

NATHÁLIA MIRANDA DE ARAÚJO

**ARQUITETURA, NUTRIÇÃO, CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E
PRODUÇÃO DE FRUTOS DE TOMATEIROS ENXERTADOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2017

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

T

A663a
2017

Araújo, Nathália Miranda de, 1990-
Arquitetura, nutrição, características físico-químicas e
produção de frutos de tomateiros enxertados / Nathália Miranda
de Araújo. – Viçosa, MG, 2017.
xi, 43f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Carlos Nick Gomes.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f.37-43.

1. Tomate. 2. Enxerto. 3. Planta - Nutrição. 4. Tomate -
Produtividade. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento
de Fitotecnia. Programa de Pós-graduação em Fitotecnia.
II. Título.

CDD 22 ed. 635.642

NATHÁLIA MIRANDA DE ARAÚJO

**ARQUITETURA, NUTRIÇÃO, CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E
PRODUÇÃO DE FRUTOS DE TOMATEIROS ENXERTADOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

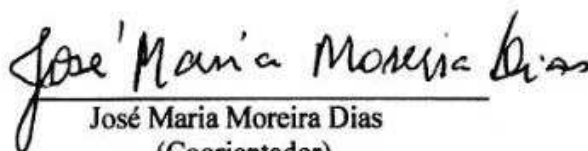
APROVADA: 8 de novembro de 2017.



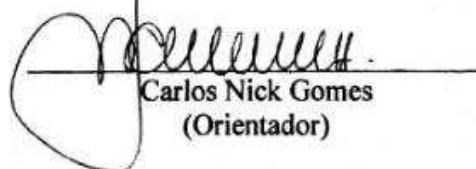
Carlos Eduardo Magalhães dos Santos



Fabiana Silva de Souza



José Maria Moreira Dias
(Coorientador)



Carlos Nick Gomes
(Orientador)

*"Cada um de nós compõe a sua história e cada ser em si carrega o dom de ser capaz
e ser feliz."*

Almir Sater

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela graça de conseguir alcançar mais esse objetivo.

Aos meus pais Geraldo e Silvana pelo amor, esforço e dedicação que foram essenciais para essa conquista.

À minha irmã Juliana e toda família pelo apoio e carinho.

Ao Victor pelos conselhos, incentivo e companheirismo.

À Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Fitotecnia, pela oportunidade de realização da Pós-Graduação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

Aos professores Carlos Nick, José Maria Moreira Dias e Derly José Henriques da Silva pela oportunidade, confiança, amizade, conselhos, ensinamentos e pelo exemplo profissional e pessoal.

Aos colegas do Núcleo de Estudos em Olericultura (NEO/UFV), em especial aos amigos Fábio Delazari e Diego Vargas.

Aos funcionários da Horta Velha pelo auxílio na condução dos experimentos.

Aos colegas do laboratório de Nutrição Mineral de Plantas, em especial ao Raphael Melo e Juan Camilo, pelo auxílio nas análises.

Aos estagiários Filipe Magalhães, Nicolly Rodrigues, Zuleima Rubit, Valentina Rodriguez, Yovani Cardenas e Andreia Caetano pela amizade e dedicação.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

Obrigada!

BIOGRAFIA

Nathália Miranda de Araújo, filha de Geraldo Ferreira de Araújo e Silvana Miranda de Araújo, nasceu no dia 12 de julho de 1990, na cidade de Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

Em março de 2010 iniciou o curso de Agronomia na Universidade Federal de Viçosa, colando grau em julho de 2015. Durante a graduação trabalhou como estagiária voluntária no Laboratório de Acarologia e como bolsista de iniciação científica no Laboratório de Melhoramento de Oleaginosas. Foi aluna de iniciação científica voluntária no Núcleo de Estudos em Olericultura (NEO-UFV), onde desenvolveu trabalhos de pesquisa e extensão com a cultura do tomateiro. Também foi estagiária no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) de janeiro a julho de 2015.

Em agosto de 2015 ingressou no Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia na Universidade Federal de Viçosa, em nível de Mestrado, submetendo-se à defesa da dissertação em novembro de 2017.

SUMÁRIO

| | |
|--|-------------|
| LISTA DE FIGURAS..... | vi |
| LISTA DE TABELAS | viii |
| RESUMO | x |
| ABSTRACT | xi |
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA..... | 4 |
| 2.1. A CULTURA DO TOMATEIRO..... | 4 |
| 2.2. ENXERTIA EM TOMATEIRO | 4 |
| 2.3. NANISMO EM PLANTAS | 5 |
| 2.4 ARQUITETURA DE PLANTAS E USO DE PORTA-ENXERTOS ANANICANTES | 7 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS | 9 |
| 3. 1. ÁREA EXPERIMENTAL | 9 |
| 3.2. CONDIÇÕES CLIMÁTICAS | 9 |
| 3.3. MATERIAL VEGETAL..... | 11 |
| 3.4. PRODUÇÃO DE MUDAS | 11 |
| 3.5. CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO | 15 |
| | 16 |
| 3.6.VARIÁVEIS AVALIADAS | 16 |
| 3.7. TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL | 24 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 25 |
| 4.1. PORCENTAGEM DE PEGAMENTO E ÍNDICE DE COMPATIBILIDADE DA ENXERTIA | 25 |
| 4.2. PARÂMETROS FOTOSSINTÉTICOS..... | 26 |
| 4.3. ESTADO NUTRICIONAL | 28 |
| 4.4. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS..... | 30 |
| 4.5. PRODUÇÃO..... | 32 |
| 4.6. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DOS FRUTOS..... | 34 |
| 5. CONCLUSÕES | 36 |
| 6. REFERÊNCIAS | 37 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Visão externa (A) e interna (B) do ambiente protegido utilizado para condução do experimento..... | 21 |
| Figura 2. Temperaturas mínima, média e máxima no interior do ambiente protegido no período de julho a dezembro de 2016..... | 22 |
| Figura 3. Umidade relativa mínima, média e máxima no interior do ambiente protegido no período de julho a dezembro de 2016..... | 22 |
| Figura 4. Vista externa do viveiro (A) e mudas de tomateiro produzidas em tubetes de polipropileno (B)..... | 24 |
| Figura 5. Detalhe do corte em bisel simples no porta-enxerto (A) e enxerto (B)..... | 24 |
| Figura 6. Muda enxertada (A) e detalhe do tubo de silicone próprio para enxertia em olerícolas (B)..... | 25 |
| Figura 7. Mudas enxertadas em sala de aclimatização (a) e datalogger com registros de temperatura e umidade (B)..... | 25 |
| Figura 8. Temperatura e umidade relativa no interior da câmara úmida (07/07) a 10/07) e no viveiro de produção de mudas (11/07 a 15/07)..... | 26 |
| Figura 9. Mudas enxertadas inseridas em bancada com sistema de subirrigação no interior do viveiro..... | 26 |
| Figura 10. Transplântio das mudas enxertadas (a) e não-enxertadas (B)..... | 27 |
| Figura 11. Condução do tomateiro com uma haste em tutoramento vertical..... | 28 |
| Figura 12. Medição do diâmetro da haste abaixo (A) e acima (B) do ponto da enxertia..... | 29 |

| | |
|---|----|
| Figura 13. Avaliação dos parâmetros fotossintéticos do tomateiro com auxílio do IRGA..... | 29 |
| Figura 14. Moinho tipo Wiley utilizado para moagem das folhas do tomateiro..... | 30 |
| Figura 15. Medição do comprimento do entrenó (A) e diâmetro do entrenó (B) com auxílio de um paquímetro..... | 32 |
| Figura 16. Produção (A), classificação (B) e determinação da massa (C) de frutos de tomateiro..... | 33 |
| Figura 17. Medição dos parâmetros L, a e b com auxílio de um colorímetro..... | 33 |
| Figura 18. Avaliação da firmeza de fruto com auxílio de um penetrômetro..... | 34 |
| Figura 19. Etapas do processo de determinação da acidez titulável: pesagem da amostra (A), preparo da solução em balão volumétrico de 100 mL (B) e titulação com NaOH (C)..... | 35 |
| Figura 20. Medição do teor de sólidos solúveis totais com auxílio de refratômetro..... | 35 |
| Figura 21. Aferição pH da polpa com auxílio de um peagâmetro..... | 36 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1. Genes causadores do nanismo em tomateiro e seus respectivos fenótipo...18 | 18 |
| Tabela 2. Atributos químicos do solo da área experimental em junho de 2016.....21 | 21 |
| Tabela 3. Descrição dos acessos do BGH-UFV utilizados como porta-enxerto.....23 | 23 |
| Tabela 4. Descrição dos tratamentos.....36 | 36 |
| Tabela 5. Resumo da análise de variância para as características diâmetro do porta-enxerto (DPE), diâmetro do enxerto (DE) e índice de compatibilidade da enxertia (IC).....37 | 37 |
| Tabela 6. Porcentagem de pegamento da enxertia (PPE) e valores médios de diâmetro do porta-enxerto (DPE), diâmetro do enxerto (DE) e índice de compatibilidade da enxertia (IC) em quatro combinações de enxerto e porta-enxertos.....37 | 37 |
| Tabela 7. Resumo da análise de variância para as características taxa de assimilação líquida de CO ₂ (A), condutância estomática (gs), taxa transpiratória (E) e razão entre a concentração interna e externa de CO ₂ (ci/ce).....38 | 38 |
| Tabela 8. Valores médios da taxa de assimilação líquida de CO ₂ (A), condutância estomática (gs), taxa transpiratória (E) e razão entre a concentração interna e externa de CO ₂ (ci/ce) do tomateiro Santyno® em não enxertado, auto enxertado e em três acessos utilizados.....39 | 39 |
| Tabela 9. Resumo da análise de variância para as concentrações foliares de N, P, K, Ca, Mg e S.....40 | 40 |
| Tabela 10. Valores médios das concentrações foliares de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) do tomateiro Santyno® não enxertado, auto enxertado e em três acessos utilizados como porta-enxerto.....40 | 40 |

| | |
|---|----|
| Tabela 11. Resumo da análise de variância para as características altura da planta (AP), índice de área foliar (IAF), diâmetro do entrenó (DE) e comprimento do entrenó (CE)..... | 42 |
| Tabela 12. Valores médios de altura da planta (AP), índice de área foliar (IAF), diâmetro de entrenó (DE) e comprimento de entrenó (CE) do tomateiro Santyno® não enxertado, auto enxertado e em três acessos utilizados como porta-enxerto..... | 43 |
| Tabela 13. Resumo da análise de variância para as características massa média de fruto (MMF), produtividade comercial (PC) e produtividade total (PT)..... | 44 |
| Tabela 14. Valores médios de massa média de frutos (MMF), produtividade comercial (PC) e produtividade total (PT), do tomateiro Santyno® não enxertado, auto enxertado e em três acessos utilizados como porta-enxerto..... | 45 |
| Tabela 15. Resumo da análise de variância para as características diâmetro transversal (DT) e longitudinal (DL), firmeza de fruto (FF), relação a^*/b^* , sólidos solúveis totais (SST), pH, acidez titulável em % de ácido cítrico (AT) e relação SST/AT..... | 46 |
| Tabela 16. Valores médios de firmeza de fruto (FF), relação a^*/b^* , sólidos solúveis totais (SST), pH, acidez titulável (AT) e relação SST/AT do tomateiro Santyno® não enxertado, auto enxertado e em três acessos utilizados como porta-enxerto..... | 46 |

RESUMO

ARAÚJO, Nathália Miranda de, M.Sc, Universidade Federal de Viçosa, novembro de 2017. **Arquitetura, nutrição, características físico-químicas e produção de frutos de tomateiros enxertados.** Orientador: Carlos Nick Gomes. Coorientadores: José Maria Moreira Dias e Derly José Henriques da Silva.

A enxertia é uma alternativa viável que permite a alteração da arquitetura das plantas. Em espécies frutíferas, porta-enxertos ananizantes são utilizados com o objetivo de aumentar a produtividade das culturas por meio da redução do volume de copa. No tomateiro essa técnica pode ser eficiente para reduzir gastos com mão-de-obra, aumentar a produtividade e otimizar a área de cultivo. Diante disso, o objetivo neste trabalho foi avaliar a influência da enxertia na arquitetura, nutrição, características físico-químicas e produção de frutos de tomateiro. O experimento foi realizado de junho a dezembro de 2016, na unidade experimental de pesquisa e extensão do DFT/UFV. Foram utilizados três acessos do Banco de Germoplasma de Hortaliças da UFV (BGH 2006, BGH 2077 e BGH 2086) como porta-enxerto e o cultivar Santyno como enxerto. O delineamento foi em blocos ao acaso com cinco tratamentos (não enxertado, auto enxertado e três porta-enxertos) e seis repetições. Avaliou-se: porcentagem de pegamento (PPE) e índice de compatibilidade da enxertia (IC); parâmetros fotossintéticos de taxa de assimilação líquida de CO₂ (A), condutância estomática (gs), taxa transpiratória (E) e razão entre a concentração interna e externa de CO₂ (ci/ce); concentrações foliares de N, P, K, Ca, Mg e S; características morfológicas de altura das plantas (AP), índice de área foliar (IAF), diâmetro do entrenó (DE) e comprimento do entrenó (CE); produção e características físico-químicas dos frutos. Não houve diferença para as características IC, A, gs, E, ci/ce, conteúdo de P, K, Mg e S, IAF, DE, produção e características físico-químicas dos frutos. A PPE (média de 97,03 %) foi considerada satisfatória. Houve boa compatibilidade entre o cultivar Santyno® e os porta-enxertos Santyno®, BGH 2006, BGH 2077 e BGH 2086. Houve maior acúmulo foliar de N e K nas plantas auto enxertadas. O porta-enxerto BGH 2086 proporcionou menor altura de planta e menor comprimento de entrenó. A produtividade do cultivar Santyno® não foi influenciada pela combinação enxerto/porta-enxerto.

ABSTRACT

ARAÚJO, Nathália Miranda de, M.Sc. Universidade Federal de Viçosa, November, 2017. **Architecture, nutrition, physical-chemical characteristics and yield of grafted tomatoes.** Adviser: Carlos Nick Gomes. Co-advisers: José Maria Moreira Dias and Derly José Henriques da Silva.

