em um ambiente totalmente diferente ao seu habitat de origem (KHAN; SUTTON; GRODZINSKI, 2003).

Neste contexto o objetivo do trabalho foi avaliar a produtividade e qualidade dos frutos do tomate em resposta à inoculação de bactérias promotoras de crescimento em plantas e diferentes forças iônicas de solução nutritiva.

## 12 MATERIAL E MÉTODOS

### 12.1 Área de Estudo

O experimento foi conduzido em estufa agrícola coberta com filme agrícola, no Setor de Floricultura da UFV-CAF, coordenadas geográficas 19°87'43.08"S e 44°41'76.32"W.

### 12.2 Delineamento experimental

O experimento consistiu na avaliação da aplicação de uma estirpe bacteriana com diferentes doses da solução de fertirrigação de HOGGLAND & ARNON (1950). Foram avaliados 5 forças iônicas 0 %, 25%, 50%, 75% e 100%. Em cada força iônica foi avaliado plantas com adição de bactéria (B+) e plantas sem adição de bactérias (B-), totalizando 10 tratamentos. A bactéria utilizada foi a estirpe SOF-8, solubilizadora de fosfato *in vitro* obtida do lodo de esgoto de abatedouro de aves (LOZADA, 2015). O experimento foi conduzido em fatorial 5x2 (5 - forças iônicas, 2 – com bactéria (B+) e sem bactéria (B-) delineamento inteiramente casualizado (DIC). A unidade experimental foi vaso de plástico de 8 litros, contendo substrato de fibra de coco e uma planta de tomate.

### 12.3 Material vegetal

Utilizou-se a cultivar Grazianni® do grupo SAKATA tipo italiano (mesa), porcentagem de 99,5% de germinação, possui ciclo semiprecoce de 115 dias (dependendo das condições edafoclimáticas e condução do cultivo); apresenta crescimento indeterminado. Segundo (SAKATA, 2017) essa cultivar apresenta também as características:

- Plantas de médio vigor
- Plantas compactas
- Média de início de colheita: 115 DAS
- Alto pegamento de frutos
- Entrenódios curtos
- Peso médio de frutos: 190g

#### **12.4 Cultivo das colônias dos isolados bacterianos**

A bactéria utilizada foi proveniente da coleção de bactérias do Setor de Floricultura da UFV-CAF, isolada do lodo de esgoto de abatedouro de aves (LOZADA, 2015) e solubilizadora de fosfato *in vitro*. A bactéria SOF-8 foi cultivada em 5 mL de meio líquido DYGS por 24 h, a 30°C e 120 rpm. Feito isso, 100 µL da solução contendo a estirpe foi adicionada em placas de Petri contendo meio DYGS sólido. As placas ficaram em estufa bacteriológica a 30°C por 7 dias e das colônias que ali crescerem uma foi selecionada para a obtenção do pré-inóculo.

#### **12.5 Obtenção do pré-inóculo e inóculo**

Para obtenção do pré-inóculo, as bactérias foram crescidas em 5 mL de meio líquido DYGS por 24 h, a 30 °C e 120 rpm. Em seguida, 1 mL da solução bacteriana foi adicionada nas mudas (15 DAS) da cultivar Grazianni®.

#### **12.6 Inoculação e implantação do experimento II**

O experimento foi implantado em agosto/2017 em vaso. A inoculação foi realizada após o surgimento do primeiro par de folhas em bandeja de polietileno contendo fibra de coco. O controle foi imerso em meio líquido DYGS autoclavado. O inóculo apresentou uma população estabelecida de  $10^8$  células/mL para os tratamentos com inoculação. Após 30 dias realizou-se uma segunda inoculação, posteriormente as mudas foram transplantadas para vasos de 8 litros contendo fibra de coco e adubado sob fertirrigação diariamente conforme necessidade da cultura.

#### **12.7 Tratos culturais**

As plantas foram conduzidas até o 6º cacho, tutoradas com fitilho na vertical apoiado em mourões de eucalipto. Periodicamente realizou-se o controle de pragas como broca pequena do fruto (*Neoleucinodes elegantalis*); traça do tomateiro (*Tuta absoluta*); mosca branca (*Bemisia tabaci*); larva minadora (*Liriomyza spp.*); vaquinha verde amarela (*Diabrotica speciosa*) e doenças oídio (*Oidium neolycopersici*). Para controle das pragas utilizou-se inseticidas e fungicidas conforme a tabela 1.

**Tabela 1. Agrotóxicos**

Produto	Ingrediente Ativo	Dose para 100L de água
Abamectin	Abamectina	80 mL
Cercobin	Tiofanato-Metilico	70 g
Keshet 25 EC	Deltametrina	40-80 mL
Lannate	Metomil	100 mL
Mospilan	Acetamiprido	25-40 g
Nomolt 150	Teflubenzuron	25 mL
Ridomil	Manczeb + Metalaxil-M	300 g
Safety	Etofenproxi	40-60 mL
Tracer	Espinosade	10-17 mL

<sup>1</sup>**Dose:** As doses utilizadas no experimento variaram conforme o estágio fenológico e ataque das pragas e doenças sobre as plantas.

## 12.8 Fertirrigação

A fertirrigação foi realizada diariamente em diferentes horários utilizando timer digital. Utilizou-se o método por gotejo com bicos gotejadores (Ga-2 Agrojet Regulável), e solução nutritiva contendo os seguintes nutrientes conforme tabela 2 e 3.

