

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

ANATOMIA E MORFOMETRIA DO PERICARPO DE TOMATE

(*Solanum lycopersicum L.*) EM FUNÇÃO DO SEU DESENVOLVIMENTO

## MATHEUS BARBOSA CAMPOS PATARO

MATHEUS BARBOSA CAMPOS PATARO

Monografia apresentada ao Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do curso de graduação, para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Edgard Augusto de Toledo Picoli

(Orientador)

Thais Roseli Corrêa Carlos Nick Gomes

(Coorientadora) (Coorientador)

# BIOGRAFIA

Matheus Barbosa Campos Pataro, filho de Maria Vitória Campos Pataro e Luiz Sérgio Teixeira Pataro, nascido no dia 17 de Agosto de 1994 em Ponte Nova – Minas Gerais, residente em Urucânia – MG. Cursou o ensino fundamental no Colégio Equipe de Ponte Nova – MG e o ensino médio na Escola Estadual Professor Manoel Rufino, concluindo em 2011.

Em 2012, mudou-se para Belo Horizonte – MG, onde ingressou na FEAD no curso de Agronomia. Já em 2013 mudou-se para Viçosa – MG, onde ingressou na Universidade Federal de Viçosa, dando sequência ao curso de Agronomia, com conclusão em Junho de 2017. Durante a graduação foi estagiário no Departamento de Fitotecnia como voluntário. Além disso, estagiou também no Departamento de Anatomia Vegetal, com bolsa de iniciação científica, onde trabalhou desenvolvendo seu experimento de monografia.

*Dedico este trabalho aos meus pais, Maria Vitória Campos Pataro e Luiz Sérgio Teixeira Pataro, que foram os meus incentivos e porto seguro nessa caminhada, à minha irmã, Laís, que foi minha inspiração de responsabilidade e profissionalismo, e à Sílvia por todo apoio. O apoio de vocês foi fundamental para tornar esse sonho em realidade. Obrigado por todo apoio, toda dedicação e amor incondicional.*

*Essa conquista é nossa!*

# AGRADECIMENTOS

* Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado sabedoria e muitas bênçãos, nunca me deixando perder a fé!
* Aos meus maravilhosospais, Vitória e Sérgio, por sempre me apoiarem e por dedicarem grande parte de suas vidas a mim, sempre com intuito de me fazer feliz.
* À minha amada irmã, Laís, por ser meu exemplo de dedicação, profissionalismo e por sempre estar comigo.
* À Sílvia, por toda amizade, todo apoio e companheirismo.
* Aos meus familiares, que sempre me incentivaram e ajudaram da melhor forma.
* A Universidade Federal de Viçosa, por proporcionar grandes aprendizados acadêmicas e pessoais.
* Aos meus amigos, que sempre me proporcionaram os melhores momentos de descontração e por todo carinho que todos têm por mim.
* À República Taken, que foi minha segunda casa e onde tive minha segunda família. Lá vivi os meus melhores anos de universitário e com pessoas que fazem jus à palavra amizade.
* Ao José Geraldo, por toda paciência e atenção.
* Ao meu orientador, Edgard Augusto de Toledo Picoli, por toda ajuda e por ter me dado a oportunidade de crescimento acadêmico.
* Ao meu coorientador, Carlos Nick, por toda ajuda e ensinamentos.
* A minha coorientadora, Thais Roseli Corrêa, que me ajudou a todo o momento, sempre com muita paciência.
* À Samyra e à Natália, pelos ensinamentos e por toda ajuda.
* Ao meu amigo, Washington, que sempre esteve ao meu lado e nunca mediu esforços para me ajudar.
* A “equipe EuCafé”, que tornou os trabalhos mais prazerosos e que contribuiu para a aprendizagem de trabalho em grupo.
* A Viçosa, uma pequena cidade, de grandes pessoas maravilhosas e acolhedoras.