Grafting is a viable alternative that allows the alteration of the architecture of the plants. In fruit species, dwarf rootstocks are used to increase crop productivity by reducing plant canopy. In tomato, this technique can be efficient to reduce labor costs, increase yield and optimize the area of cultivation. Therefore, the objective of this work was to evaluate the influence of grafting on architecture, nutrition, physical-chemical characteristics and yield in tomato plants. The experiment was carried out from June to December of 2016, in the experimental unit of research and extension of the DFT / UFV. Three accessions of the Vegetable Germplasm Bank of the UFV (BGH 2006, BGH 2077 and BGH 2086) were used as rootstock and the cultivar Santyno as a scion. The experimental design was in randomized blocks with five treatments (non-grafted, self-grafted and three rootstocks) and six replicates. It was evaluated the percentage grafting success (PG) and graft compatibility index (CI), photosynthetic parameters such as CO₂ assimilation rate (A), stomatal conductance (*gs*), transpiratory rate (E) and ratio between internal and external CO₂ concentration (*ci/cc*), foliar concentrations of N, P, K, Ca, Mg and S, morphological characteristics of plant height (PH), leaf area index (LAI), diameter of the internode (ID) and length of the internode (IE), yield and physical-chemical characteristics of the fruits. There were no differences for the characteristics IC, A, *gs*, E, *ci/cc*, P, K, Mg and S contents, IAF, DE, yield and physical-chemical characteristics of fruits. The PG (average of 97.03%) was considered satisfactory. There was good compatibility between the Santyno® cultivar and the Santyno®, BGH 2006, BGH 2077 and BGH 2086 rootstocks. There was greater leaf accumulation of N and K in the self-grafted plants. The BGH 2086 rootstock provided lower plant height and lower length of the internode. The yield of the Santyno® cultivar was not influenced by the scion/rootstock combination.

1. INTRODUÇÃO

A enxertia em espécies olerícolas teve início por volta de 1920, no Japão, com o objetivo de solucionar problemas relacionados a patógenos de solo na cultura da melancia (PEIL *et al.*, 2003). Na cultura do tomateiro, os primeiros relatos são por volta de 1940 na Holanda, sendo que a produção comercial teve início em 1960 (KUBOTA *et al.*, 2008). No Brasil, os primeiros registros do uso da enxertia em espécies olerícolas são por volta de 1950, em Tomé Açu, PA, com imigrantes japoneses que enxertavam tomateiro em jurubeba (*Solanum toxicarium*) visando o controle da murcha bacteriana (*Ralstonia solanacearum*) (GALLI, 1980).

Atualmente a técnica é empregada em diversos países e o número de produtores de mudas enxertadas tem aumentado significativamente (LEE & ODA, 2003; LEE *et al.*, 2010). Dentre os fatores responsáveis pela sua difusão tem-se o aumento do cultivo de olerícolas em ambiente protegido, caracterizado pelo uso intensivo da área, ocasionando maior incidência de patógenos e salinização do solo. Além disso, a proibição do brometo de metila, utilizado na fumigação do solo como controle a esses patógenos, levou os produtores a buscarem alternativas que viabilizassem a produção, o que fez com que a enxertia ganhasse destaque (AUMONDE *et al.*, 2011).

A resistência a patógenos de solo é o principal objetivo da enxertia em olerícolas. Os porta-enxertos resistentes permitem o cultivo de variedades comerciais em locais com presença de patógenos. A tolerância ao estresse hídrico é outro fator que pode ser controlado por meio da enxertia, sendo que, em situações de solos encharcados, o excesso de água prejudica a respiração das raízes, provocando perdas significativas e até a morte das plantas por asfixia (BHATT *et al.*, 2015). Por outro lado, porta-enxertos tolerantes ao déficit hídrico tem sido sugeridos como uma alternativa viável para a produção em locais com escassez de água (COLLA *et al.*, 2008; MARTÍNEZ-BALLESTA *et al.*, 2010).

Nos Estados Unidos e Europa, a enxertia no tomateiro é utilizada notadamente com o objetivo de ampliar o período de colheita nos cultivos em ambiente protegido. Nesse caso, são utilizados porta-enxertos que proporcionam o aumento de vigor da variedade copa e permitem a condução da planta com duas hastes, reduzindo a população de plantas na casa de vegetação à metade (KING *et al.*, 2010).

Em contraste, nas espécies frutíferas arbóreas e arbustivas perenes, porta-enxertos ananizantes são utilizados com o objetivo de aumentar a produtividade das culturas por meio da redução do volume de copa, permitindo o aumento na densidade de

plantio (CAMPO-DALL'ORTO *et al.*, 1988; FILHO *et al.*, 2000). Estes porta-enxertos induzem a redução do porte da variedade copa e influenciam nos parâmetros de fotossíntese em diversas espécies olerícolas, como taxa de assimilação líquida de CO₂ e condutância estomática (AMARO *et al.*, 2014). Um exemplo clássico e bem-sucedido da utilização dessa estratégia ocorre, atualmente, na cultura da macieira, onde as mudas são obtidas por enxertia utilizando como porta-enxertos clones ananizantes, obtidos pela propagação vegetativa. O clone M9 (também o M26) demonstram elevado grau de nanismo, podendo reduzir o porte e o volume de copa em até 35%, comparado com o porta-enxerto obtido por sementes de *Malus communis* (L.) (LALATTA, 1990).

Outros aspectos economicamente importantes como floração, precoce ou tardia, aumento da produtividade e redução da altura das plantas também podem ser alterados de acordo com o porta-enxerto utilizado (ATKINSON & ELSE, 2001). Sua escolha é tão importante quanto a da variedade enxertada, uma vez que a interação entre ambos irá determinar as principais características agrônômicas da planta (CANTIN *et al.*, 2010; BASTOS, FERREIRA & PASSOS, 2014).

A modificação da arquitetura das plantas é uma das estratégias utilizadas para obtenção de aumento de produtividade das culturas. Desde a década de 70, devido ao sucesso da Revolução Verde, a produção mundial de cereais teve um aumento significativo, onde o alto rendimento das cultivares foi obtido mediante alterações na morfologia das plantas (KHUSH, 2009). O trigo é um exemplo clássico da utilização dessa estratégia com a incorporação de genes indutores de nanismo, o que resultou no Prêmio Nobel da Paz ao agrônomo Norman Ernest Borlaug, pela sua contribuição no aumento da produção de alimentos (ARAUS *et al.*, 2004).

Diversos estudos relacionados a incorporação de genes de nanismo no tomateiro já foram realizados (SCOTT & HARBAUGH, 1995; SCOTT *et al.*, 2000; LIMA *et al.*, 2004; MARTÍ *et al.*, 2006). Apesar de proporcionar diversos benefícios à produção agrícola, o método de melhoramento genético convencional visando a introgressão de genes é um processo demorado e trabalhoso. Além disso, o uso de tecnologias visando a transformação genética das plantas não é bem aceito por diversos consumidores (FLORES *et al.*, 2010).

Outra estratégia empregada com objetivo de reduzir a altura das plantas do tomateiro é a utilização dos reguladores de crescimento, que inibem a produção de hormônios responsáveis pelo crescimento das plantas (SANTOS *et al.*, 2010). O paclobutrazol (PBZ), inibidor da biossíntese de giberelina, foi eficiente na redução do porte das plantas e na diminuição de brotações laterais em plantas de tomateiro em

diferentes concentrações testadas, entretanto, afetou negativamente a produção e qualidade de frutos (SILVA & FARIA JÚNIOR, 2011). Em estudos com Etil-Trinexapac (ET), também inibidor da biossíntese de giberelina, Figueiredo et al (2015) verificaram que a altura média das plantas de tomateiro reduziu de 1,41 m, no tratamento testemunha, para 0,73 m, ao utilizar-se 500 ml da dose de ET, porém, houve redução de produtividade de 28,25 t ha⁻¹ para 22,86 t ha⁻¹.

Dessa forma, a utilização da enxertia torna-se uma alternativa viável que permite a alteração da arquitetura das plantas. Na cultura do tomateiro, essa técnica pode ser eficiente para reduzir os gastos com mão-de-obra, possibilitar o aumento de produtividade e otimização da área de cultivo, principalmente em ambiente protegido, onde esse é um dos fatores mais limitantes. Entretanto, são escassos os estudos onde se avaliam porta-enxertos ananizantes que possam alterar a arquitetura das plantas em espécies olerícolas

Diante disso, o objetivo neste trabalho foi avaliar a influência da enxertia na arquitetura, nutrição, características físico-químicas e produção dos frutos do tomateiro.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A cultura do tomateiro

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.), pertencente à família Solanaceae, é considerado uma das espécies olerícolas mais importantes do mundo, visto que está presente diariamente na dieta de grande parte da população, seja pelo consumo *in natura* ou processado. Em 2015, a produção brasileira foi de aproximadamente 3,7 milhões de toneladas, com produtividade média de 63,7 t ha⁻¹, destacando-se os estados de Goiás e Minas Gerais como os maiores produtores do país (AGRIANUAL, 2016).

As cultivares comerciais de tomateiro são plantas de porte herbáceo com dois distintos hábitos de crescimento: indeterminado e determinado. O hábito indeterminado ocorre na maioria dos cultivares destinados a produção de frutos para consumo *in natura*, com crescimento contínuo e vigoroso, e dominância da gema apical. Já o crescimento determinado predomina nos cultivares destinados à produção de tomate para o processamento industrial, com crescimento vegetativo menos vigoroso e a haste principal terminando em inflorescências (FILGUEIRA, 2000).

Diversos fatores interferem na produtividade e qualidade dos frutos de tomate produzidos para o consumo *in natura*. Dentre esses, destacam-se a enxertia (FILHO *et al.*, 2003), o uso de sementes geneticamente melhoradas, a adoção de técnicas de cultivo como métodos de tutoramento, podas e densidade de plantio (ALMEIDA *et al.*, 2015).

Nos últimos anos, o cultivo do tomateiro em ambiente protegido teve aumento significativo, tendo em vista que esse sistema permite o melhor controle de variáveis climáticas como temperatura, radiação solar, umidade do ar e vento. Além disso, diminui o contato das plantas com determinados insetos pragas e vetores de doenças. Dessa forma, é possível obter ganho de eficiência produtiva e reduzir o efeito da sazonalidade, o que garante a produção durante o ano (HOLCMAN, 2009; CORRÊA *et al.*, 2012).

2.2. Enxertia em tomateiro

A enxertia na cultura do tomateiro teve início por volta de 1940 na Holanda, sendo que a produção comercial teve início em 1960 (KUBOTA *et al.*, 2008). No

Brasil, os primeiros registros são por volta de 1950 em Tomé Açu, PA, com imigrantes japoneses que enxertavam tomateiro em jurubeba (*Solanum toxicarium*) visando o controle da murcha bacteriana (*Ralstonia solanacearum*) (GALLI, 1980).

Atualmente a técnica é empregada em diversos países e o número de produtores de mudas enxertadas tem aumentado significativamente (LEE & ODA, 2003; LEE et al., 2010). Anualmente são cultivadas aproximadamente 40 milhões de plantas de tomateiro enxertadas na Espanha, 20 milhões no Marrocos (GU, 2013) e 40 milhões na América do Norte (KUBOTA, 2008; MENDONÇA, 2017).

Dentre os fatores responsáveis pela sua difusão tem-se o aumento do cultivo de olerícolas em ambiente protegido, caracterizado pelo uso intensivo da área, ocasionando maior incidência de patógenos e salinização do solo. Além disso, a proibição do brometo de metila, utilizado na fumigação do solo como controle a esses patógenos, levou os produtores a buscarem alternativas que viabilizassem a produção, o que fez com que a enxertia ganhasse destaque (AUMONDE et al., 2011).

A resistência a patógenos de solo é o principal objetivo da enxertia em olerícolas, sendo que porta-enxertos resistentes permitem o cultivo de variedades comerciais susceptíveis em locais com presença de patógenos. Dentre os principais patógenos que afetam a cultura do tomateiro e que são controlados por meio de porta-enxertos destacam-se: *Fusarium oxysporum lycopersici*, *Pseudomonas solanacearum*, *Verticillium albo-atrum*, *Pyrenochaeta lycopersici*, *Tobacco mosaic vírus* e *Meloidogyne* spp. (PEIL, 2003).

Nos Estados Unidos e Europa, a enxertia no tomateiro é utilizada notadamente com o objetivo de ampliar o período de colheita nos cultivos em ambiente protegido. Nesse caso, são utilizados porta-enxertos que proporcionam o aumento de vigor da variedade copa e que permitam a condução da planta com duas hastes, reduzindo a população de plantas na casa de vegetação à metade (KING et al., 2010).

2.3. Nanismo em plantas

O nanismo é um atributo que os melhoristas buscam com o objetivo de adequar diversas culturas a um determinado sistema de cultivo, permitindo o aumento de produtividade e o uso de novas tecnologias (SEUS, 2015).

A introdução de genes do nanismo na cultura do trigo, na década de 70, é um exemplo clássico da utilização dessa estratégia, que foi um componente importante para a “Revolução Verde”, contribuindo para o aumento na produção de alimentos

(HEDDEN, 2003). O desenvolvimento de cultivares de porte anão e semi-anão permitiram o aumento na densidade de plantio e redução do acamamento das plantas, resultando no aumento de produtividade (CAMARGO, 1984).

Na cultura do tomateiro, a primeira ocorrência de nanismo foi descrita por Prince & Drinkard (1908), que identificaram um gene denominado *d* ou *d1*, cuja sigla é derivada da palavra *dwarf* (anão). Atualmente, são conhecidos 19 genes que determinam o fenótipo anão (Tabela 1), sendo responsáveis principalmente pelo encurtamento dos entrenós.