**Tabela 2.** Quantidade de fertilizantes comerciais utilizados

<sup>1</sup> Força iônica	Vol.Vaso	<sup>2</sup> KRISTA-K	CALCINIT	MULTIMAG	S. Amônio
	L	g			
[100%]	50	21,13	42,09	26,63	3,5
[75%]	50	15,84	31,57	19,98	2,6
[50%]	50	10,56	21,04	13,31	1,75
[25%]	50	5,27	10,51	6,66	0,86

<sup>1</sup>Força iônica: concentrações utilizadas da solução nutritiva descrita por Hogland 1950b; <sup>2</sup>Fertilizantes comerciais utilizados para o preparo da solução nutritiva: KRISTA-K (KNO<sub>3</sub>), CALCINIT Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, MULTIMAG (MgSO<sub>4</sub>), Sulfato de Amônio (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

**Tabela 3.** Quantidade de nutrientes P.A utilizados

<sup>1</sup> Força iônica	Vol. Vaso —L—	<sup>2</sup> KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	FeEDTA g	<sup>3</sup> micronutrientes
[100%]	50	50	50	50
[75%]	50	37,5	37,5	37,5
[50%]	50	25	25	25
[25%]	50	12,5	12,5	12,5

<sup>1</sup>Força iônica: concentrações utilizadas da solução nutritiva descrita por Hoagland 1950b;

<sup>2</sup>Reagentes químicos utilizados para o preparo da solução nutritiva: KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (fosfato de potássio), FeEDTA (Ferro EDTA), <sup>3</sup>Micronutrientes (Boro, Cobre, Molibidênio, Zinco, Manganês)

## 12.9 Coleta dos dados e análise das variáveis

Após o surgimento do 1º fruto maduro (65 DAT) foi amostrada a 4ª folha abaixo do ápice para análise nutricional. Posteriormente realizou-se o processo de capação do ápice.

### 12.10 Análise do Fruto

Para análise dos frutos foi realizado em cada cacho amostragem de 2 unidades maduros (vermelho) avaliando, matéria fresca do fruto (MFFR), pH, acidez titulável (ACTI), sólidos solúveis (SST), diâmetro médio dos frutos (DIAM). Para as características de produtividade foi realizado o somatório de: número de frutos comerciais (NFC), peso de frutos comerciais (PFC), número de frutos não comerciais (NFNC), peso de frutos não comerciais (PFNC), peso total de frutos (PTFr), e análise de teor e conteúdo nutricional (NPK).

A partir da amostra de 1 fruto realizou análise de qualidade com as variáveis matéria fresca do fruto (MFFR), pH, SST e acidez titulável e diâmetro do fruto. Posteriormente o fruto foi triturado com auxílio de um liquidificador e retirada uma subamostra para analisar as variáveis conforme descrito por (LUTZ, 2008; MORETTI, 2006)

### 12.11 Análises Estatísticas

Para o tratamento com força iônica 0, as análises não foram realizadas devido a perda do tratamento. Os dados qualitativos foram submetidos às análises de variância por meio do software R a nível de 5% de probabilidade e dados quantitativos foram avaliados por análise de regressão, por meio do software R. Equações com R<sup>2</sup> inferior a 0,7 não houve ajuste, igualando-as com as médias das variáveis.

### 13 RESULTADO E DISCUSSÃO

De posse dos dados médios obtidos no experimento (tabelas 4, 5 e 6) foi possível observar as características de produtividade, nutricionais e qualidade do fruto em função das diferentes doses de força iônica e inoculação da estirpe. Para características de produtividade, não houve relação direta entre força iônica e aumento de produtividade, (tabelas 10 11e 12).

**Tabela 4** - Valores médios da matéria fresca de frutos, do número de frutos dos três cachos amostrados - peso de frutos comerciais e não comerciais e peso total de frutos em função da força iônica da solução de Hoagland 1950b e inoculação de bactérias

Força	MFFR	NFC <sup>1</sup>	PFC	NFNC	PFNC	PTFr
	—kg fruto <sup>-1</sup> —	—un—	—kg planta <sup>-1</sup> —			
<b>25</b>	0,138	19,00	2,38	0,83	0,12	2,50
<b>50</b>	0,146	23,25	3,00	0,58	0,80	3,08
<b>75</b>	0,149	17,25	2,21	0,12	0,014	2,23
<b>100</b>	0,142	24,25	2,86	1,12	0,15	3,01
<b><sup>2</sup>CS</b>						
<b>B+</b>	0,145	21,50	2,64	0,68	0,09	2,73
<b>B-</b>	0,142	20,37	2,59	0,65	0,08	2,68

MFFR, matéria fresca de frutos, NFC, número de frutos comerciais; PFC, peso de frutos comerciais; NFNC, número de frutos não comerciais; PFNC, peso de frutos não comerciais, PTFr, peso total de frutos. <sup>2</sup>CS: com bactéria (B+), sem bactéria (B-).