**SUMÁRIO**

[RESUMO iv](#_bookmark0)

1. [Introdução 2](#_bookmark1)
2. [Objetivos 4](#_bookmark2)
3. [Materiais e Métodos 4](#_bookmark3)
   1. [Análises Anatômicas 4](#_bookmark4)
   2. [Análises estatísticas 5](#_bookmark5)
4. [Resultados e Discussão 6](#_bookmark6)
5. [Conclusão 23](#_bookmark7)
6. [Referências Bibliográficas 24](#_bookmark8)

# RESUMO

A produtividade e a qualidade de tomates tem sido relacionada com as condições edafoclimáticas onde a cultura é conduzida, em atividades de pós- colheita e a polinização por abelhas em ambiente protegido, apesar de o tomateiro possuir autopolinização, a presença desses polinizadores faz com que se tenha um aumento na produção. Ou, na ausência das abelhas, uma vibração que é feita no tomateiro, quando há a emissão de flores, já fará com que se tenha um ganho na produtividade. Porém, existem poucos trabalhos que avaliam a influência dessa vibração, ou melhor dizendo, a influência da polinização mecânica nos cultivos convencionais. A partir disso, o objetivo desse trabalho foi avaliaro efeito em potencial da época de condução (inverno e verão), da polinização natural complementada ou não com vibração mecânica das flores sobre o desenvolvimento dos frutos de tomate. Foram utilizados frutos de tomates paramesa de três diferentes grupos: Italiano, Salada e Santa Cruz, cultivados em duas épocas diferentes: Abril a Agosto de 2015 (inverno), e de dezembro de 2015 a Abril de 2016 (verão). Para as análises anatômicas foram utilizadas quatro frutos por tratamento. O processamento das amostras foram feitas de acordo com os procedimentos adotados no laboratório de Anatomia Vegetal e Morfogênese, no Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Viçosa. Essas imagens foram analisadas no software ImagePro Plus, com a medição de três campos por repetição, para espessura total do pericarpo, espessura do epicarpo, mesocarpo e endocarpo, e área de células do mesocarpo. Os dados foram submetidos à análise da variância (ANOVA), e às análises de regressão para todos os grupos, com a finalidade de verificar o comportamento dos grupos (Italiano, Salada e Santa Cruz) entre os dias após a polinização e as variáveis, foram analisadas com o auxílio do programa SAS (SAS Institute, 2002). Observou-se que os três grupos de tomate apresentaram um desenvolvimento semelhante para a espessura do pericarpo considerando a polinização manual e mecânica em ambos períodos de cultivo.

PALAVRAS CHAVE: polinização, pericarpo, tomate.

### Introdução

O tomate pertence á família *Solanaceae*, sendo*Solanum*um dos gêneros mais importantes dentro desta família, e o*Solanum*lycopersicum uma das espécies mais cultivadas no mundo(SILVA; GIORDANO, 2000). O tomateiro é originário das Américas Central e do Sul, sendo cultivado inicialmente na região andina (Bolívia, Chile, Colômbia, Equador e Peru). Filgueira (2001) relata que o tomateiro foi introduzido na Europa entre 1524 e 1554, servindo inicialmente como adorno, pois existia o receio quanto à toxicidade da fruta. No Brasil, a cultura teve início no século XVI e tomou proporções a partir de 1960 graças aos avanços tecnológicos da época (CATI, 2012). Pertencente ao grupo das hortaliça, o tomate éum fruto que apresenta vários tamanhos, formatos e finalidades, como: tomate para salada e tomate para molho, entre outras.

O Brasil ocupa o primeiro lugar na América do Sul e o nono no mundo na produção de tomate. Na safra de 2016, o Brasil produziu 3.667.121 toneladas de tomate. Já em 2017, foram produzidos 4.320,298 toneladas de tomate. Um aumento de 17,8% na produção. Tendo uma área plantada de

* 1. ha no ano de 2017 e um rendimento médio de 67.452 kg/ha. Sendo a região sudeste a maior produtora de tomate. Esta região produziu em 2017, 2.005.616 toneladas, em uma área total de 27.565 ha (SIDRA, 2017). Os outros polos produtivos do país são: Goiás, Bahia, Ceará, Pernambuco, Santa Catarina, Paraná e Mato Grosso do Sul. Vale ressaltar que nessas regiões estão presentes as maiores empresas de processamento do fruto. Essas empresas, se interessam por frutos de tomate para indústria. Além desses, temos o outro segmento que são os tomates para mesa.