Tabela 1. Genes causadores do nanismo em tomateiro e seus respectivos fenótipo.

| Gene | Nomenclatura | Fenótipo |
|--------------------------------------|-----------------------------|--|
| <i>br</i> | Brachytic | Plantas com entrenó curto. |
| <i>bu</i> | Bushy | Plantas com inflorescências e entrenós encurtados e pecíolos longos. |
| <i>d</i> ou <i>d₁</i> | Dwarf | Plantas com cotilédones mais largos, entrenós curtos, hastes grossas e folíolos rugosos. |
| <i>de</i> | Declinata | Redução no tamanho de todas as partes da planta e folhas com coloração amarelo-esverdeado. |
| <i>depa</i> | Depauperata | Plantas com entrenós curtos, folíolos curvados, e geralmente amarelados. |
| <i>dm</i> ou <i>d₂</i> | Dwarf modifier | Plantas com nanismo extremo. |
| <i>d^x</i> | Extreme dwarf | Plantas com nanismo extremo. |
| <i>dv</i> | Dwarf virescent | Plantas atrofiadas e com coloração verde claro. |
| <i>d₁^{cr}</i> | Dwarf-1 ^{crispata} | Fenótipo intermediário entre <i>d</i> e <i>d^x</i> . |
| <i>er</i> | Erecta | Plantas anãs com entrenós curtos e folhas pequenas e rugosas. |
| <i>mt</i> | Midget | Plantas com todas partes reduzidas e elevada esterilidade. |
| <i>na</i> | Nana | Planta extremamente pequena com folhas e entrenós curtos. |
| <i>nc</i> | Narrow cotyledon | Plantas com crescimento lento e entrenós estreitos. |
| <i>pum</i> | Pumila | Planta com crescimento lento e poucos ramos. |
| <i>rust</i> | Rústica | Plantas anãs com entrenós curtos, folhas largas e poucas ramificações. |
| <i>sd</i> | Sun dwarf | Entrenós curtos e cicatrizado sob intensidade luminosa elevada. |
| <i>sub</i> | Subtilis | Planta com entrenós curtos e segmentos de folhas estreitos. |
| <i>w</i> | Wiry | Plantas com folhas reduzidas e elementos delgados e filiformes. |

| | | |
|-----------|-------------|---|
| <i>wd</i> | Wilty dwarf | Plantas atrofiadas com folhas verdes acinzentadas e caídas. |
|-----------|-------------|---|

Fonte: Adaptado de Tomato Genetics Resource Center (TGRC, 2016).

O melhoramento genético visando a incorporação de genes de nanismo em tomateiro é objeto de estudo de diversos pesquisadores (SCOTT & HARBAUGH, 1995; SCOTT *et al.*, 2000; LIMA *et al.*, 2004). A maioria das pesquisas estão relacionadas a obtenção de cultivares ornamentais, destinadas ao cultivo em vasos, sendo que os genes utilizados nesses casos geram plantas extremamente pequenas e com ciclo precoce (MARTÍ *et al.*, 2006).

Na produção de tomate para o processamento industrial, o tipo ideal de um cultivar é uma planta compacta, de porte ereto e com alta produção por unidade de área, permitindo dessa forma, o aumento da densidade de plantio (SEUS, 2015). Além disso, o fenótipo anão permite a colheita de forma mecanizada, uma vez que as plantas apresentam reduzido comprimento de entrenó e tamanho de folha (TIGCHELAAR, 1986; CARVALHO *et al.*, 2003; MELO & VILELA, 2005). Já na produção de frutos para o consumo *in natura*, a redução da altura das plantas permite maior eficiência das práticas culturais, com redução dos custos com mão-de-obra, poda, tutoramento e uso de insumos agrícolas, além de reduzir o ciclo da cultura (KEMBLE *et al.*, 1994; YANOKUCHI & OKAMOTO, 2001; PIOTTO & PERES, 2012).

Para fins de pesquisa, o cultivar miniatura denominado Micro-Tom (*Solanum lycopersicum* cv Micro-Tom) é o mais utilizado. Este foi proposto por Meissner *et al.* (1997) como modelo genético de ciclo precoce, que produzia frutos e sementes viáveis, sendo seu cultivo mais vantajoso que o de *Arabidopsis thaliana*. Atualmente, esse cultivar é utilizado em diversas partes do mundo como modelo para pesquisas do tomateiro a nível molecular (MARTÍ *et al.*, 2006).

2.4 Arquitetura de plantas e uso de porta-enxertos ananicantes

A arquitetura da planta é definida como sendo o arranjo espacial de partes da planta, sendo particularidade do genótipo e altamente influenciada pelas condições climáticas presentes no início de seu desenvolvimento (REINHARDT & KUHLEMEIER, 2002; AGUIAR, 2014). Dentre as características que compõem a arquitetura da planta destacam-se: padrão de ramificação; comprimento do entrenó; tamanho e formato de folhas; ângulo de inserção da folha em relação ao caule e estrutura dos órgãos reprodutivos (GODIN, 2000; VOS *et al.*, 2010).

Por determinar a capacidade de adaptação das culturas a determinados sistemas de cultivo, o índice de colheita e o potencial produtivo, a arquitetura da planta é uma característica de grande importância agrônômica (REINHARDT & KUHLEMEIER, 2002). A interceptação da radiação solar é um dos principais fatores que determinam o rendimento da cultura, sendo que alterações na arquitetura das plantas permitem maximizar a energia total absorvida por unidade de área (ZHU, LONG & ORT, 2010). Com isso, as modificações do arranjo, tamanho e formato das folhas podem afetar a disponibilidade de luz, principalmente nas partes mais basais da planta, alterando dessa forma a atividade fotossintética (WERNER *et al.*, 2001; NIINEMETS, 2007).

Porta-enxertos ananizantes são definidos como aqueles que induzem a redução do porte da variedade copa e influenciam nos parâmetros de fotossíntese em diversas espécies olerícolas, como taxa de assimilação líquida de CO₂ e condutância estomática. Sua escolha é tão importante quanto a da variedade enxertada, uma vez que a interação entre ambos irá determinar as principais características agrônômicas da planta (CANTIN *et al.*, 2010; BASTOS, FERREIRA & PASSOS, 2014).

A identificação das características anatômicas e morfológicas dos porta-enxertos são de suma importância para a compreensão de sua influência sobre o desenvolvimento da copa (ZORIC *et al.*, 2012). O uso de porta-enxertos ananizantes pode influenciar em vários fatores economicamente importantes como floração precoce ou tardia, aumento da produtividade e redução da altura das plantas (ATKINSON & ELSE, 2001).

Em espécies frutíferas arbóreas e arbustivas perenes, porta-enxertos ananizantes são utilizados com objetivo de aumentar a produtividade das culturas, por meio da redução do volume de copa, permitindo o aumento na densidade de plantio (CAMPO-DALL'ORTO *et al.*, 1988; FILHO *et al.*, 2000), bem como facilitar e reduzir os custos com os tratamentos culturais, tais como podas, controles fitossanitários, e operações de colheita.

Em ameixeira, o uso de interenxertos com características anãs foram responsáveis pela precocidade na floração, o que permitiu uma colheita antecipada e melhor valor de mercado do produto, além de aumento do peso médio de frutos, que contribuiu para um acréscimo de 15 % a 20 % na produção (FILHO *et al.*, 2000). Na cultura do pessegueiro, a técnica elevou o percentual de flores nos ramos e de frutos fixados, enquanto na cultura da macieira, proporcionou um aumento na eficiência produtiva, com a produção de frutos de maior tamanho (LALATTA, 1990; FILHO *et al.*, 2000; MARCON FILHO *et al.*, 2009).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área experimental

O experimento foi conduzido de junho a dezembro de 2016 na Unidade Experimental de Pesquisa e Extensão (UEPE) do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa-MG, com latitude de 20° 45' 14'' S, longitude de 42° 52' 53'' W e altitude de 648,74 m. Foi utilizado um ambiente protegido de 210 m², com quatro metros de pé direito, do tipo arco coberto com filme agrícola SunCover Blue[®] e tela lateral citrus (Figura 1).

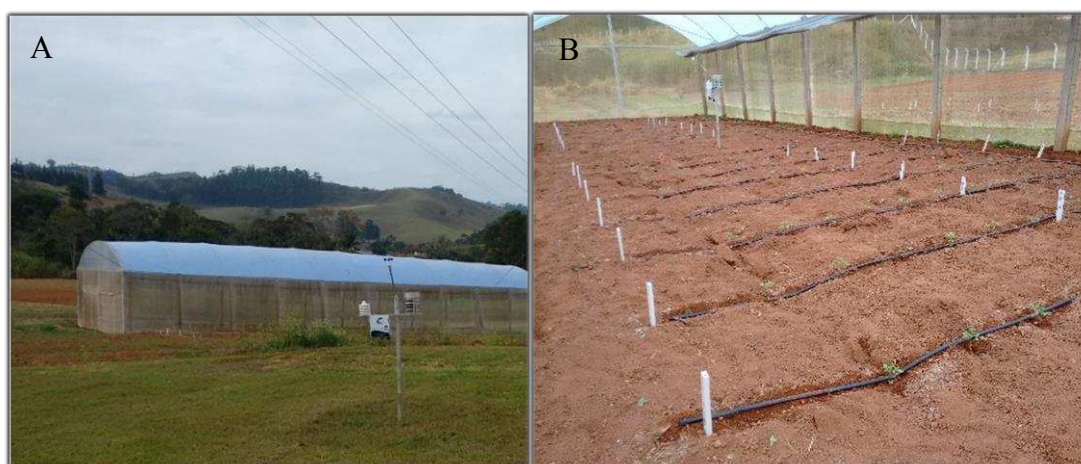


Figura 1. Visão externa (A) e interna (B) do ambiente protegido utilizado para condução do experimento.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo com os atributos químicos descritos na tabela 2.

Tabela 2. Atributos químicos do solo da área experimental em junho de 2016.

| Prof. | pH | P | K | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Al ³⁺ | H + Al | T | V | MO | P-rem | Zn | Fe | Mn | Cu | B |
|-------|------------------|---------------------------|-------|---|------------------|------------------|--------|------|----------------------|--------------------|--------------------------------|----|----|----|-----|-----|
| cm | H ₂ O | -- mg dm ⁻³ -- | | -----cmol _c dm ⁻³ ----- | | | | % | dag Kg ⁻¹ | mg L ⁻¹ | -----mg dm ⁻³ ----- | | | | | |
| 0-20 | 5,8 | 227,1 | 193,2 | 7,1 | 1,2 | 0 | 1,8 | 10,6 | 83 | 2,9 | 46,4 | 24 | 55 | 58 | 4,2 | 0,1 |
| 20-40 | 5,5 | 154,2 | 126,4 | 3,8 | 0,8 | 0 | 2,8 | 7,7 | 64 | 2,1 | 44,3 | 14 | 53 | 55 | 4,1 | 0,3 |

3.2. Condições climáticas

Os dados meteorológicos de temperatura e umidade relativa foram obtidos por meio de uma estação meteorológica Irriplus E 5000, instalada no interior do ambiente protegido.

Durante o ciclo da cultura os valores médios para temperatura mínima, média e máxima foram de 14,5 °C, 20,5 °C e 27,7 °C, respectivamente (Figura 2). A umidade relativa média foi de 79,81 % (Figura 3).

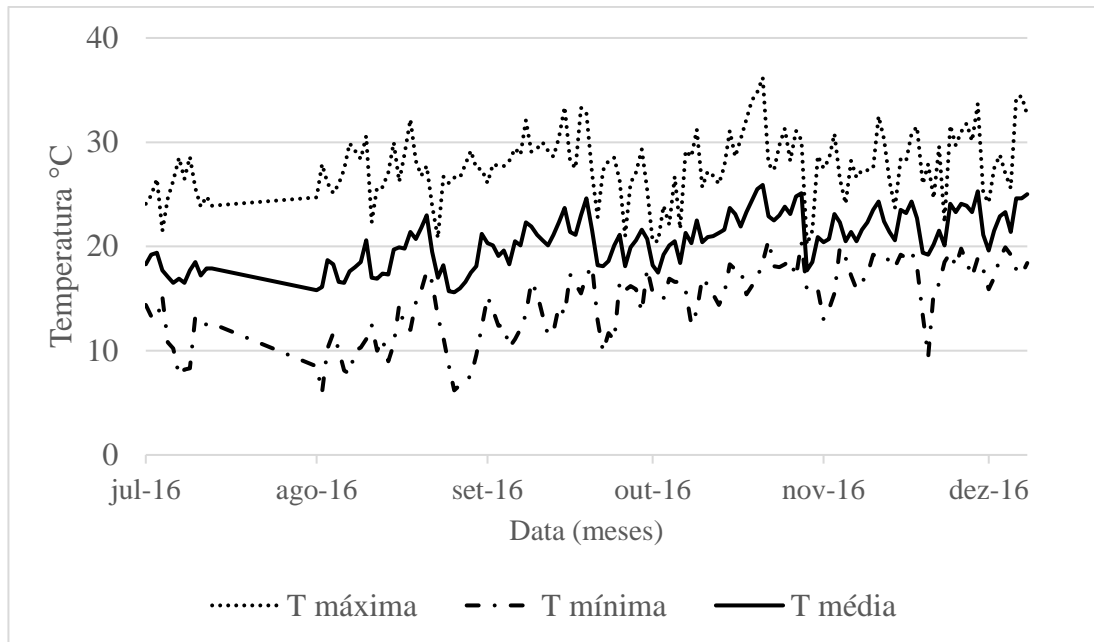


Figura 2. Temperaturas mínima, média e máxima no interior do ambiente protegido no período de julho a dezembro de 2016.

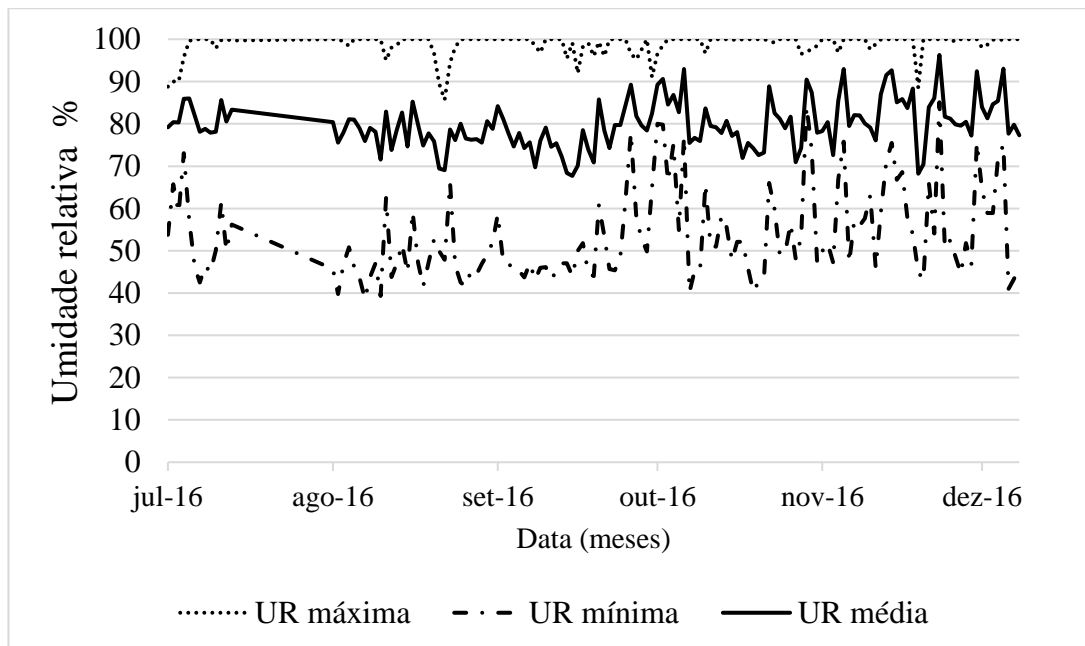


Figura 3. Umidade relativa mínima, média e máxima no interior do ambiente protegido no período de julho a dezembro de 2016.