**Tabela 5** - Valores médios do teor e conteúdo nutricional total dos cachos em função da força iônica da solução de Hoagland 1950b e inoculação de bactérias

Força iônica	TN	TP	TK	CN	CP	CK
	—g kg <sup>-1</sup> —			—g planta <sup>-1</sup> —		
<b>25</b>	18.06	2,71	45,97	117,53	17,54	294,85
<b>50</b>	18.65	2,77	45,64	129,61	19,54	319,25
<b>75</b>	20.11	3,32	49,17	148,81	24,66	363,18
<b>100</b>	21.21	3,21	51,01	159,42	24,47	389,54
<b><sup>2</sup>CS</b>						
<b>B+</b>	19,33	3,02	48,64	140,93	22,08	354,08
<b>B -</b>	19,69	2,99	47,26	136,76	21,02	329,33

TN, teor de nitrogênio; TP, teor de fósforo; TK, teor de potássio, CN, conteúdo de nitrogênio; CP, conteúdo de fósforo; CK, conteúdo de potássio. <sup>2</sup>CS: Com bactéria (B+), sem bactéria (B-).

**Tabela 6.** Valores médios do teor e conteúdo nutricional total dos cachos em função da força iônica da solução de Hoagland 1950b e inoculação de bactérias

Força iônica	DIAM <sup>1</sup>	°Brix	pH	ACTI	Sabor
	mm	%	Um	%	
<b>25</b>	54,50	3,96	4,51	0,49	08,04
<b>50</b>	55,75	4,46	4,53	0,47	09,65
<b>75</b>	57,25	4,55	4,52	0,51	8,99
<b>100</b>	54,75	4,55	4,54	0,50	10,10
<b><sup>2</sup>CS</b>					
<b>B+</b>	55,62	4,36	4,52	0,48	9,39
<b>B-</b>	55,50	4,39	4,53	0,49	9,00

<sup>1</sup>Variáveis: Potencial hidrogênionico (pH); sólidos solúveis (°Brix); Acidez titulável (ACTI); Brix/ACTI (sabor); Diâmetro dos frutos (DIAM). <sup>2</sup>Manejo: Com bactéria (B+), sem bactéria (B-).

As equações de regressão polinomial das tabelas 7; 8 e 9 obtidas no experimento, foram ajustadas no software R relacionando o tipo de manejo com bactéria (B+) ou sem bactéria (B-) sob influência da dose aplicada.

**Tabela 7** Equações de regressão para características de produtividade do tomate (*Solanum lycopersicum* L.) cultivar Grazianni

Variável <sup>1</sup>	Manejo <sup>2</sup>	Equações	R <sup>2</sup>
MFFR (kg)	B+	$\hat{y} = 0,1285 + 0,0005x - 0,0000029x^2$	0,8938
	B-	$\hat{y} = 0,1140 + 0,001175x - 0,000009x^2$	0,8690
NFC (un)	B+	$\hat{y} = \bar{y} = 21,50$	-
	B-	$\hat{y} = \bar{y} = 20,37$	-
PFC (kg)	B+	$\hat{y} = \bar{y} = 2,64$	-
	B-	$\hat{y} = \bar{y} = 2,59$	-
NFNC (un)	B+	$\hat{y} = 2,3125 - 0,0635x + 0,0005x^2$	0,9333
	B-	$\hat{y} = \bar{y} = 0,65$	-
PFNC (kg)	B+	$\hat{y} = 0,3629 - 0,0101x + 0,000077x^2$	0,9791
	B-	$\hat{y} = \bar{y} = 0,08$	-
PTFr (kg)	B+	$\hat{y} = \bar{y} = 2,73$	-
	B-	$\hat{y} = \bar{y} = 2,68$	-

<sup>1</sup>Variável: Matéria fresca de frutos (MFFR); Número de frutos comerciais (NFC); Peso de frutos comerciais (PFC); Peso de frutos não comerciais (PFNC); Peso total de frutos (PTFr). <sup>2</sup>Manejo: Com bactéria (B+), sem bactéria (B-).

**Tabela 8.** Equações de regressão para características nutricionais de frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) cultivar Grazianni.

Variável <sup>1</sup>	Manejo <sup>2</sup>	Equações	R <sup>2</sup>
Teor de N	B+	$\hat{y} = 17,44 + 0,009969x + 0,0002714x^2$	0,7566
	B-	$\hat{y} = 17,39 + 0,0265x + 0,000136x^2$	0,8928
Teor de P	B+	$\hat{y} = 2,0288125 + 0,028302x - 0,0001647x^2$	0,7539
	B-	$\hat{y} = 2,5510 + 0,0048x + 0,00002x^2$	0,8011
Teor de K	B+	$\hat{y} = 48,5321 - 0,1358x + 0,0018x^2$	0,9344
	B-	$\hat{y} = 43,502 + 0,0670x - 0,00009x^2$	0,9125
Cont N	B+	$\hat{y} = 106,1 + 0,192x + 0,004881x^2$	0,8993
	B-	$\hat{y} = 95,534 + 1,1136x - 0,0060x^2$	0,8733
Cont P	B+	$\hat{y} = 10,999 + 0,2553x - 0,0010x^2$	0,8772
	B-	$\hat{y} = 13,6936 + 0,1707x - 0,0007x^2$	0,9479
Cont. K	B+	$\hat{y} = 288,89 - 0,2105x - 0,01671x^2$	0,9649
	B-	$\hat{y} = 235,401 + 2,6392x - 0,01515x^2$	0,9931

Variável<sup>1</sup>: TN, teor de nitrogênio; TP, teor de fósforo; TK, teor de potássio, CN, conteúdo de nitrogênio; CP, conteúdo de fósforo; CK, conteúdo de potássio; <sup>2</sup>Manejo: com bactéria (B+), sem bactéria (B-).