O tomateiro é uma planta autógama, que tem hábito de crescimento indeterminado, é herbácea (FILGUEIRA, 2003), perene, porém é cultivada como anual (FONTES e SILVA, 2005; NAIKA et al., 2006). Suas flores são hermafroditas, pequenas (1-2 cm de diâmetro), com corola e anteras amarelas, cinco estames livres, com anteras juntas formando um cone que envolve o estigma (MINAMI & HAAG, 1989). A deiscência das anteras é poricida, de modo que o pólen é liberado por poros apicais (BUCHMANN, 1983), o que

dificulta a polinização, logo é necessário que se tenha uma vibração(movimentação das flores do tomateiro logo após serem emitidas) por agentes polinizadores, afim de facilitar a liberação do pólen (CARRIZO GARCÍA et al., 2008). A polinização pode ser realizada pelo vento (McGREGOR, 1976), mas ocorre principalmente por abelhas que são capazes de vibrar. Apesar de apresentar autopolinização, o tomateiro tem maior produtividade quando é polinizado por abelhas, ou seja, há uma maior liberação do pólen pelas anteras, ao sofrerem a vibração pelos agentes polinizadores (MACIAS – MACIAS et al., 2009).

A polinização mecânica é uma técnica que consiste na vibração das plantas de tomate (seja de forma mecânica ou manual, apenas movimentando a planta com as mãos, por exemplo), quando essas emitem as suas flores, e essa metodologia apresenta resultados positivos na melhoria do rendimento de frutos no sistema de produção do tomateiro (OSORIO 2016). Já a polinização natural, não existe nenhuma técnica a ser feita no tomateiro, deixando que aconteça naturalmente a autopolinização ou até mesmo a polinização feita por abelhas.

A produtividade e a qualidade de tomates estão relacionadas a fatores como condições edafoclimáticas da cultura (MUELLER et al., 2013; KITTAS et al., 2015), as atividades pós-colheita (PEREIRA et al., 2013) e a polinização por abelhas em ambiente protegido (PRESSMAN et al., 1999; SILVA et al., 2010; DE; VALLEJO-MARIN, 2013; SANTOS et al., 2014). Já no que se refere a importância da polinização mecânica nos cultivos convencionais, há poucos trabalhos que abordam esse tema.

Osorio (2016) verificou que o uso da polinização mecânica no período de invernocontribuiu parao aumento na produção em aproximadadamente 20%,quando comparado ao cultivo que sofre apenas a polinização natural.Contudo não há informações de como os grupos comerciais se comportam para características de anatomia do fruto.

O fruto do tomate consiste basicamente do pericarpo, do tecido placentário e das sementes, sendoclassificado como baga carnosa. O pericarpo provém da parede do ovário, divide-se em 3 partes: exocarpo, mesocarpo (composto de parênquima e feixes vasculares) e endocarpo (camada única de células entorno dos lóculos). As células do mesocarpo são

maiores na região central do tecido e vão diminuindo a medida que vão se aproximando da epiderme e das regiões loculares, podendo os frutos ter dois ou mais lóculos, dependendo da cultivar (KNOBLICH et al., 2005; FERRARI, 2008).

Neste contexto, o objetivo desse trabalho foi avaliar se os métodos de polinização e época de condução das plantas influenciam no desenvolvimento do pericarpo de tomate de três diferentes grupos: italiano, salada e santa cruz.

### Objetivos

* + - Descrever a anatomia do pericarpo durante o desenvolvimento dos frutos dos grupos: italiano, salada e santa cruz;
    - Levantar aspectos da morfometria dos tecidos do pericarpo que contribuem para o seu desenvolvimento;
    - Avaliar se a época de condução, inverno e verão, e a polinização natural e natural complementada com vibração mecânica tem potencial para influenciar no desenvolvimento do pericarpo do tomateiro.

### Materiais e Métodos

Para a realização do experimento foram utilizados frutos de tomates de três diferentes grupos: Italiano, Salada e Santa Cruz, cultivados em duas épocas diferentes: Abril a Agosto de 2015 (inverno), e de Dezembro de 2015 a Abril de 2016 (verão).

### Análises Anatômicas

Para as análises anatômicas foram utilizadas quatro frutos por tratamento. As amostras foram coletadas e fixadas em FAA50 (formaldeído, ácido acético e álcool etílico 50%, na proporção de 5:5:90, v:v:v) por 48h e estocadas em etanol 70% (JOHANSEN, 1940). Posteriormente, o pericarpo foi

subamostrado desidratado na sequência etílica 85% e 95%, sendo mantido por 2h nas soluções. Em seguida, as amostras foram submetidas à mistura de etanol 95% e resina pura (HistoresinLeica, preparada conforme instrução do fabricante), na proporção de 1:1 (v/v), por 48h.