3.3. Material vegetal

Na obtenção dos porta-enxertos foram utilizados três acessos de *Solanum lycopersicum* pertencentes ao Banco de Germoplasma de Hortaliças da Universidade Federal de Viçosa (BGH/UFV) (Tabela 3). Para a variedade copa foi utilizado o híbrido Santyno®, com hábito de crescimento indeterminado e frutos do tipo Santa Cruz.

Tabela 3. Descrição dos acessos do BGH-UFV utilizados como porta-enxerto.

| Acesso | Origem | Nome comum | Fenótipo |
|---------------|-----------------------------|-------------------|-----------------|
| BGH 2006 | Universidade de Purdue, USA | Tomate 3212 SRS | anão |
| BGH 2077 | Universidade de Purdue, USA | May Hope | anão |
| BGH 2086 | Universidade de Purdue, USA | Okla 20-D | anão |

3.4. Produção de mudas

Realizou-se, previamente, um teste para indicar o intervalo adequado de semeadura entre o híbrido (variedade copa - enxerto) e os acessos (porta-enxertos) utilizados, de modo a se obter alta semelhança de diâmetro do hipocótilo entre enxerto e porta-enxerto e, desse modo, lograr o máximo pegamento do enxerto. Foram testados os intervalos de semeadura de 0, 3 e 5 dias e, com base nos resultados, adotou-se a semeadura do porta-enxerto e do enxerto sem intervalo, onde foi obtida maior porcentagem de pegamento.

As mudas foram produzidas em tubetes acondicionados em bandejas de polipropileno, contendo 96 tubetes com capacidade volumétrica de 110 cm³, sendo estes, também de polipropileno, preenchidos com substrato comercial Carolina Padrão® e mantidas em viveiro (Figura 4A). Esse constituía de bancadas com um metro de altura, revestimento lateral com tela antiafídeo e cobertura do tipo arco revestida com filme agrícola com irrigação por aspersão e fertirrigação semanais (Figura 4B).



Figura 4. Vista externa do viveiro (A) e mudas de tomateiro produzidas em tubetes de polipropileno (B).

A enxertia foi realizada aos 35 dias após a sementeira, na modalidade garfagem de topo à inglesa simples, ou seja, com corte diagonal em bisel simples no porta-enxerto e no enxerto (Figura 5).

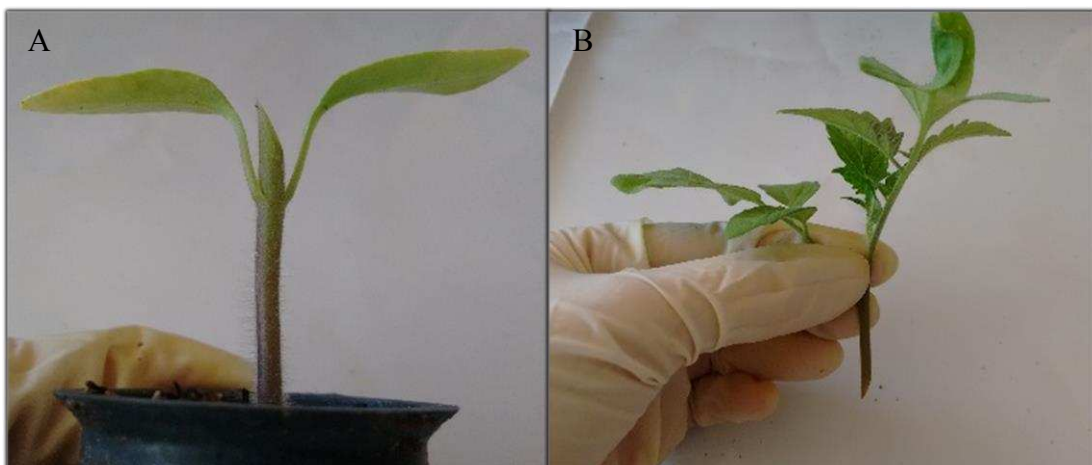


Figura 5. Detalhe do corte em bisel simples no porta-enxerto (A) e enxerto (B).

Em seguida, porta-enxerto e enxerto foram unidos e fixados com auxílio de um tubo de silicone próprio para enxertia em olerícolas (Figura 6).



Figura 6. Muda enxertada (A) e detalhe do tubo de silicone próprio para enxertia em olerícolas (B).

Após a operação da enxertia, as mudas enxertadas foram colocadas e mantidas durante quatro dias em câmara úmida e escura, monitorada por um datalogger modelo UX100-003 HOBO® (Figura 7). A temperatura média variou de 19,3 a 20,4°C, e a umidade relativa de 77,7 a 99,6 % (Figura 8).



Figura 7. Mudas enxertadas em sala de aclimatização (A) e datalogger com registros de temperatura e umidade (B).

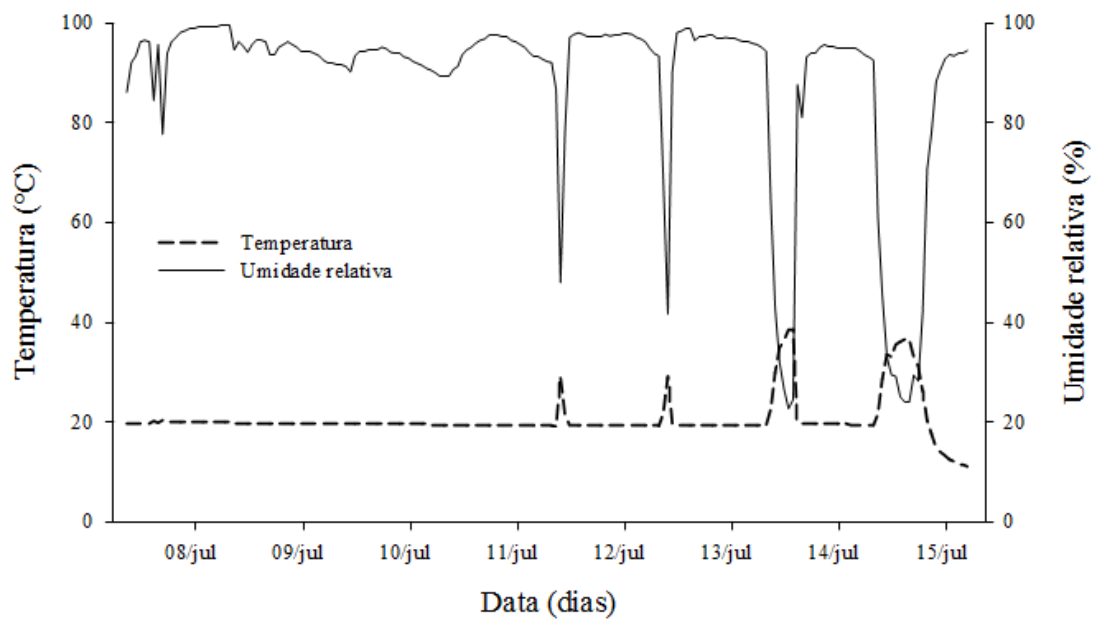


Figura 8. Temperatura e umidade relativa no interior da câmara úmida (07/07) a 10/07) e no viveiro de produção de mudas (11/07 a 15/07).

No quinto dia as mudas foram transferidas para um ambiente protegido sob tela aluminizada e sistema de subirrigação (Figura 9).



Figura 9. Mudanças enxertadas inseridas em bancada com sistema de subirrigação no interior do viveiro.

Durante o período de aclimatização, as mudas eram mantidas, pela manhã, fora da câmara e expostas ao sol, ou até a observação de murcha das folhas. Em seguida retornavam para a câmara úmida e escura, onde eram mantidas até o dia seguinte, para recuperação da turgidez. Esse processo foi realizado até o momento em que as mudas se mantiveram completamente túrgidas e independentes do uso da câmara úmida, o que ocorreu no quinto dia de aclimatização.

3.5. Condução do experimento

A adubação de plantio para o cultivo do tomateiro foi realizada com aplicação, em sulco, de superfosfato simples, com base na análise de solo e utilizando a 5ª Aproximação para recomendação de uso de fertilizantes para o Estado de Minas Gerais (RIBEIRO *et al.*, 1999). Após aclimatização das mudas, aos oito dias após a enxertia, foi realizado o transplantio (Figura 10). As irrigações ocorreram com turno de rega de dois dias, por meio de sistema de gotejamento, sendo o manejo realizado a partir dos dados climáticos obtidos pela estação meteorológica. As fertirrigações foram realizadas semanalmente conforme recomendações de Alvarenga (2013).

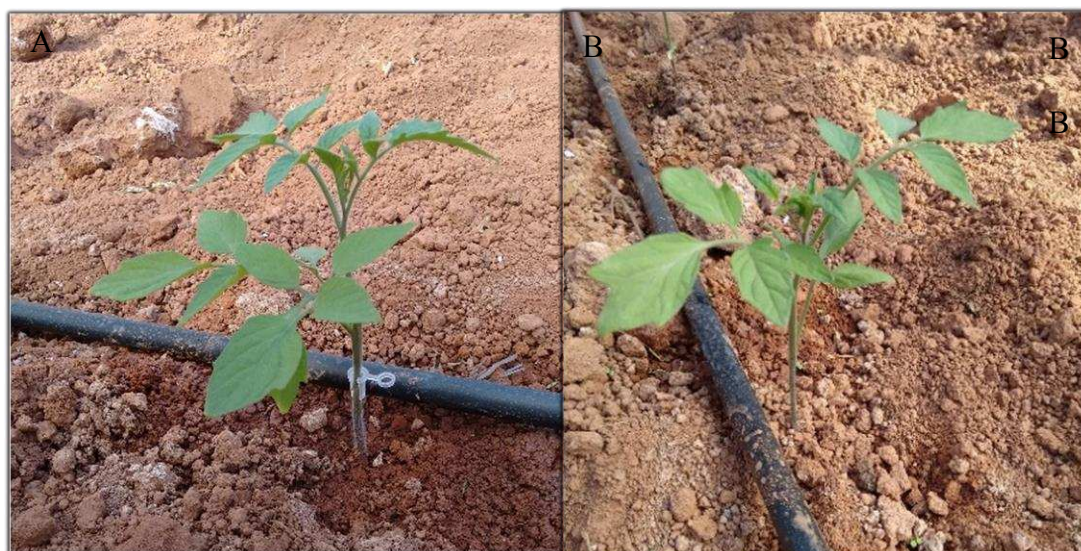


Figura 10. Transplantio das mudas enxertadas (A) e não-enxertadas (B).

As plantas foram conduzidas com uma haste e tutoradas verticalmente com fitilho (fio de polietileno), em espaçamento de 1,20 x 0,50 m (Figura 11). Os tratos culturais como desbrota, amarrio, capina e controle de pragas e doenças foram realizados segundo recomendações de Silva & Vale (2007). No início do

desenvolvimento dos frutos, realizou-se a prática de raleio, limitando o número de frutos por cacho em seis. Além disso, aos 81 dias após o transplantio (DAT) foi realizada a poda apical, deixando-se três folhas acima do sexto cacho.



Figura 11. Condução do tomateiro com uma haste em tutoramento vertical.

3.6. Variáveis avaliadas

3.6.1. Porcentagem de pegamento e índice de compatibilidade da enxertia

A avaliação da porcentagem de pegamento foi realizada aos sete dias após a enxertia e obtida a partir da equação:

$$\text{PPE} = (\text{NMS}/\text{NTM}) * 100 \quad (1)$$

em que:

PPE - Porcentagem de pegamento da enxertia

NTM - Número total de mudas de cada tratamento

NMS - Número de mudas sobreviventes de cada tratamento

O índice de compatibilidade (IC) foi obtido a partir da relação entre o diâmetro da haste do enxerto (DE) e do porta-enxerto (DPE). As medições foram realizadas 2 cm acima e abaixo do ponto de enxertia, com auxílio de um paquímetro, aos 51 dias após o transplantio (DAT) (Figura 12).

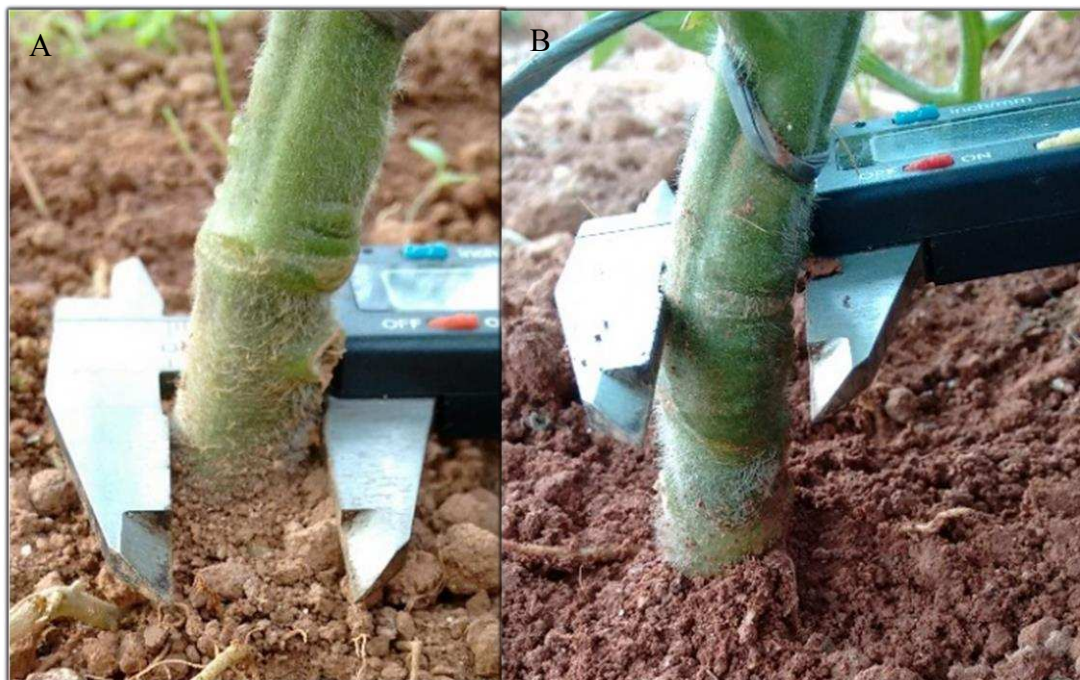


Figura 12. Medição do diâmetro da haste abaixo (A) e acima (B) do ponto da enxertia

3.6.2. Parâmetros fotossintéticos

Avaliou-se a taxa de assimilação líquida de CO_2 (A), condutância estomática (gs), concentração interna (C_i) e externa (C_e) de CO_2 , relação c_i/c_e transpiração (E). As medições foram realizadas na terceira folha, do ápice para a base, no momento de floração e maturação dos frutos do terceiro cacho, com auxílio de um Analisador de Gás por Infravermelho (IRGA) (Figura 13).