**Tabela 9.** Equações de regressão para características de qualidade de frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) cultivar Grazianni.

Variável <sup>1</sup>	Manejo <sup>2</sup>	Equações	R <sup>2</sup>
pH (un)	B+	$\hat{y} = 4,581 - 0,00305x + 0,00003x^2$	0,9895
	B-	$\hat{y} = \bar{y} = 4,53$	-
Brix (%)	B+	$\hat{y} = 3,018 + 0,043x - 0,00029x^2$	0,9459
	B-	$\hat{y} = 3,5687 + 0,0214x - 0,0001x^2$	0,7313
ACTI (%)	B+	$\hat{y} = \bar{y} = 0,48$	-
	B-	$\hat{y} = \bar{y} = 0,49$	-
Sabor	B+	$\hat{y} = 7,555 + 0,02055x + 0,000118x^2$	0,9059
	B-	$\hat{y} = \bar{y} = 9,007$	-
DIAM (mm)	B+	$\hat{y} = 51,750 + 0,122x - 0,0008x^2$	0,7585
	B-	$\hat{y} = 48,8750 + 0,2710 - 0,0022x^2$	0,8826

<sup>1</sup>Variável: Potencial hidrogênionico (pH); Sólidos solúveis (Brix); Acidez titulável (ACTI); Brix/ACTI (sabor); Diâmetro dos frutos (DIAM). <sup>2</sup>Manejo: Com bactéria (B+), sem bactéria (B-).

Na tabela 4, nota-se que o número de frutos comercial (NFC) não correspondeu ao peso de frutos comerciais (PFC), este fato pode estar ligado a perda de fotoassimilados para os frutos não comerciais (NFNC). A classificação dos frutos de tomate estabelecida pela portaria 553/1995 (MAPA, 1995), são considerados frutos não comerciais que apresentem injúrias causadas por geadas, danos mecânicos, danos por pragas, podridão

apical, manchas, dentre outros. Neste caso o investimento nutricional e energético gasto para produzir estes frutos poderia ser utilizado para outros frutos que não apresentavam características de frutos não comerciais.

O diâmetro dos frutos (DIAM) também foi afetado pela redução de fotoassimilados extraído por frutos não comerciais, além disso pode estar ligado a fatores nutricionais. Para as variáveis da tabela 10 observa-se que não há significância ou influência do manejo sobre as características de produtividade evidenciando que a perda de frutos por pragas, doenças ou manejo pode ter reduzido o potencial da cultivar.

**Tabela 10.** Características de produtividade do tomate (*Solanum lycopersicum* L) cultivar Grazianni

Variável <sup>1</sup>	Manejo <sup>2</sup>	Média	Valor MEF	Diferença	DMS <sub>(5%)</sub>	Efeito (%)
MFFR (kg)	B+	0,145	0,15	-0,005	0,04	3,44
	B-	0,142	0,15	-0,008		5,63
NFNC (kg)	B+	0,68	0,29	0,39	1,43	134,48
	B-	0,65	-	-		-
PFNC (kg)	B+	0,09	0,03	0,06	0,19	200
	B-	0,08	-	-		-

<sup>1</sup>Variável: Matéria fresca de frutos (MFFR); Número de frutos comerciais (NFC); Peso de frutos comerciais (PFC); Peso de frutos não comerciais (PFNC); Peso total de frutos (PTFr); \* = significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade. <sup>2</sup>Manejo: com bactéria (B+), sem bactéria (B-).

Conforme as características fornecidas pela empresa (SAKATA, 2017) o peso médio dos frutos é 190g (MFFR), com produção de 12kg conduzindo a planta com 17 – 18 cachos uma média de 2 kg/cacho, considerando que a cultivar Grazianni (crescimento indeterminado) responde a altas doses de fertilizantes, os frutos avaliados no experimento apresentaram valores médios abaixo do potencial genético da planta para a variável peso de fruto comercial (PFC). Essa resposta pode ter ocorrido devido a adaptação das cultivares na estufa agrícola e o não raleio dos frutos durante a condução do experimento (GENÚNCIO et al., 2006).

SHIRAHIGE, ET. AL, (2010) afirma que o aumento da massa média ou peso médio dos frutos esta relacionado ao raleio, por consequência ocorre a redução de frutos não comercializáveis. Isso garante a eficiência na utilização e distribuição de

fotoassimilados para tecidos com maior atividade metabólica, neste caso os frutos de tomate que demandam maior quantidade de carbono para formação de suas estruturas celulares (SILVA; GIORDANO, 2000), principalmente em períodos que a demanda nutricional é alta e todo nutriente absorvido e metabolizado pela planta deve ser aplicado de forma precisa, a fim de potencializar qualidade dos frutos e reduzir tanto perdas na produtividade com frutos não comerciais, como perdas com desperdício de fertilizantes, afetando diretamente custo com insumos.