A infiltração foi feita com resina pura, em um dessecador submetido a vácuo, e em intervalos de 12h cada em um período de 7 dias. A resina pura foi misturada ao polimerizadore as amostras emblocadas em moldes plásticos. Os moldes com as amostras foram mantidos 72h em estufa a 35° C e, em seguida, montados em blocos de madeira.Secções transversais com 5µm de espessura foram obtidas em micrótomo rotativo de avanço automático (RM2155, Leica Microsystems Inc., EUA), com navalhas de vidro.

Os cortes obtidos foram destinados a um recipiente contendo água quente, e em seguida, conduzidos, manualmente com um pincel para as lâminas histológicas, sendo essas posteriormente coradas com azul de toluidina 0,05%, pH 6,5 (O’BRIEN et al., 1964) e montadas com resina sintética (Permount, Fisher Scientific, EUA).

As imagens foram obtidas em um fotomicroscópio (Scope A1 com sistema de captura de imagens AxioCam 105 color – Zeiss).Essas imagens foram analisadas em software para análise de imagens ImageProPlus, coma medição de três campos por repetição, para cada variável analisada.

### Análises estatísticas

Os dados foram submetidos à análise da variância (ANOVA)e análises de regressão para todos os grupos, com a finalidade de verificar o comportamento das variáveis (Italiano, Salada e Santa Cruz) entre os dias após a polinização e as variáveis, com o auxílio do programa SAS (SAS Institute, 2002). Foi utilizado um fatorial 3x2x2x7.

### Resultados e Discussão

O pericarpo dos trêsgrupos de tomate foi avaliado ao longo do seu desenvolvimento a partir da polinização e em função do período (verão ou inverno) e metodologia de polinização (natural ou mecânica).

Para todos os grupos, observou-se que o pericarpo apresentou um epicarpo seguido por 3 a 4 camadas de parênquima de natureza colenquimatosa, pertencentes ao mesocarpo (Figura 1). No início do desenvolvimento, em torno de 14 a 21 dias após a polinização (DAP), estas camadas se apresentaram mais densas, o que pode ser relacionado a camadas de células com citoplasma denso ou apresentando potencial capacidade de expansão (Figura 1). Contudo, ao longo do desenvolvimento do fruto compreendido entre 14 e 56 CAP não se observou expansão significativa destas células.

O mesocarpo se estende por várias camadas de células de natureza parenquimática ou se expandem bem mais do que as camadas mais periféricas. O parênquima próximo aos tecidos vasculares, bem como as 2 a 3 camadas mais próximas ao endocarpo apresentam diâmetro intermediário (Figura 1). Os feixes vasculares apresentam tamanhos variáveis o que, devido ao parênquima associado, pode influenciar na espessura total do pericarpo. As células que compõem o mesocarpo são de naturezaparenquimática e se apresentam com formato isodiamétrico, ainda que eventualmente um pouco mais alongadas em um plano. Poucos espaços intercelulares são observados.

O mesocarpo compõe a maior proporção da parede do fruto e, para os três grupos avaliados, observou-se uma variação do número de células ao longo do desenvolvimento do fruto, entre 21 e 37 células independente da forma de polinização (Figura 1). Por este motivo, optou-se por avaliar a espessura do pericarpo como um todo e uma estimativa da área de sessão transversal das células das camadas próximas ao epicarpo e do endocarpo; e da região intermediária do mesocarpo. A variação no número de células é atribuída a fatores como diferenças inerentes à região amostrada, falha na identificação do período correto tomado a partir da polinização, presença de

tecido vascular mais desenvolvido e o possível colapso de células nos períodos mais adiantados do desenvolvimento dos frutos.

As células do mesocarpo apresentaram-se em expansão ao longo do período avaliado. Observa-se a presença de uma parede delgada e de natureza celulósica e a grande vacuolização das células do parênquima do mesocarpo observados nos períodos compreendidos entre 42 e 56 DAP (Figura 1). Nestes períodos também são encontradas células ocupando uma menor seção de área transversal e formato irregular, o que sugere que o colapso celular pode contribuir para a variação da espessura da parede do pericarpo. Isto está de acordo com as observações de Saladié et al. (2007) que verificaram a perda de turgor celular em células de pericarpo de tomate ‘Ailsa Craig’ no estágio verde maduro.