Figura 13. Avaliação dos parâmetros fotossintéticos do tomateiro com auxílio do IRGA.

3.6.3. Estado nutricional

Foram amostradas folhas abaixo do cacho, no momento da colheita de seu primeiro fruto maduro, conforme descrito por Cardoso (2007). As análises de macro e micronutrientes foram realizadas no Laboratório de Nutrição Mineral do Departamento de Fitotecnia (DFT/UFV).

O material coletado foi lavado em água, seco em estufa de ventilação forçada à 70 °C e moído em moinho tipo Wiley (Figura 14).



Figura 13. Moinho tipo Wiley utilizado para moagem das folhas do tomateiro.

O conteúdo de N foi determinado pelo método Kjeldahl, descrito por Bremner (1965). P, K, Ca, Mg e S foram analisados após realização da digestão nítrico-perclórica. O P foi determinado com auxílio de colorímetro conforme Braga & Defelipo (1974). O K foi determinado por fotometria de chama e o S por turbidimetria do sulfato (BLANCHAR *et al.*, 1965). Ca e Mg foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica, segundo Malavolta *et al* (1989).

3.6.4 Características morfológicas

3.6.4.1. Altura da planta

A altura da planta (AP) foi determinada pela distância entre a superfície do solo e o ponto de inserção da folha mais nova, após a poda apical. A medição foi realizada

em cm com auxílio de uma trena aos 81 DAT.

3.6.4.2. Índice de área foliar (IAF)

O índice de área foliar foi obtido a partir da seguinte equação:

$$\text{IAF} = \text{AFP}/\text{AT} \quad (2)$$

em que:

AF - área foliar da planta, m²

AT - área ocupada pela planta (1,20 x 0,5 m), m²

A área foliar foi determinada aos 21, 36, 51, 66, 81 e 96 DAT, a partir dos valores médios de comprimento (C) e largura (L) da folha, obtidos pela medição de três folhas por planta tomadas no terço inferior, médio e superior. O comprimento foi definido pela distância entre a base do pecíolo e a extremidade do folíolo terminal, e a largura pela distância entre os dois maiores folíolos adjacentes, medidas em cm com auxílio de uma régua graduada em centímetros. A área foliar da planta foi estimada pela equação proposta para a cultura do tomateiro, segundo Astegiano *et al* (2001):

$$\text{AFP} = 0,34 (C \times L) - 9,31 \times \text{NF} \quad (3)$$

em que:

C - comprimento, cm

L - largura, cm

NF - número de folhas por planta

3.6.4.3. Comprimento e diâmetro de entrenó

As medidas de comprimento (CE) e diâmetro (DE) de entrenó foram realizadas na posição mediana entre o terceiro e quarto cacho, ambas com auxílio de um paquímetro (Figura 15).



Figura 14. Medição do comprimento do entrenó (A) e diâmetro do entrenó (B) com auxílio de um paquímetro.

3.6.5. Produção

Os frutos foram colhidos semanalmente, pesados e classificados de acordo com as seguintes normas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2002) (Figura 16):

- Produção de frutos grandes (PFG): diâmetro maior que 60 mm;
- Produção de frutos médios (PFM): diâmetro entre 50 e 60 mm;
- Produção de frutos pequenos (PFP): diâmetro entre 40 e 50 mm;
- Produção comercial (PC/planta): soma da produção de frutos grandes, médios e pequenos expressa em Kg;
- Produção não comercial (PNC/planta): frutos com defeitos ou com diâmetro menor que 40 mm expressa em Kg;
- Produção total (PT/planta): soma da PC e PNC, expressa em Kg.
- Massa média de frutos (MMF): $PT / \text{soma do número de frutos por planta}$



Figura 15. Produção (A), classificação (B) e determinação da massa (C) de frutos de tomateiro.

3.6.6. Características físico-químicas dos frutos

As características físico-químicas de firmeza de fruto (FF), relação a^*/b^* , teor de sólidos solúveis totais (SST), pH, acidez titulável em % de ácido cítrico (AT) e relação SST/AT foram avaliadas em três frutos completamente maduros colhidos do terceiro cacho. As análises foram realizadas no Laboratório de Manejo de Recursos Genéticos do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (DFT/UFV).

3.6.6.1. Relação a^*/b^*

Determinou-se a coloração dos frutos de acordo com o sistema CIELAB (Espaço Lab Color) de medição de cor através dos parâmetros L , a e b , que indicam, respectivamente, a luminosidade, índice de saturação vermelho e índice de saturação amarelo (KONICA MINOLTA, 2008) (Figura 17). A avaliação foi feita com auxílio de um colorímetro Konica Minolta®.



Figura 16. Medição dos parâmetros L , a e b com auxílio de um colorímetro.

3.6.6.2. Firmeza

A firmeza do fruto, ou resistência ao amassamento, foi determinada utilizando-se um penetrômetro de bancada modelo PDF-200, Soilcontrol/USA, com ponteira de 8 mm. As leituras foram realizadas na região equatorial em pólos opostos do fruto, sendo os resultados expressos em Newton (N) (Figura 18).



Figura 18. Avaliação da firmeza de fruto com auxílio de um penetrômetro.

3.6.6.3. Acidez titulável

Para determinação da acidez titulável, expressa em % de ácido cítrico, utilizou-se a metodologia descrita por Pregnoatto & Pregnoatto (1985) (Figura 19).

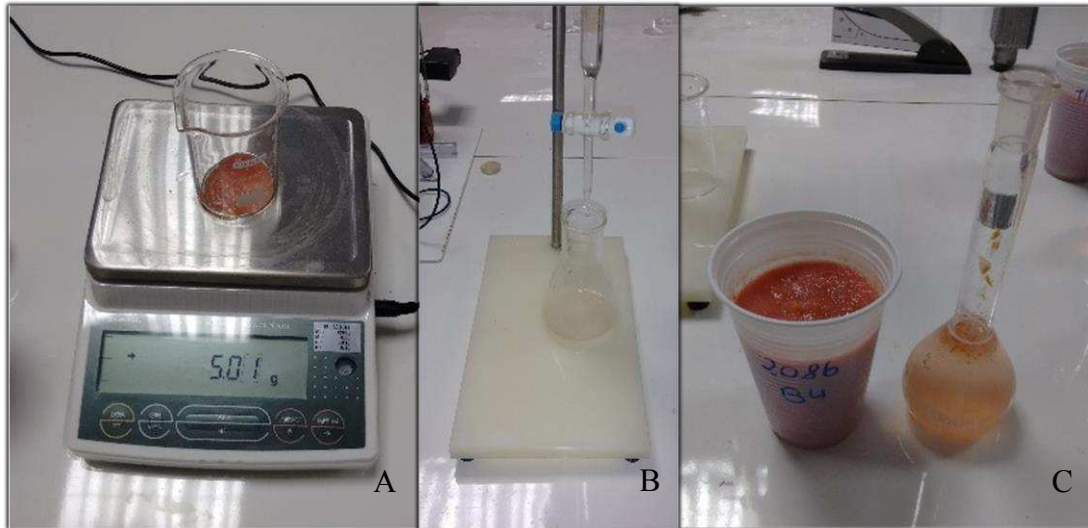


Figura 19. Etapas do processo de determinação da acidez titulável: pesagem da amostra (A), preparo da solução em balão volumétrico de 100 mL (B) e titulação com NaOH (C).

3.6.6.4. Sólidos solúveis totais

O teor de sólidos solúveis totais foi avaliado com auxílio de um refratômetro digital modelo HI 96801 Hanna Instruments (Figura 20).



Figura 20. Medição do teor de sólidos solúveis totais com auxílio de refratômetro.

3.6.6.5. pH

O pH da polpa foi determinado com auxílio de um peagâmetro modelo pH 21 Hanna Instruments (Figura 21).



Figura 21. Aferição pH da polpa com auxílio de um peagâmetro.

3.6.6.6. Relação SST/AT

A relação SST/AT foi determinada pela relação sólidos solúveis totais/acidez titulável (KADER *et al.*, 1978).

3.7. Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos foram compostos pelo híbrido Santyno® não enxertado, auto enxertado e combinado com três acessos de tomateiro (Tabela 4).

Tabela 4. Descrição dos tratamentos.

| Tratamento | Descrição |
|------------|---|
| I | Santyno® (não enxertado) |
| II | Santyno® (Auto-enxertia) |
| III | Porta-enxerto: BGH 2006 - Enxerto: Santyno® |
| IV | Porta-enxerto: BGH 2077 - Enxerto: Santyno® |
| V | Porta-enxerto: BGH 2086 - Enxerto: Santyno® |

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso com cinco tratamentos e seis repetições. Cada parcela foi formada por seis plantas ao longo da linha de cultivo, adotando-se uma planta como bordadura em ambos os extremos de cada parcela e das quatro utilizou-se três plantas úteis para coleta dos dados.

Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey, a 5 % de probabilidade, com auxílio do software Sisvar 5.6.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Porcentagem de pegamento e índice de compatibilidade da enxertia

Não houve diferença para as características diâmetro do porta-enxerto (DPE), diâmetro do enxerto (DE) e índice de compatibilidade da enxertia (IC) (Tabela 5).

Tabela 5. Resumo da análise de variância para as características diâmetro do porta-enxerto (DPE), diâmetro do enxerto (DE) e índice de compatibilidade da enxertia (IC).

| FV | GL | Quadrados Médios | | |
|------------|----|---------------------|---------------------|---------------------|
| | | DPE | DE | IC |
| Bloco | 5 | 3,009 | 2,093 | 0,004 |
| Tratamento | 3 | 3,520 ^{ns} | 0,682 ^{ns} | 0,006 ^{ns} |
| Resíduo | 15 | 2,504 | 1,244 | 0,003 |
| CV (%) | 23 | 9,98 | 7,79 | 5,75 |

*significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F, ^{ns}não significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F.

A porcentagem de pegamento da enxertia (PPE) variou de 94,9 a 100 %, com média de 97,03 %. O índice de compatibilidade da enxertia (IC) variou de 0,86 a 0,93 (Tabela 6).

Tabela 6. Porcentagem de pegamento da enxertia (PPE) e valores médios de diâmetro do porta-enxerto (DPE), diâmetro do enxerto (DE) e índice de compatibilidade da enxertia (IC) em quatro combinações de enxerto e porta-enxertos.

| Tratamento | PPE (%) | DPE | DE | IC (DE/DPE) |
|----------------------------|---------|------|------|-------------|
| | % | cm | cm | |
| Auto-enxertia | 97,2 | 1,53 | 1,38 | 0,91 |
| PE: BGH 2077 - E: Santyno® | 94,9 | 1,69 | 1,45 | 0,86 |
| PE: BGH 2077 - E: Santyno® | 96 | 1,58 | 1,46 | 0,93 |
| PE: BGH 2086 - E: Santyno® | 100 | 1,54 | 1,43 | 0,93 |

A PPE foi considerada muito boa para todos os tratamentos (> 94,9 %), indicando que as condições em que a enxertia foi realizada favoreceram a sequência de eventos morfogênicos que resultam no pegamento do enxerto. Estes resultados são superiores aos encontrados por Simões *et al* (2014), que lograram 83,3 % e 91,7 % de pegamento de enxertia ao utilizar jurubeba (*Solanum stramonifolium*) e jurubebão

vermelho (*Solanum lycocarpum*) como porta-enxertos para tomateiro e Cardoso *et al* (2006), que obtiveram 93,4 % ao avaliarem o híbrido Hawaii 7996, como porta-enxerto.

A variação de 94,9 a 100 % na PPE entre os tratamentos pode ser atribuída a habilidade do enxertista, uma vez que todas as mudas foram produzidas sob as mesmas condições ambientais e pela mesma modalidade e tipo de enxertia.

O IC é determinado pela relação entre os diâmetros do enxerto e do porta-enxerto. Quanto mais próximo de 1 (um) é o valor, maior será a compatibilidade (COSTA *et al.*,2012), traduzida em uma maior conexão do sistema vascular. Como foram utilizados porta-enxertos pertencentes a mesma espécie da variedade enxertada (*Solanum lycopersicum*), os valores de IC próximo a 1 já eram esperados (Tabela 6), uma vez que quanto maior a afinidade botânica e o grau de parentesco entre enxerto e porta-enxerto, maior a probabilidade de êxito na enxertia (PEIL, 2003).

4.2. Parâmetros fotossintéticos

Não houve diferença para as características de taxa de assimilação líquida de CO₂ (A), condutância estomática (gs), taxa transpiratória (E) e razão entre a concentração interna e externa de CO₂ (ci/ce) (Tabela 7).

Tabela 7. Resumo da análise de variância para as características taxa de assimilação líquida de CO₂ (A), condutância estomática (gs), taxa transpiratória (E) e razão entre a concentração interna e externa de CO₂ (ci/ce).

| FV | GL | Quadrados Médios | | | |
|------------|----|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | | A | gs | E | ci/ce |
| Bloco | 5 | 27,847 | 0,008 | 0,424 | 0,017 |
| Tratamento | 4 | 23,673 ^{ns} | 0,001 ^{ns} | 0,021 ^{ns} | 0,006 ^{ns} |
| Resíduo | 20 | 14,161 | 0,005 | 0,056 | 0,006 |
| CV (%) | 29 | 15,73 | 20,11 | 8,09 | 14,88 |

*significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F, ^{ns}não significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F.