Na tabela 11 foi possível observar que não houve influência das doses aplicadas e a interação da estirpe nas plantas. TAKAHASHI et al., (2017) analisando a qualidade da pós-colheita em frutos de tomate em função da concentração da solução nutritiva, encontrou teor de nutrientes similares, onde maiores valores dos nutrientes foram observados em doses mais altas, este fato pode ser relacionado a genética do tomate, mesmo assim um platô máximo deve ser definido, estimando a capacidade genética de cada cultivar e minimizando custos com uso excessivo de fertilizantes.

O acúmulo e a absorção de nutrientes está intimamente ligada a fatores externos, como temperatura, umidade, luminosidade, condução das plantas e cobertura plástica (FAYAD et al., 2002), fatores como a concentração química dos nutrientes fornecidos nas soluções nutritivas, cultivar, maturação e armazenamento podem alterar diretamente a qualidade do fruto.

A característica de maior teor e conteúdo de nutrientes nos frutos foi observada também por (PRADO et al., 2011) avaliando a curva de absorção de nutrientes pelo tomateiro em cultivo hidropônico, utilizando a solução de Hoagland & Arnon (1950). Na tabela 11, os conteúdos nutricionais de fósforo e nitrogênio apresentam os maiores efeitos dentro do manejo com bactéria, não levando em consideração a força iônica das soluções.

**Tabela 11.** Características nutricionais dos frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) cultivar Grazianni

Variável <sup>1</sup>	Manejo <sup>2</sup>	Média	Valor MEF	Diferença	DMS ( <sub>5%</sub> )	Efeito (%)
Teor de N (mg kg <sup>-1</sup> )	B+	19,33	17,71	1,62	1,77	9,14
	B-	19,69	17,66	2,03		11,49
Teor de P (mg kg <sup>-1</sup> )	B+	3,02	3,24	-0,22	0,327	7,28
	B-	2,99	3,41	-0,42		14,0
Teor de K (mg kg <sup>-1</sup> )	B+	48,64	45,97	2,67	4,60	5,8
	B-	47,26	55,97	-8,71		18,42
Cont. N (kg planta <sup>-1</sup> )	B+	140,93	111,76	29,17	37,04	26,1
	B-	136,76	147,20	-10,44		7,63
Cont. P (kg planta <sup>-1</sup> )	B+	22,08	27,29	-5,21	6,71	23,59
	B-	21,02	24,10	-3,08		14,65
Cont. K (kg planta <sup>-1</sup> )	B+	354,08	286,90	67,18	91,60	23,41
	B-	329,33	350,33	-21		6,37

Variável<sup>1</sup>: TN, teor de nitrogênio; TP, teor de fósforo; TK, teor de potássio, CN, conteúdo de nitrogênio; CP, conteúdo de fósforo; CK, conteúdo de potássio. Manejo: com bactéria (B+), sem bactéria (B-).

Nas variáveis qualidade do fruto tabela 12, foi possível observar que não houve efeito significativo para as variáveis com respeito a qualidade do fruto, diâmetro (DIAM), sólidos solúveis (°Brix), potencial hidrogênionico (pH), acidez titulável em porcentagem de ácido cítrico (ACTI) e sabor (brix/ACTI).

Os valores obtidos para °Brix descritos na tabela 12 estão de acordo com os padrões de frutos para consumo *in natura* de qualidade com valores acima de 3° Brix conforme descrito por (SCHWARZ et al., 2013), porém valores de °Brix devem estar em equilíbrio quando relacionados com a acidez titulável (BARANKEVICZ et al., 2015).

TAKAHASHI et al., (2017) afirma que menores valores de sólidos solúveis (°Brix) são encontrados em soluções de menor concentração, este fato ocorre devido o gasto energético da planta para manter toda sua estrutura com uma baixa demanda nutricional disponível, assim o investimento em transferência de metabólitos para o dreno (fruto) pode ser reduzida.

**Tabela 12.** Características de qualidade de frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* L) cultivar Grazianni.

Variável <sup>1</sup>	Manejo <sup>2</sup>	Média	V MEF	Diferença	DMS ( <sub>5%</sub> )	Efeito (%)
pH (un)	B+	4,52	4,81	-0,29	0,09	6,41
	B-	-	-	-		-
Brix (%)	B+	4,36	4,61	-0,25	0,42	5,73
	B-	4,39	4,71	-0,32		7,28
Sabor	B+	9,39	9,35	0,04	0,79	0,42
	B-	-	-	-		-
DIAM (mm)	B+	55,62	56,4	-0,78	5,09	1,4
	B-	55,50	73,88	-18,38		33,11

<sup>1</sup>Variável: Potencial hidrogeniônico (pH); Sólidos solúveis (Brix); Brix/ACTI (sabor); Diâmetro dos frutos (DIAM). <sup>2</sup>Manejo: com bactéria (B+), sem bactéria (B-).

O potássio exerce desempenho fundamental no aumento de 30% na produtividade do tomateiro (ALVARENGA, 2013), além disso, proporciona melhoria na qualidade dos frutos, biossíntese de açúcares, ácidos orgânicos e sólidos solúveis, corroborando com os resultados de (MACEDO; ALVARENGA, 2005) onde o aumento de lâminas de fertirrigação potássica em plantas de tomate, proporcionou incrementos no teor de sólidos solúveis do fruto, considerando que frutos com porcentagem de ácido cítrico inferior a 0,44 são classificados como sem sabor. Desta forma, conforme a tabela 12, os valores obtidos na variável acidez titulável (0,48-0,49%), caracteriza os frutos como saborosos.