Apesar da variação do número de células constituindo o pericarpo, observa-se aumento da espessura da parede do fruto que se atribui ao aumento de volume celular. Considerando a semelhança de comportamentopara as variáveis de espessura e área de células dos tecidos avaliados em relação aos grupos Italiano, Salada e Santa Cruz, outros fatores não avaliados devem contribuir para o crescimento do fruto e para as diferenças notórias entre as variedades.

No presente trabalho foram amostradas e avaliadas paredes dos frutos tomados na região mediana (equatorial). Apesar do ovário em solanáceas ser constituído pela fusão de dois carpelos, os grupos comerciais apresenta frequentemente de dois a quatro lóculos, o que evidencia a participação de mais folhas carpelares. Um maior número de folhas carpelares, bem como a região amostrada no fruto (ex: proximidade da região do septo) pode contribuir para variação na espessura da parede do pericarpo e no tamanho final do fruto. O endocarpo se constituiu de uma camada de células, eventualmente apresentando uma ou duas camadas, ainda com origem do mesocarpo, de parênquima colenquimatoso ou que apresentam menor área de seção transversal próximo a esta região (Figura 1). O epicarpo quanto o endocarpo apresentaram menor contribuição para o desenvolvimento do pericarpo, tanto

em número de células como em espessura.

Osório (2016) observou variação e interação significativa para o número de frutos pequenos, médios e grandes para estas mesmas variedades e

condições. Este autor também observou resultados e efeito de interação diferentes quanto ao número e peso médio de 100 sementes dependendo da variedade avaliada. Estes dados sugerem que as diferenças observadas estão relacionadas à características das sementes, e que devem, de forma análoga, influenciar o tamanho característico do fruto para as três variedades.

A variação no número ou do volume de sementes, ou dos tricomas associados ao tegumento seminal, pode contribuir para as diferenças do tamanho do fruto, ainda que a parede do pericarpo se mantenha relativamente constante entre as cultivares avaliadas (Figuras 2A e 2B). Estes resultados também estão de acordo com o relato de Osório (2016).

Um outro aspecto, que pode influenciar o número de células do pericarpo é a posição e o número de frutos por rama (BERTIN et al., 2001). Estes autores verificaram que o número de células variaram em função da limitação da partição de carbono para os frutos em decorrência dacompetição por fotoassimilados em uma condição de maior número de frutos por rama e da posição da rama na planta. Em condições não restritivas as ramas mais velhas e mais novas não apresentaram diferenças significativas e foram bem uniformes. Sob condições restritivas de partição de carboidratos, o número de células no pericarpo foi dependente da posição da rama.