A taxa de assimilação líquida de CO₂ (A) variou de 22,11 a 26,41 μmol CO₂ m⁻² s⁻¹, a condutância estomática (gs) de 0,35 a 0,38 mol H₂O m⁻² s⁻¹, a taxa transpiratória (E) de 2,87 a 3,02 mmol H₂O m⁻² s⁻¹ e a razão entre a concentração interna e externa de CO₂ (ci/ce) de 0,47 a 0,54, sendo que nenhuma variável foi afetada pela auto-

enxertia, nem pelos demais porta-enxertos utilizados (Tabela 8).

Tabela 8. Valores médios da taxa de assimilação líquida de CO₂ (A), condutância estomática (gs), taxa transpiratória (E) e razão entre a concentração interna e externa de CO₂ (ci/ce) do tomateiro Santyno® em não enxertado, auto enxertado e em três acessos utilizados.

| Tratamento | A | gs | E | ci/ce |
|----------------------------|---|---|--|-------|
| | $\mu\text{mol CO}_2$ $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ | $\text{mol H}_2\text{O}$ $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ | $\text{mmol H}_2\text{O}$ $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ | |
| Não enxertado | 26,41 | 0,38 | 2,91 | 0,47 |
| Auto-enxertia | 22,11 | 0,36 | 2,92 | 0,54 |
| PE: BGH 2006 - E: Santyno® | 23,12 | 0,38 | 2,89 | 0,52 |
| PE: BGH 2077 - E: Santyno® | 22,33 | 0,35 | 2,87 | 0,52 |
| PE: BGH 2086 - E: Santyno® | 25,68 | 0,36 | 3,02 | 0,48 |

Colla *et al* (2012), trabalhando com a cultura da abóbora, observaram que a enxertia promove algumas alterações fisiológicas, constatando que em plantas enxertadas as trocas gasosas sofrem modificações em função do porta-enxerto. Diversos trabalhos, avaliando o efeito da enxertia em parâmetros fotossintéticos, foram realizados utilizando-se porta-enxerto e enxerto pertencentes a espécies diferentes. Dentre tais trabalhos, destacam-se o uso da abóbora (*Cucurbita maxima x Cucurbita moschata*) como porta-enxerto para o melão (*Cucumis melo* L.) (SALEHI *et al.*, 2010; BAUSTISTA *et al.*, 2011; LIU *et al.*, 2011); cabaça d'água (*Lagenaria siceraria*) como porta-enxerto para melancia (*Citrullus lanatus*) (YANG *et al.*, 2005); abóbora como porta-enxerto para pepino (*Cucumis sativus*) (AMARO *et al.*, 2014) e berinjela (*Solanum melongena*) como porta-enxerto para tomateiro (*Solanum lycopersicum*) (BHATT *et al.*, 2015).

Plantas de pepino enxertadas em abóbora apresentaram maiores A, gs e E, quando comparadas às plantas não enxertadas (AMARO *et al.*, 2014). De acordo com esses autores, tal resultado pode ser atribuído ao fato da abóbora possuir um sistema radicular mais vigoroso e profundo, aumentando a capacidade de absorção e translocação de água e nutrientes, além da síntese de hormônios vegetais. Já em trabalhos com a cultura do tomateiro sob condições de estresse hídrico, BHATT *et al* (2015) observaram que os parâmetros fotossintéticos mostraram menor declínio nas plantas enxertadas em berinjela em comparação com as plantas autoenxertadas e não enxertadas.

No presente trabalho, enxerto e porta-enxerto foram obtidos de plantas da

mesma espécie (*Solanum lycopersicum*), o que pode explicar o fato de não ter ocorrido influência dos porta-enxertos nos parâmetros fotossintéticos da variedade enxertada.

4.3. Estado nutricional

Com relação ao estado nutricional, houve diferenças para as concentrações foliares de nitrogênio (N) e potássio (K) (Tabela 9).

Tabela 9. Resumo da análise de variância para as concentrações foliares de N, P, K, Ca, Mg e S.

| FV | GL | Quadrados Médios | | | | | |
|------------|----|------------------|---------------------|---------|----------------------|---------------------|---------------------|
| | | N | P | K | Ca | Mg | S |
| Bloco | 5 | 6,232 | 2,121 | 5,436 | 12,934 | 5,39 | 5,211 |
| Tratamento | 4 | 18,996* | 1,109 ^{ns} | 41,425* | 85,383 ^{ns} | 7,265 ^{ns} | 6,405 ^{ns} |
| Resíduo | 20 | 6,125 | 3,077 | 6,879 | 53,988 | 4,473 | 4,851 |
| CV (%) | 29 | 6,18 | 26,82 | 12,55 | 30,96 | 43,41 | 21,96 |

*significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F, ^{ns}não significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F.

As concentrações foliares de P, Ca, Mg e S estão dentro da faixa considerada ideal para a cultura do tomateiro (JONES JUNIOR, 1999). O P variou de 6,03 a 6,98 g Kg⁻¹, o Ca de 20,11 a 29,69 g Kg⁻¹, o Mg de 4,12 a 6,79 g Kg⁻¹ e o S de 9,29 a 11,83 g Kg⁻¹, e não foram influenciados pela auto-enxertia, nem pelos demais porta-enxertos utilizados (Tabela 10).

Tabela 10. Valores médios das concentrações foliares de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) do tomateiro Santyno® não enxertado, auto enxertado e em três acessos utilizados como porta-enxerto.

| Tratamento | N | P | K | Ca | Mg | S |
|----------------------------|--------------------|--------|----------|---------|--------|---------|
| | g Kg ⁻¹ | | | | | |
| Não enxertado | 38,2 b | 6,14 a | 16,63 b | 23,67 a | 4,12 a | 9,75 a |
| Auto-enxertia | 42,7 a | 6,91 a | 20,09 ab | 24,29 a | 4,63 a | 9,92 a |
| PE: BGH 2006 - E: Santyno® | 40,5 ab | 6,98 a | 22,71 a | 29,69 a | 6,79 a | 11,83 a |
| PE: BGH 2077 - E: Santyno® | 40,2 ab | 6,78 a | 22,62 a | 20,91 a | 4,71 a | 9,29 a |
| PE: BGH 2086 - E: Santyno® | 38,6 ab | 6,03 a | 22,87 a | 20,11 a | 4,16 a | 9,39 a |

As concentrações foliares de P, Ca, Mg e S estão dentro da faixa considerada ideal para a cultura do tomateiro (JONES JUNIOR, 1999). O P variou de 6,03 a 6,98 g Kg⁻¹, o Ca de 20,11 a 29,69 g Kg⁻¹, o Mg de 4,12 a 6,79 g Kg⁻¹ e o S de 9,29 a 11,83 g Kg⁻¹, e não foram influenciados pela auto-enxertia, nem pelos demais porta-enxertos utilizados (Tabela 10).

A concentração de N variou de 38,2 a 42,7 g Kg⁻¹, estando esses valores dentro da faixa de 28,0 a 60,0 g Kg⁻¹, considerada ideal, por Jones Junior (1999), para a cultura do tomateiro. Maior acúmulo de N nas folhas ocorreu em plantas auto enxertadas, quando comparadas com as plantas não enxertadas, com aumento de 11,78 % (Tabela 10).

O estado nutricional de plantas enxertadas pode estar relacionado a combinação de porta-enxerto e enxerto, sendo que a concentração de alguns nutrientes na parte aérea pode ter relação com a concentração desses nutrientes no porta-enxerto (CANIZAREZ & VILLAS BÔAS, 2003; SILVA, 2012). As características físicas do sistema radicular, como seu desenvolvimento lateral e vertical, também podem promover o aumento na absorção de água e alguns nutrientes (SANTOS, 2016).

No presente trabalho, o aumento na concentração de N, em relação ao tratamento não enxertado, foi verificado apenas em plantas auto enxertadas. Com base em tal resultado, pode-se concluir que o aumento na concentração de N, apenas em plantas auto enxertadas não foi influenciado apenas pelo porta-enxerto, visto que na auto-enxertia as plantas apresentam o mesmo sistema radicular que as plantas não enxertadas.

Resultados semelhantes foram obtidos por Venama et al (2008), que ao avaliarem o estado nutricional do tomateiro, observaram que a concentração total de nitrogênio foi maior em plantas auto enxertadas, em condições de baixa temperatura do solo na rizosfera, sendo que não foram encontradas diferenças quando as plantas foram enxertadas em outros porta-enxertos. Segundo esses autores, o conteúdo de nitrogênio também pode ser influenciado pelas condições ambientais nas quais as plantas estão se desenvolvendo.

De acordo com Martínez-Ballesta et al (2010), as concentrações de macro e micronutrientes são afetadas pelas características do porta-enxerto e do enxerto, entretanto, dependendo do elemento químico e das condições ambientais, o efeito pode mudar. A concentração de K variou de 16,63 a 22,87 g Kg⁻¹ e se encontra dentro da faixa de 25,0 a 60,0 g Kg⁻¹, considerada ideal, por Jones Junior (1999), para o tomateiro. Pode-se observar que as plantas enxertadas nos acessos BGH 2006, BGH

2077 e BGH 2086 acumularam maiores conteúdo deste nutriente, em relação às plantas não enxertadas, com aumentos de 36,8, 36,01 e 37,52 %, respectivamente (Tabela 9).

Resultados semelhantes foram observados na cultura do pepino (MACEDO JUNIOR, 1998; CANIZARES, 2001; ROUPHAEL *et al.*, 2008), melancia (GORETA *et al.*, 2008) e tomateiro (FERNANDEZ-GARCIA *et al.*, 2008; MARTINEZ-RODRIGUEZ *et al.*, 2008).

Da mesma forma que na absorção do N, o aumento na absorção de K pode estar relacionado a diversos fatores. As características de porta-enxerto e enxerto, por exemplo, e o desenvolvimento do sistema radicular, podem promover o aumento na absorção de água e alguns nutrientes, entretanto, podem afetar o conteúdo de macro e micronutrientes de forma diferente, sendo que o resultado pode mudar em função do nutriente avaliado, do material genético utilizado e das condições ambientais em que as plantas estão se desenvolvendo (MARTÍNEZ-BALLESTA *et al.*, 2010; SANTOS, 2016).

Isso explica a diferença nos resultados obtidos, visto que nem todos os nutrientes foram influenciados pelos porta-enxertos e a resposta entre plantas auto enxertadas e enxertadas em três acessos também variou.

4.4. Características morfológicas

Houve diferenças para as características altura da planta (AP) e comprimento de entrenó (CE), porém não houve efeito para o índice de área foliar (IAF) e diâmetro de entrenó (DE) (Tabela 11).

Tabela 11. Resumo da análise de variância para as características altura da planta (AP), índice de área foliar (IAF), diâmetro do entrenó (DE) e comprimento do entrenó (CE).

| FV | GL | Quadrados Médios | | | |
|------------|----|------------------|---------------------|---------------------|---------|
| | | AP | IAF | DE | CE |
| Bloco | 5 | 13,916 | 0,283 | 7,472 | 66,321 |
| Tratamento | 4 | 92,491* | 0,149 ^{ns} | 18,68 ^{ns} | 166,75* |
| Resíduo | 20 | 19,645 | 0,089 | 14,98 | 49,003 |
| CV (%) | 29 | 2,56 | 11,45 | 21,8 | 11,9 |

*significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F, ^{ns}não significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F.

A altura das plantas foi influenciada pelo porta-enxerto utilizado. O acesso BGH 2086 proporcionou menor altura de planta, com redução de 5,28 % e menor comprimento de entrenó, com redução de 19,88 %, quando comparado ao tratamento não enxertado (Tabela 12).

Tabela 12. Valores médios de altura da planta (AP), índice de área foliar (IAF), diâmetro de entrenó (DE) e comprimento de entrenó (CE) do tomateiro Santyno® não enxertado, auto enxertado e em três acessos utilizados como porta-enxerto.

| Tratamento | AP | IAF | DE | CE |
|----------------------------|-----------|-------------------|--------|---------|
| | (cm) | (m ²) | (cm) | (cm) |
| Não enxertado | 177,06 a | 2,37 a | 1,93 a | 6,69 a |
| Auto-enxertia | 175,22 ab | 2,54 a | 1,81 a | 6,12 ab |
| PE: BGH 2006 - E: Santyno® | 170,28 ab | 2,39 a | 1,88 a | 5,65 ab |
| PE: BGH 2077 - E: Santyno® | 175,25 ab | 2,37 a | 1,48 a | 5,59 ab |
| PE: BGH 2086 - E: Santyno® | 167,72 b | 2,15 a | 1,78 a | 5,36 b |

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

A redução do porte das plantas tem sido observada em enxertias de espécies arbóreas e arbustivas perenes, em situações em que se utilizam porta-enxertos e interenxertos oriundos de plantas anãs ou semi-anãs (LALATTA, 1990). Na literatura consultada, não foram encontrados relatos sobre o uso de porta-enxerto anão em espécies olerícolas, com objetivo de redução da altura das plantas. Em espécies frutíferas arbóreas e arbustivas perenes, apesar de já ser uma técnica bem difundida, os fatores responsáveis pela alteração na arquitetura das plantas enxertadas em função do uso de porta-enxerto anão, sejam eles de natureza anatômica, fisiológica ou genética, ainda não são bem conhecidos, entretanto acredita-se que eles estão relacionados a regulação da síntese de hormônios (XU *et al.*, 2015).

Na tentativa de explicar o efeito ananizante, provocado por alguns porta-enxertos, diversas hipóteses têm sido apresentadas. Segundo Soumelidou *et al* (1994) e Kamboj *et al* (1997), a alteração no crescimento da parte aérea pode estar relacionada à auxina, sendo que o transporte entre enxerto e porta-enxerto pode ocorrer em taxas diferentes, de acordo com o genótipo do porta-enxerto. Atkinson *et al* (2003) e Basile *et al* (2003) relatam que a redução no transporte dos solutos, provocada pela união entre porta-enxerto e enxerto, poderia modificar o crescimento e desenvolvimento da parte aérea. Para Prassinis *et al* (2009), trabalhando com a cultura da cerejeira (*Prunus canescens*), observaram que a característica genética do porta-enxerto é o fator

responsável pelas alterações na variedade enxertada, uma vez que o mesmo enxerto pode tornar-se anão ou muito vigoroso, em função do porta-enxerto utilizado.