A definição sabor do fruto é a relação entre sólidos solúveis/acidez titulável, para indústria a relação ideal estar com valores acima de 7 e para consumo *in natura* acima de 10 (KADER, et al., 1978), assim quanto maior a relação melhor o sabor do fruto caracterizando um gosto suave ao paladar.

O valor de SST (°Brix) corresponde principalmente a teor de açúcares encontrados na amostra, e a acidez titulável a porcentagem de ácidos orgânicos, esta relação ocorre principalmente com o amadurecimento do fruto, quando em maturação através do processo respiratório parte deste ácido é consumido ou convertido em açúcar (SST), a concentração dos açúcares aumenta e do ácido reduz, com a relação é possível definir a qualidade do sabor do fruto.

A resposta observada nos valores analisados com a associação, possivelmente esta ligada a interação com a estirpe bacteriana inoculada, é provável que a estirpe possa ter

proporcionado maior síntese hormonal, neste caso a síntese de etileno promovendo aumento da respiração e amadurecimento do fruto, assim a uma redução dos valores de ACTI, e aumento para pH e sabor nas mesmas, corroborando com a descrição de (GETINET; SEYOUM; WOLDETSADIK, 2008), que o consumo de ácidos orgânicos presentes no fruto do tomate reduz enquanto o pH aumenta.

## **14 CONCLUSÃO**

Com os resultados obtidos nos estudos realizados foi possível concluir que não houve interação entre a estirpe bacteriana e as diferentes concentrações da solução nutritiva. Entretanto, o estudo dos fatores isolados poderia implementar em futuras análises, esclarecendo a influência dessa interação entre bactéria-solução nutritiva - vegetal, de forma a definir uma melhor dose, suficiente para garantir o potencial produtivo da planta e favorecer a interação com as estirpes. Estas bactérias promotoras de crescimento de plantas são uma das inúmeras alternativas possíveis para garantir o desenvolvimento e crescimento de plantas de tomate, desde o período de mudas até fase de produção. Essa biotecnologia deve ser amplamente avaliada a fim de definir possíveis estirpes bacterianas que possam associar-se com plantas de tomate de diferentes genótipos e em diferentes ambientes

## 15 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, M. A. R. **Tomate - Produção em Campo, Casa de Vegetação e Hidroponia**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2013.

FAYAD, J. A. et al. **Absorção de nutrientes pelo tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido**. Horticultura Brasileira, v. 20, p. 90–94, 2002.

GENÚNCIO, G. D. C. et al. **Crescimento e produtividade do tomateiro em cultivo hidropônico NFT em função da concentração iônica da solução nutritiva**. Horticultura Brasileira, v. 24, n. 2, p. 175–179, 2006.

GETINET, H.; SEYOUM, T.; WOLDETSADIK, K. **The effect of cultivar, maturity stage and storage environment on quality of tomatoes**. Journal of Food Engineering, v. 87, n. 4, p. 467–478, 1 ago. 2008.

HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. **The water culture method for growing plants without soil**. California. Agr. Exp. STA. Cir, p. 347, 1950.

KADER, A. A.; MORRIS, L. L.; STEVENS, M. A.; et al. **Composition and flavor quality of fresh market tomatoes as influenced by some postharvest handling procedures**. Journal of the American Society for Horticultural Science, Alexandria, v. 103, n. 1, p.6-13, 1978.

KHAN, A.; SUTTON, J. C.; GRODZINSKI, B. **Effects of *Pseudomonas chlororaphis* on *Pythium aphanidermatum* and Root Rot in Peppers Grown in Small-scale Hydroponic Troughs**. Biocontrol Science and Technology, v. 13, n. 6, p. 615–630, set. 2003.

LOZADA, J. A. R. **Prospecção de bactérias do lodo de esgoto de abatedouro de aves com potencial degradador de substâncias orgânicas e promotor do crescimento de plantas**. (Dissertação mestrado) 2015. Mestrado em Manejo e Conservação de Ecossistemas Naturais e Agrários. Universidade Federal de Viçosa, Campus Florestal, 77p.

LUTZ, I. A. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. v. 4, n. 1, 2008.

MACEDO, L. D.; ALVARENGA, M. A. R. **Effects of water levels and potassium**

**fertirrigation on growth, production and quality of tomato fruits in greenhouse.** *Ciencia Agrotecnologia*, v. 29, n. 2, p. 296–304, 2005.

MAPA. **Portaria 553/1995: NORMA DE IDENTIDADE, QUALIDADE, ACONDICIONAMENTO, EMBALAGEM E APRESENTAÇÃO DO TOMATE.**

Disponível em:

<<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=1920192566>>. Acesso em: 20 fev. 2018.

MORETTI, C. L. **Protocolos de avaliação da qualidade química e física de tomate.** EMBRAPA Comunicado Técnico. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/779806/1/cot32.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2018.

PRADO, R. M.; SANTOS, V. H. G. et al. Crescimento e marcha de absorção de nutrientes em tomateiro cultivar Raísa cultivado em sistema hidropônico. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 1, p. 19–30, 2011.