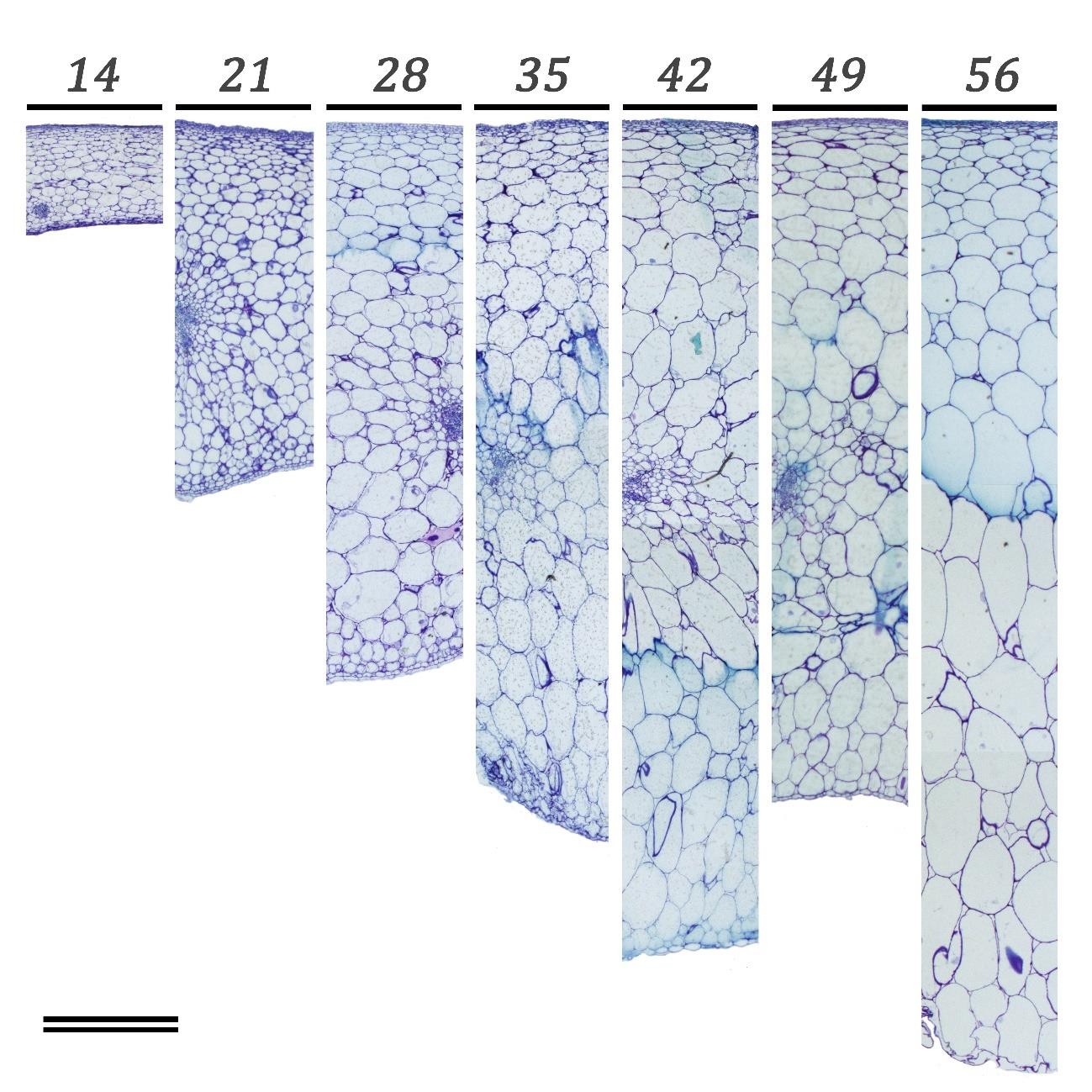


Figura 1 – Desenvolvimento da parede do fruto de tomate variedade Salada, mediante polinização natural complementada com polinização mecânica, no período de inverno, aos 14, 21, 28, 35, 42, 49 e 56 dias após a polinização (DAP). Barra = 1 mm.

A espessura total do pericarpo para os períodos do inverno e verão, mostraram comportamento semelhante, diferindo apenas para o tamanho dos frutos no período de quatorze dias (Figura 2A e 2B).O comportamento da variável espessura total do pericarpo foi semelhante para os três grupos avaliados. Observa-se também que o crescimento medido pela espessura total do pericarpo atinge seu máximo aos 42 dias após a polinização, se mantendo estável nos períodos seguintes. A variação observada pode ser atribuída às diferenças na amostragem e maturação dos frutos, considerando-se a variação observada no número de células compondo o pericarpo.

A metodologia utilizada para a polinização também não interferiu de forma significativa na espessura total do pericarpo nos períodos avaliados (Figuras 3A e 3B). Observa-se uma tendência de maiores valores da espessura total do pericarpo aos 14 DAP no período do verão. No verão, os frutos atingiram a maior espessura do pericarpo mais cedo, aos 35 dias. Isto evidencia um desenvolvimento mais rápido no período do verão.

Micrometros (μ)

Figura 2 – Espessura total do pericarpo ao longo do desenvolvimento do fruto para as variedades Salada, Italiano e Santa Cruz, medidos dos 14 aos 56 dias após a polinização. A – avaliação no período do inverno, B – avaliação no período do verão.

Espessura total pericarpo (inverno)

8000

7000

6000

5000

4000

3000

2000

1000

0

y = -182.13x2 + 2436.5x - 1381.3

R² = 0.9983

y = -194.77x2 + 2440x - 901.25

R² = 0.9418

y = -316.57x2 + 3568.9x - 2806.3 R² = 0.9787

14

21

28

35

42

49

56

Dias após a polinização (DAP)

salada italiano santa cruz

Poly. (salada) Poly. (italiano) Poly. (santa cruz )

Espessura total pericarpo (verão)