No presente trabalho não foram observadas diferenças na absorção de nutrientes entre os acessos BGH 2086, BGH 2006 e BGH 2077, em comparação com as plantas não enxertadas, o mesmo ocorrendo com relação à redução no acúmulo de nutrientes. Dessa forma, a hipótese de que a alteração na morfologia das plantas ocorre em função de um impedimento no transporte de água, nutrientes e hormônios, devido a conexão vascular imperfeita entre enxerto e porta-enxerto, não se confirma para os genótipos de tomateiro estudados.

A redução no porte das plantas enxertadas no porta-enxerto BGH 2086 pode estar relacionada às suas características genéticas. Em estudo com acessos do BGH-UFV, com o objetivo de selecionar progenitores visando a introgressão de gene de nanismo em tomateiro industrial, o acesso BGH 2086 se mostrou o mais promissor para ser utilizado em programas de melhoramento, visando a redução do porte das plantas (SEUS, 2015). Além disso, o fenótipo anão do BGH 2086 pode ser expresso pelo gene *br*, que é responsável pelo encurtamento dos entrenós da haste e dos ramos sem alterar a morfologia das folhas e tamanho de frutos (Tomato Genetics Resource Center, 2015; SEUS, 2015). Esse efeito também foi observado no presente trabalho, sendo que as plantas enxertadas no acesso BGH 2086 apresentaram redução no comprimento dos entrenós, sem alteração no comprimento e largura de folhas e no tamanho dos frutos.

4.5. Produção

Não houve diferenças para as características massa média de frutos (MMF), produtividade comercial (PC) e produtividade total (PT) (Tabela 13).

Tabela 13. Resumo da análise de variância para as características massa média de fruto (MMF), produtividade comercial (PC) e produtividade total (PT).

| FV | GL | Quadrados Médios | | |
|------------|----|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| | | MMF | PC | PT |
| Bloco | 5 | 213,168 | 161,686 | 146,189 |
| Tratamento | 4 | 326,648 ^{ns} | 105,197 ^{ns} | 82,382 ^{ns} |
| Resíduo | 20 | 166,452 | 63,443 | 62,944 |
| CV (%) | 29 | 7,08 | 8,27 | 7,79 |

*significativo a 5% de probabilidade pelo teste F, ^{ns}não significativo a 5% de probabilidade

A MMF variou de 170,77 a 189,78 g, a PC de 89,16 a 99,02 t ha⁻¹ e a PT de 95,84 a 106,03 t ha⁻¹ (Tabela 14).

Tabela 14. Valores médios de massa média de frutos (MMF), produtividade comercial (PC) e produtividade total (PT), do tomateiro Santyno® não enxertado, auto enxertado e em três acessos utilizados como porta-enxerto.

| Tratamento | MMF | PC | PT |
|----------------------------|--------|--------------------|--------|
| | g | t ha ⁻¹ | |
| Não enxertado | 187,47 | 99,02 | 106,03 |
| Auto-enxertia | 189,78 | 98,93 | 102,82 |
| PE: BGH 2006 - E: Santyno® | 180,87 | 98,48 | 102,43 |
| PE: BGH 2077 - E: Santyno® | 182,05 | 96,12 | 102,03 |
| PE: BGH 2086 - E: Santyno® | 170,77 | 89,16 | 95,84 |

Diversas pesquisas relacionadas à influência da enxertia na produção de frutos já foram realizadas para o tomateiro (KHAH *et al.*, 2006; SINGH *et al.*, 2014), berinjela (MONCADA *et al.*, 2013), melão (COHEN *et al.*, 2012; MOHAMMADI *et al.*, 2015) e pimentão (LEAL-FERNÁNDEZ *et al.*, 2013). Os resultados variam de acordo com a combinação porta-enxerto/enxerto e com a condição em que as plantas foram cultivadas.

Sob condições de estresses biótico ou abiótico, a enxertia pode resultar em plantas mais vigorosas, quando comparadas às não enxertadas, em função da resistência ou tolerância conferida pelo porta-enxerto (LOUWS *et al.*, 2010). Alguns trabalhos relatam que a enxertia pode aumentar a produção de frutos, devido ao uso de porta-enxertos com sistema radicular mais vigorosos, que otimizam a absorção de água e nutrientes (SCHWARZ *et al.*, 2012). Entretanto, há relatos de que a enxertia não teve influência na produtividade de frutos (LOOS *et al.*, 2009; GOMES *et al.*, 2016; GOMES *et al.*, 2017).

No presente trabalho, a produtividade não foi influenciada pela auto-enxertia nem pelos demais porta-enxertos utilizados. Este resultado já era esperado, uma vez que as plantas foram cultivadas limitando-se o número de cachos por planta, com o objetivo de padronizar a poda apical, o que permitiria avaliar possíveis diferenças na altura final das plantas. Além disso, o número de frutos por cacho foi limitado a seis, com o objetivo de avaliar o tamanho de frutos, o que permitiria observar se alguma possível alteração seria em função do porta-enxerto, e não do aumento do número de

drenos por planta, que poderia resultar em maior competição por fotoassimilados e, conseqüentemente, redução no tamanho dos frutos.

4.6. Características físico-químicas dos frutos

Não houve diferença para as características diâmetro transversal (DT) e longitudinal (DL), firmeza de fruto (FF), relação a*/b*, teor de sólidos solúveis totais (SST), pH, acidez titulável em % de ácido cítrico (AT) e relação SST/AT (Tabela 15).

Tabela 15. Resumo da análise de variância para as características diâmetro transversal (DT) e longitudinal (DL), firmeza de fruto (FF), relação a*/b*, sólidos solúveis totais (SST), pH, acidez titulável em % de ácido cítrico (AT) e relação SST/AT.

| FV | GL | Quadrados Médios | | | | | | | |
|------------|----|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | | DT | DL | FF | a*/b* | SST | pH | AT | SST/A T |
| Bloco | 5 | 10,1 | 6,6 | 1,106 | 0,01 | 0,14 | 0,006 | 0,003 | 8,13 |
| Tratamento | 4 | 4,6 ^{ns} | 5,7 ^{ns} | 2,07 ^{ns} | 0,01 ^{ns} | 0,013 ^{ns} | 0,002 ^{ns} | 0,004 ^{ns} | 10,51 ^{ns} |
| Resíduo | 20 | 4,2 | 6,5 | 2,81 | 0,02 | 0,082 | 0,002 | 0,013 | 11,14 |
| CV (%) | 29 | 2,9 | 3,5 | 22,21 | 11,96 | 6,72 | 0,9 | 25,84 | 32,05 |

*significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F, ^{ns}não significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F.

A FF variou de 6,72 a 8,25 N m⁻², a relação a*/b* de 1,17 a 1,20, o SST de 4,23 a 4,35 °Brix, o pH de 4,31 a 4,35, a AT de 0,42 a 0,47 % e a relação SST/AT de 9,29 a 12,55 (Tabela 16).

Tabela 16. Valores médios de firmeza de fruto (FF), relação a*/b*, sólidos solúveis totais (SST), pH, acidez titulável (AT) e relação SST/AT do tomateiro Santyno® não enxertado, auto enxertado e em três acessos utilizados como porta-enxerto.

| Tratamento | FF | a*/b* | SST | pH | AT | SST/AT |
|----------------------------|-------------------|-------|-------|------|------|--------|
| | N m ⁻² | | °Brix | | % Ac | |
| Não enxertado | 7,63 | 1,20 | 4,23 | 4,35 | 0,42 | 10,31 |
| Auto-enxertia | 6,72 | 1,22 | 4,35 | 4,31 | 0,42 | 12,55 |
| PE: BGH 2006 - E: Santyno® | 7,31 | 1,30 | 4,32 | 4,34 | 0,46 | 9,35 |
| PE: BGH 2077 - E: Santyno® | 7,89 | 1,22 | 4,27 | 4,35 | 0,47 | 9,29 |
| PE: BGH 2086 - E: Santyno® | 8,25 | 1,17 | 4,24 | 4,32 | 0,42 | 10,55 |

Esses resultados demonstram que os frutos produzidos são de alta qualidade, uma vez que isso ocorre quando o pH está dentro da faixa de 4,0 a 4,5 (BERNARDI *et al.*, 2007) e os valores de SST, AT e SST/AT são superiores a 3°Brix, 0,32 % e 10, respectivamente (KADER & SREVENS, 1978), com exceção para os frutos obtidos em plantas enxertadas nos acessos BGH 2006 e BGH 2077, onde a relação SST/AT foi inferior a 10. Além disso, os frutos foram colhidos no estágio ideal para comercialização, que segundo Batu (2004) ocorre quando a relação a^*/b^* está entre 0,95 e 1,21, indicando que atingiu 90 % ou mais de coloração vermelha.

Diversos estudos relacionados à influência da enxertia na qualidade de frutos já foram realizados (SIRTOLI *et al.*, 2011; SOTERIOU *et al.*, 2014; SANTOS *et al.*, 2014; e HUANG *et al.*, 2015). Entretanto, há controvérsias em relação aos resultados, sendo que, em algumas pesquisas, a enxertia influencia, negativamente, a qualidade dos frutos, e em outras, a resposta é positiva. Segundo Flores *et al* (2010), dependendo da combinação porta-enxerto/enxerto, a qualidade dos frutos produzidos pode diminuir ou aumentar.

Esses resultados, que muitas vezes parecem contraditórios, ocorrem, principalmente, devido à complexidade dos processos bioquímicos que determinam a síntese de compostos relacionados as características de qualidade dos frutos (DJIDONOU, 2016). Além disso, esses compostos podem ser afetados por diversos fatores, como cultivar utilizada, manejo da cultura, estágio de maturação dos frutos e condições ambientais (SIMONNE *et al.*, 2011).

Diante disso, a avaliação das espécies de porta-enxertos em diferentes cultivares enxertadas e sob diversas condições ambientais é de fundamental importância (KOBORI & SANTOS, 2003), pois independente do objetivo da enxertia, o porta-enxerto utilizado não deve afetar negativamente a qualidade de frutos, o que poderia inviabilizar sua comercialização.

5. CONCLUSÕES

- A PPE (média de 97,03 %) foi considerada satisfatória e houve boa compatibilidade entre a variedade copa Santyno® e os porta-enxertos Santyno®, BGH 2006, BGH 2077 e BGH 2086;
- Os parâmetros fotossintéticos, avaliados por meio da taxa assimilatória líquida de CO₂, condutância estomática, taxa transpiratória e razão entre a concentração interna e externa de CO₂ não foram afetados pelo porta-enxerto;
- Os porta-enxertos BGH 2006, BGH 2077 e BGH 2086 não contribuíram para um maior acúmulo foliar dos macronutrientes na variedade copa. Isto somente ocorreu nas plantas auto enxertadas, com maior acúmulo de N e K;
- O porta-enxerto BGH 2086 proporcionou menor altura de planta e menor comprimento de entrenó, sem alterar o comprimento e largura das folhas e tamanho do fruto;
- A massa média de frutos, produtividade comercial e produtividade total do cultivar Santyno® não foram influenciadas pela combinação enxerto/porta-enxerto;
- As características físico-químicas dos frutos, avaliadas por meio do diâmetro transversal, diâmetro longitudinal, firmeza do fruto, razão entre a concentração interna e externa de CO₂, sólidos solúveis totais, pH, acidez titulável (em % de ácido cítrico) e relação sólidos solúveis/acidez titulável não foram afetadas pela enxertia do cultivar Santyno® em diferentes porta-enxertos.

6. REFERÊNCIAS

- AGUIAR, C. **Arquitetura de Plantas**. Escola Superior Agrária de Bragança, p. 1-46, 2014.
- AGRIANUAL. **Anuário da Agricultura Brasileira**. FNP Consultoria e Agroinformativos, p. 435-439, 2016.
- ALMEIDA, V. S. et al. Sistema Viçosa para o cultivo de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 1, p. 74–79, 2015.
- ALVARENGA, M.A.A.R. **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. UFLA, 2004.
- ALVARENGA, M.A.A.R. (2004). **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. UFLA, 2013.
- AMARO, A.C.E. The use of graft to improve the net photosynthesis of cucumber. **Theoretical and Experimental Plant Physiology**, v.26, p.241-249, 2014.
- ARAUS, J. et al. Physiology of yield and adaptation in wheat and barley breeding. In: Nguyen, H.T.; Blum, A. **Physiology and biotechnology integration for plant breeding**. Universitat de Barcelona, Barcelona, cap 1, p. 1-50, 2004.
- ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.D., SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho: análise do estado-da-arte. **Ciência Rural**, v. 31, p. 1075-1084, 2001.
- ASTEGIANO, E.D; FAVARO, J.C; BOUZO, C.A. Estimación del área foliar em distintos cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) utilizando medidas foliares lineales. **Investigation agrícola**, v.16, p. 245-256, 2001.
- ATKINSON, C.; ELSE, M. Understanding how rootstocks dwarf fruit trees. **Compact Fruit Tree**, v. 64, p.46–49, 2001.
- ATKINSON, C.J., et al. Root and stem hydraulic conductivity as determinants of growth potential in grafted trees of apple (*Malus pumila* Mill.). **Journal of Experimental Botany**, v. 54, p.1221–122, 2003.
- AUMONDE, T. Z.; PEDÓ, T.; PEIL, R. M. N. Grafting and initial growth in two cultivars of cucumber. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 5, p. 11–15, 2011.
- BASILE, B; MARSAL, J; DEJONG, T.M. Daily shoot extension growth of peach trees growing on rootstocks that reduce scion growth is related to daily dynamics of stem water potential. **Tree Physiology**. V. 23, p. 695–704, 2003.
- BASTOS, D. C.; FERREIRA, E. A.; PASSOS, O. S. Cultivares copa e porta-enxertos para a citricultura brasileira. **Informe Agropecuário**, v. 35, p. 36–45, 2014.
- BATU, A. Determination of acceptable firmness and colour values of tomatoes. **Journal of Food Engineering**, v. 61, p. 471-475, 2004.