SANTOS, D. R. D.; GATIBONI, L. C.; KAMINSKI, J.. **Fatores que afetam a disponibilidade do fósforo e o manejo da adubação fosfatada em solos sob sistema plantio direto.** *Ciência Rural*, v. 38, n. 2, 2008.

SAKATA. **Características tomate Grazianni.** Disponível em: <<http://www.sakata.com.br/produtos/hortalicas/solanaceas/tomate>>. Acesso em: 20 fev. 2018.

SILVA, J. B. C. DA.; GIORDANO, L. DE B. **Tomate para processamento industrial.** Brasília: EMBRAPA, 2000.

SHIRAHIGE, F. H. et al. **Produtividade e qualidade de tomates Santa Cruz e Italiano em função do raleio de frutos.** *Horticultura Brasileira*, v. 28, n. 3, p. 292-298, 2010.

TAKAHASHI, H. W. et al. **Manejo da solução nutritiva sobre a qualidade pós-colheita de tomate salada fertirrigado em areia.** *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 21, n. 0, 27 nov. 2017.

## 16 ANEXO

### 16.1 Tabelas ANOVA Experimento 1

GL= Graus de liberdade, SQ= Soma de quadrados, QM= Quadrado médio, Fc= F calculado, Pr= p-valor

Quadro de análise de variância – Número de folhas

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	18	10,649	0,59162	1,7749	0,027223
Resíduo	323	107,667	0,33333		
Total	341	118,316			
CV%	13,11				

Quadro de análise de variância – Altura

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	18	204,01	11,3337	7,106	2,7226e-15
Resíduo	323	515,17	1,5949		
Total	341	719,17			
CV%	5,12				

Quadro de análise de variância – Distância do cotilédone

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	18	12,238	0,67990	1,9342	0,013062
Resíduo	323	113,539	0,35151		
Total	341	125,777			
CV%	9,55				

Quadro de análise de variância – Diâmetro

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	18	9,231	0,51286	6,3372	2,1834e-13
Resíduo	323	26,140	0,08093		
Total	341	35,371			
CV%	9,97				

Quadro de análise de variância – Matéria fresca radicular

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	18	20,157	1,1198	0,88387	0,59928
Resíduo	38	48,144	1,2670		
Total	56	68,301			
CV%	22,17				

Quadro de análise de variância – Matéria fresca parte aérea

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	18	18,916	1,05087	1,5826	0,11528
Resíduo	38	25,233	0,66403		
Total	56	44,149			
CV%	4,43				

Quadro de análise de variância – Matéria seca radicular

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	18	0,040419	0,0022455	2,0332	0,032605
Resíduo	38	0,041967	0,0011044		
Total	56	0,082385			
CV%	6,85				

Quadro de análise de variância – Matéria seca parte aérea

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	18	0,77293	0,042940	1,2302	0,28721
Resíduo	38	1,32636	0,034904		
Total	56	2,09929			
CV%	6,54				

Quadro de análise de variância – Matéria fresca total

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	18	39,730	2,2072	1,0766	0,40909
Resíduo	38	77,908	2,0502		
Total	56	117,638			
CV%	6,11				

Quadro de análise de variância – Matéria seca total

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	18	1,0044	0,055801	1,4465	0,16603
Resíduo	38	1,4659	0,038576		
Total	56	2,4703			
CV%	5,88				

Quadro de análise de variância – Teor de nitrogênio

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	18	17,664	0,98131	1,0058	0,475
Resíduo	38	37,073	0,97561		
Total	56	54,737			
CV%	6,61				

Quadro de análise de variância – Teor de fósforo

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	18	27,892	1,54956	21,898	9,5993e-15
Resíduo	38	2,689	0,07076		
Total	56	30,581			
CV%	5,62				

Quadro de análise de variância – Teor de potássio

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	18	175,51	9,7505	1,914	0,045752
Resíduo	38	193,59	5,0944		
Total	56	369,10			
CV%	7,92				

Quadro de análise de variância – Conteúdo nitrogênio

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	18	330,67	18,3704	2,2479	0,01769
Resíduo	38	310,55	8,1724		
Total	56	641,22			
CV%	5,73				

Quadro de análise de variância – Conteúdo fósforo

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	18	411,12	22,8401	14,167	1,0847e-11
Resíduo	38	61,26	1,6122		
Total	56	472,39			
CV%	5,88				

Quadro de análise de variância – Conteúdo potássio

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	18	2672,5	148,473	2,0022	0,035612
Resíduo	38	2817,8	74,153		
Total	56	5490,3			
CV%	9,05				

**16.2 Tabelas ANOVA experimento 2**

PRODUTIVIDADE

Quadro de análise de variância – Matéria fresca do fruto

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Força	3	0,0005673	0,00018910	0,32459	0,80754
CS	1	0,0000468	0,00004680	0,08034	0,77927
Força*CS	3	0,0003488	0,00011626	0,19956	0,89565
Resíduo	24	0,0139818	0,00058257		
Total	31	0,0149446			
CV (%)	16,75				
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

Quadro de análise de variância – Número de fruto comercial

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Força	3	269,37	89,792	3,03949	0,04850
CS	1	10,12	10,125	0,34274	0,56372
Força*CS	3	37,38	12,458	0,42172	0,73911
Resíduo	24	709,00	29,542		
Total	31	1025,88			
CV (%)	25,96				
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

Quadro de análise de variância – Peso de fruto comercial

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Força	3	3,4037	1,13458	2,17689	0,11698
CS	1	0,0146	0,01464	0,02808	0,86831
Força*CS	3	1,9506	0,65018	1,24749	0,31456
Resíduo	24	12,5086	0,52119		
Total	31	17,8775			
CV (%)	27,54				
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

Quadro de análise de variância – Numero de fruto não comercial

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Força	3	4,3112	1,43708	2,17809	0,11683
CS	1	0,0112	0,01125	0,01705	0,89720
Força*CS	3	0,5112	0,17042	0,25829	0,85467
Resíduo	24	15,8350	0,65979		
Total	31	20,6687			
CV (%)	121,46				
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

Quadro de análise de variância – Peso de fruto não comercial

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Força	3	0,08244	0,0274801	2,20928	0,11308
CS	1	0,00009	0,0000925	0,00743	0,93200
Força*CS	3	0,01830	0,0060984	0,49028	0,69232
Resíduo	24	0,29852	0,0124385		
Total	31	0,39935			
CV (%)	121,88				
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

Quadro de análise de variância – Peso total de frutos

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Força	3	4,0305	1,34349	2,57208	0,07771
CS	1	0,0170	0,01704	0,03262	0,85819
Força*CS	3	1,6543	0,55143	1,05569	0,38624
Resíduo	24	12,5360	0,52233		
Total	31	18,2378			
CV (%)	26,64				
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

QUALIDADE DO FRUTO

Quadro de análise de variância – Diâmetro

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Força	3	37,375	12,4583	1,495	0,24119
CS	1	0,125	0,1250	0,015	0,90354
Força*CS	3	10,375	3,4583	0,415	0,74378
Resíduo	24	200,000	8,3333		
Total	31	247,875			
CV (%)	5,2				

Quadro de análise de variância – Brix

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Força	3	1,9113	0,63708	10,8826	0,00011
CS	1	0,0050	0,00500	0,0854	0,77261
Força*CS	3	0,4275	0,14250	2,4342	0,08954
Resíduo	24	1,4050	0,05854		
Total	31	3,7488			
CV (%)	5,52				

Quadro de análise de variância – pH

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Força	3	0,00625	0,0020833	0,76923	0,52253
CS	1	0,00000	0,0000000	0,00000	1,00000
Força*CS	3	0,01750	0,0058333	2,15385	0,11983
Resíduo	24	0,06500	0,0027083		
Total	31	0,08875			
CV (%)	1,15				

Quadro de análise de variância – Acidez titulável

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Força	3	0,0068752	0,00229175	15,6694	0,000007
CS	1	0,0007184	0,00071840	4,9119	0,036403
Força*CS	3	0,0056096	0,00186987	12,7849	0,000034*
Resíduo	24	0,0035102	0,00014626		
Total	31	0,0167134			
CV (%)	2,47				
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

Quadro de análise de variância – Sabor

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Força	3	19,3041	6,4347	31,4408	0,0000000
CS	1	1,1930	1,1930	5,8292	0,0237495
Força*CS	3	6,1997	2,0666	10,0975	0,0001725*
Resíduo	24	4,9119	0,2047		
Total	31	31,6086			
CV (%)	4,92				
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

## CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS

Quadro de análise de variância – Conteúdo de nitrogênio

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Força	3	8499,0	2832,99	6,4138	0,00240
CS	1	139,2	139,17	0,3151	0,57978
Força*CS	3	2695,5	898,51	2,0342	0,13588
Resíduo	24	10600,8	441,70		
Total	31	21934,5			
CV (%)	15,14				

Quadro de análise de variância – Conteúdo de fósforo

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Força	3	306,08	102,025	7,0569	0,00145
CS	1	8,95	8,948	0,6189	0,43916
Força*CS	3	17,24	5,747	0,3975	0,75598
Resíduo	24	346,98	14,458		
Total	31	679,25			
CV (%)	17,64				

Quadro de análise de variância – Conteúdo de potássio

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Força	3	43597	14532,3	5,3953	0,005552
CS	1	4904	4904,0	1,8207	0,189825
Força*CS	3	12379	4126,2	1,5319	0,231832
Resíduo	24	64644	2693,5		
Total	31	125524			
CV (%)	15,19				

Quadro de análise de variância – Teor de nitrogênio

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Força	3	48,993	16,3309	16,0935	0,00001
CS	1	1,042	1,0422	1,0271	0,32096
Força*CS	3	10,197	3,3989	3,3495	0,03575*
Resíduo	24	24,354	1,0148		
Total	31	84,586			
CV (%)	5,16				
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

Quadro de análise de variância – Teor de fósforo

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Força	3	2,2431	0,74771	21,9528	0,00000
CS	1	0,0077	0,00769	0,2257	0,63901
Força*CS	3	0,1250	0,04168	1,2236	0,32273
Resíduo	24	0,8174	0,03406		
Total	31	3,1933			
CV (%)	6,13				

Quadro de análise de variância – Teor de potássio

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Força	3	160,78	53,593	7,8866	0,00078
CS	1	15,27	15,274	2,2476	0,14686
Força*CS	3	21,22	7,074	1,0410	0,39233
Resíduo	24	163,09	6,796		
Total	31	360,37			
CV (%)	5,44				