- BAUTISTA, A.S et al. Effects of simple and double grafting melon plants on mineral absorption, photosynthesis, biomass and yield. **Scientia Horticulturae**, v.130, p.575-580, 2011.
- BERNARDI A. C. C. et al. Produção e qualidade de frutos de tomateiro cultivado em substrato com zeólita. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 306-311, 2007.
- BHATT, R. M. et al. Interspecific grafting to enhance physiological resilience to flooding stress in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). **Scientia Horticulturae**, v. 182, p. 8–17, 2015.
- BIERBIGER, A. The creation of semi-dwarf barley varieties. **Euphytica**, v. 17, p. 177-184, 1968.
- BLANCHAR, R. W.; REHM, G.; CALDWELL, A. C. Sulfur in plant material by digestion with nitric and perchloric acid. **Proceedings-Soil Science Society of America**, v. 29, n. 1, p.71-72, 1965.
- BRAGA, J.M.; DEFELIPO, B.V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solo e material vegetal. **Revista Ceres**, 21:73-85, 1974.
- BREMNER, J.M. Inorganic Forms of Nitrogen. In: Black, C.A., et al., Eds., **Methods of Soil Analysis**, Part 2, Agronomy Monograph No. 9, ASA and SSSA, Madison, p. 1179-1237, 1965.
- CAMARGO, C.D.O. Melhoramento do trigo. IX. Estudo genético de fontes de nanismo. **Bragantia**, v. 43, p. 591-603, 1984.
- CAMPO-DALL'ORTO, F.A. et al. Clones de ameixeira como porta-enxerto ananicante para pessegueiro. **Boletim Técnico**, v. 122, p. 19. (Instituto Agrônômico), 1988.
- CANTÍN, C. M. et al. Growth, yield and fruit quality of ‘Van’ and ‘Stark Hardy Giant’ sweet cherry cultivars as influenced by grafting on different rootstocks. **Scientia Horticulturae**, v. 123, p. 329–335, 2010.
- CARDOSO, F. B. **Produtividade e qualidade de tomate com um e dois cachos em função da densidade de plantas, em hidroponia**. 2007. 49 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- CARVALHO, A. et al. Número de locos e ação gênica de fatores para porte pequeno em *Coffea arabica* L. **Bragantia** v. 43, p. 425-442, 1984.
- CARVALHO, J.O. et al. Desempenho de famílias e híbridos comerciais de tomateiro para processamento industrial com irrigação por gotejamento. **Horticultura Brasileira** v. 21, p. 525-533, 2003.
- CLEMENTE, F.M.V.T., BOITEUX, L.S. **Produção de tomate para processamento industrial**. Embrapa, v. 344, 2012.
- COLLA, G. et al. Influence of grafting on yield and fruit quality of pepper (*Capsicum annuum* L.) grown under greenhouse conditions. **Acta Horticulturae**, v. 1, p. 359–364, 2008.

COLLA, G; et al. Grafting cucumber plants enhance tolerance to sodium chloride and sulfate salinization. **Scientia Horticulturae**, v.135, p.177-185, 2012.

CORRÊA, A. L.; FERNANDES, M. D. C. D. A.; AGUIAR, L. A. D. Produção de tomate sob manejo orgânico. **Programa Rio Rural**, p. 40, 2012.

DAVIS, A. R. et al. Grafting effects on vegetable quality. **HortScience**, v. 43, n. 6, p. 1670–1672, 2008.

DJIDONOU, D. et al. Nutritional Quality of Field-grown tomato Fruit as Affected by Grafting with Interspecific Hybrid Rootstocks. **Hortscience**, p. 1618–1624. 2016.

FIGUEIREDO et al. Comportamento de plantas de tomateiro indeterminado na presença de regulador de crescimento. **Revista Ciências Exatas e da Terra e Ciências Agrárias**, v. 10, n. 1, p. 31-40, 2015.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**. Viçosa: UFV, 2000.

FILHO, J. A. S. et al. Comportamento de duas cultivares de pessegueiro com interenxerto da ameixeira januária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p. 757–765, 2000.

FILHO, J. U. T. B. et al. Influência da enxertia nas trocas gasosas de dois híbridos de berinjela cultivados em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 21, p. 474–477, 2003.

FLORES, F. B. et al. The effectiveness of grafting to improve tomato fruit quality. **Scientia Horticulturae**, v. 125, n. 3, p. 211–217, 2010.

FUJIOKA, S.; YOKOTA, T. Biosynthesis and metabolism of brassinosteroids. **Annual Review Plant Biology**, v. 54, p. 137-164, 2003.

GALLI, F. **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. São Paulo: Ceres, p. 515.1980.

GODIN C. Representing and encoding plant architecture: a review. **Annals of Forest Science**, v. 57, p. 413–438, 2000.

HANSCH, P. et al. The commercial potential of dwarf fruit trees. **California Agriculture**, v. 33, p. 4-6, 1979.

HEDDEN, P. The genes of the Green Revolution. **Trends in Genetics**, v. 19, n. 1, p. 5-9, 2003.

HOLCMAN, E. **Microclima e produção de tomate tipo cereja em ambientes protegidos com diferentes coberturas plásticas**. 2009. 128 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

JONES JUNIOR; J. B. **Tomato plant culture - in the field, greenhouse, and home garden**. New York: CRC Press. 199 p, 1999.

KADER, A. A. et al. Composition and flavor quality of fresh quality of fresh market

tomatoes as influenced by some postharvest handling procedures. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, p. 6-13. 1978.

KEMBLE, J. M. et al. Spacing, root cell volume, and age affect production and economics of compact-growth-habit tomatoes. **HortScience**, v. 29, n. 12, p. 1460–1464, 1994.

KHUSH G.S. Green revolution: the way forward. **Nature Reviews Genetics**, v.2, p. 815–822, 2009.

KING, S. R. et al. Genetics, breeding and selection of rootstocks for solanaceae and cucurbitaceae. **Scientia Horticulturae**, v. 127, n. 2, p. 106–111, 2010.

KONICA MINOLTA ENTENDENDO O ESPAÇO DE COR L, A B. Disponível em: < <http://sensing.konicaminolta.com.br/2013/11/entendendo-o-espaco-de-cor-lab/>> Acesso em: 17 jul. 2017.

KOBORI, R.F.; SANTOS, H.S. Problemas relacionados ao uso de porta-enxertos na enxertia. In: GOTO, R.; SANTOS, H. S.; CAÑIZARES, K. A. L. **Enxertia em hortaliças**. São Paulo, ed. UNESP, p.33-39, 2003.

KUBOTA, C. et al. Vegetable grafting: History, use, and current technology status in North America. **Hortscience**, v. 43, n. D, p. 1664–1669, 2008.

LALATTA, Filippo. El Cultivo Moderno del Manzano. **Colección Agricultura y Horticultura**, 2 edición. Barcelona: Editorial de Vecchi, 127 p.1990.

LEE, J. et al. Current status of vegetable grafting : Diffusion, grafting techniques, automation. **Scientia Horticulturae**, v. 127, n. 2, p. 93–105, 2010.

LEE, J. M.; ODA, M. Grafting of herbaceous vegetable and ornamental crops. **Horticultural Reviews**, v.28, 2003.

LIMA, J. E. et al. Micro-MsK: a tomato genotype with miniature size, short life cycle, and improved in vitro shoot regeneration. **Plant Science**, v. 167, n. 4, p. 753-757, 2004.

LIU, Y. F. et al. Grafting helps improve photosynthesis and carbohydrate metabolism in leaves of muskmelon. **International Journal of Biological Sciences**, v.7, p.1161-1170, 2011.

LOOS, R.A.; CALIMAN, F.R.B.; SILVA, D.J.H. Enxertia, produção e qualidade de tomateiros cultivados em ambiente protegido. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.1, p.232- 235, 2009.

LOPES, J. F. **Banco de Germoplasma de Hortaliças**. Disponível em <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2251698/banco-de-germoplasma-de-hortalicas>> Acesso em: 22 jun. 2017.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba, POTAFOS, 201 p, 1989

MARCON FILHO, J. L. et al. Aspectos produtivos e vegetativos de macieiras cv.

Imperial Gala interenxertadas com EM-9. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 3, p. 784–791, 2009.

MARTÍ, E. et al. Genetic and physiological characterization of tomato cv. Micro-Tom. **Journal of Experimental Botany**, v. 57, p. 2037-2047, 2006.

MARTINEZ-RODRIGUEZ, M. C. et al. The effectiveness of grafting to improve salt tolerance in tomato when an “excluder” genotype is used as scion. **Environmental and Experimental Botany**, p. 392–401, 2008.

MARTÍNEZ-BALLESTA, M. C. et al. Physiological aspects of rootstock–scion interactions. **Scientia Horticulturae**, v. 127, p. 112–118, 2010.

MEISSNER, R. et al. A new model system for tomato genetics. **Plant Journal**, 1997.

MELO, P.C.T.D., VILELA, N.J. Desafios e perspectivas para a cadeia brasileira do tomate para processamento industrial. **Horticultura Brasileira**, v. 23, 2005.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Regulamento técnico de identidade e qualidade para a classificação do tomate**: Portaria nº 85, de 18/03/2002. Brasília: Sistema de consulta à legislação (Sislegis). Brasília. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/legislacao>. Acesso em: 18 mar. 2017.

NIINEMETS, U. Photosynthesis and resource distribution through plant canopies. **Plant, Cell & Environment**, v. 30, p. 1052–1071, 2007.

PEIL, R. A enxertia na produção de mudas de hortaliças. **Ciência Rural**, v. 33, p. 1169–1177, 2003.

PIOTTO, F. A.; PERES, L. E. P. Base genética do hábito de crescimento e florescimento em tomateiro e sua importância na agricultura. **Ciência Rural**, v. 42, n. 11, p. 1941–1946, 2012.

PRASSINOS, C, J. et al. Rootstock-induced dwarfing in cherries is caused by differential cessation of terminal meristem growth and is triggered by rootstock-specific gene regulation. **Tree Physiology** 29: 927-936, 2009.

PRINCE, H.L.; DRINKARD, A.W. Inheritance in tomato hybrids. **The Plant Word**. Virginia, v.177, p.1-52, 1908.

REINHARDT D, KUHLEMEIER, C. **Plant architecture**. EMBO Rep 3, p. 846–851, 2002.

RIBEIRO, A.C. et al. (Eds). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5a aproximação**. Viçosa, UFV, 359p, 1999.

RUTGER, J. et al. Improved short stature rice. **California Agriculture**, v. 30, 1976.

SALEHI, R. Leaf gas exchanges and mineral ion composition in xylem sap of iranian melon affected by rootstocks an training methods. **HortScience**, v.45, p.766-770, 2010.

SANTOS, C. A. C. et al. Crescimento inicial de plantas de maracujazeiro amarelo submetidas à giberelina. **Comunicata Scientiae**, v. 1, n. 1, p. 29-34, 2010.

SCOTT, J., HARBAUGH, B. 'Micro-gold' miniature dwarf tomato. **Hortscience**, v. 30, p. 643-644, 1995.

SCOTT, J., HARBAUGH, B., BALDWIN, E. 'Micro-tina' and 'Micro-gemma' miniature dwarf tomatoes. **Hortscience**, v.35, p. 774-775, 2000.

SEUS, ROGÉRIO. **Introgessão de nanismo em germoplasma de tomate industrial**. 2015. 112 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2015.

SILVA, D.J.H.; MOURA, M.C.C.L.; CASALI, V.W.D. Recursos genéticos do banco de germoplasma de hortaliças da UFV: histórico e expedições de coleta. **Horticultura Brasileira**, v.19, p.108-114, 2001.

SILVA, D. J.; VALE, F. X. R. **Tomate – Tecnologia de Produção**. Viçosa: ed Suprema, 2007.

SILVA, K. S.; FARIA JÚNIOR, M. J. A. Uso de PBZ como estratégia para redução do porte e da brotação lateral de plantas de tomateiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 3, p. 539-543, 2011.

SIMOES, A. C. et al. Compatibilidade de tomateiro sob diferentes porta-enxertos e métodos de enxertia em sistema orgânico. **Enciclopédia Biosfera**, 2014.

SIMONNE, A.H; DO NASCIMENTO, C.N; BRECHT, J.K. Tomato and other solanaceous fruits, p. 321–351. In: L.A. Terry (ed.). **Health promoting properties of fruit and vegetables**, 2011.

SIRTOLI, L. F. et al. Enxertia no desenvolvimento e qualidade de frutos de tomateiro sob diferentes porta-enxertos em cultivo protegido. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 10, p. 15- 22, 2011.

TGRC. **Tomato Genetics Resource Center**. Disponível em: <<http://tgrc.ucdavis.edu/Data/Acc/dataframe.aspx?start=GenSearch.aspx&navstart=n av.html>>. Acesso em: 18 mar. 2017.

TIGCHELAAR, E.C. Tomato breeding. In: BASSER, M.H. **Breeding vegetable crops**. University of Florida, Florida, p. 584, 1986.

TOMAZ, Z. F. P. et al. Crescimento vegetativo, floração e frutificação efetiva do pessegueiro “Jubileu” submetido a diferentes comprimentos de interenxertos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 9, p. 973–979, 2010.

VOS, J. et al. Functional–structural plant modelling: a new versatile tool in crop science. **Journal of Experimental Botany**, v. 61, p. 2101–2115, 2010.

WERNER, C.; RYEL R,J.; CORREIA, O.; BEYSSCHLAG, W. Structural and functional variability within the canopy and its relevance for carbon gain and stress avoidance. **Acta Oecologica**, v. 22, p. 129–138, 2001.

XU, C; MA, Y; CHEN, H. Technique of grafting with Wufanchu (*Vaccinium bracteatum* Thunb.) and the effects on blueberry plant growth and development, fruit yield and quality. **Scientia Horticulturae**, v. 176, p. 290-296, 2014.

YANOKUCHI, Y., OKAMOTO, K. Varietal difference in internode length of tomato, and inheritance and adaptability to tomato cultivation of the short-internode character. **Bulletin of the Nagano Chushin Agricultural Experiment Station**, p. 17-28, 2001.

ZORIĆ, L. et al. Anatomical characteristics of cherry rootstocks as possible preselecting tools for prediction of tree vigor. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 31, p.320–331, 2012.

ZHU, X. G.; LONG, S. P.; ORT, D. R. Improving photosynthetic efficiency for greater yield. **Annual Review of Plant Biology**, v. 61, p. 235–261, 2010.