8000

7000

6000

5000

4000

3000

2000

1000

0

y = -182.14x2 + 2218.4x + 622.22

R² = 0.9453

y = -130.58x2 + 1580.9x + 2648.8

R² = 0.938

y = -207.06x2 + 2320.7x + 712.59 R² = 0.9384

14

21

28

35

42

49

56

Dias após a polinização (DAP)

salada italiano santa cruz

Poly. (salada) Poly. (italiano) Poly. (santa cruz )

Micrometros (μ)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 8000 |  | Espessura total pericarpo (Inverno)  y = -204.1x2 + 2702.1x - 1780.6 R² = 0.9937  y = -258.21x2 + 2928.2x - 1612 R² = 0.9682  21 28 35 42 49 56  Dias após a polinização (DAP)  mecanica natural Poly. (mecanica) Poly. (natural) |
| 7000 |  |
| 6000 |  |
| 5000 |  |
| 4000 |  |
| 3000 |  |
| 2000 |  |
| 1000 |  |
| 0 |  |
|  | 14 |
| 8000 |  | Espessura total pericarpo (verão)  y = -229.78x2 + 2481.3x + 660.38 R² = 0.973  y = -116.75x2 + 1598.7x + 1995.3 R² = 0.9477  21 28 35 42 49 56  Dias após a polinização (DAP)  mecanica natural Poly. (mecanica) Poly. (natural) |
| 7000 |  |
| 6000 |  |
| 5000 |  |
| 4000 |  |
| 3000 |  |
| 2000 |  |
| 1000 |  |
| 0 |  |
|  | 14 |

Micrometros (μ)

Figura 3 – Espessura total do pericarpo ao longo do desenvolvimento do fruto de acordo com a metodologia de polinização natural ou natural complementada com a polinização artificial, medidos dos 14 aos 56 dias após a polinização. A – avaliação no período do inverno, B – avaliação no período do verão.

Micrometros (μ)

A espessura do epicarpo juntamente com a camada de parênquima colenquimatoso para os grupos avaliadosapresentou tendencia de aumento no periodo do verão e um máximo aos 35 dias, a partir do qual se manteve constante, no periodo do inverno (Figura 4A e 4B). Este mesmo comportamento da variável foi observado em relação ao médoto de polinização adotado (Figuras 5A e 5B).Foi observado o mesmo comportamento para a espessura do endocarpo mais a camada de parênquima colenquimatoso quando avaliadosos grupos (Figuras 6A e 6B) e para o método de polinização adotado (Figuras 7A e 7B).

O epicarpo é constituido por uma epiderme. No presente trabalho não foi verificado variação na espessura desta camada avaliada em conjunto com as camadas de parênquima colenquimatoso nas porções mais periféricas do pericarpolocalicado logo abaixo desta epiderme (Figura 1, 4A e 4B). Esta observação está de acordo com o desenvolvimento descrito quanto à divisão celular na região da epiderme dos frutos de tomate que ocorre até os 10 dias após a antese (DAA), sendo que o número de células epidérmicas por unidade de área se mantém constante a partir de aproximadamente 15 dias após a antese (DAA) (SEGADO et al., 2016). Segado et al. (2016) ainda relataram que entre 10 e 15 dias após a antese (DAA) observa-se aumento da espessura da parede celular e cutícula das células epidérmicas do fruto de tomate, as quais alcançam expessura máxima aos 40 DAA. Aos 50 DAA os autores relataram um aumento de espessura transiente na cutícula e na parede.

O mesocarpo apresenta crescimento constante até 35 DAP, a partir de quando se estabiliza para os três grupos avaliados (Figura 8A) no verão. No inverno, o mesocarpo continua a se expandir até os 42 DAP, quando se estabiliza (Figura 8B). O mesmo comportamento é observado no verão (Figura 9A) e no inverno (Figura 9B) em função dos métodos de polinização avaliados.

O mesocarpo apresentou sempre proporção igual ou maior que 88% do pericarpo para todas as variedades avaliadas, período de cultivo e métodos de polinização. Esta proporçao ficou em torno de 90% no ínicio do desenvolvimento dos frutos avaliados aos 14 DAP, e de 95 a 97% no final do desenvolvimento avaliado aos 56 DAP. Portanto, o mesocarpo apresenta maior importância relativa quanto ao desenvolvimento da parede do pericarpo, e será discutido em maior detalhes quanto à área de sessão tranversal das células.

Micrometros (μ)

Figura 4 – Espessura das camadas epicarpo e parênquima colenquimatoso ao longo do desenvolvimento do fruto para as variedades Salada, Italiano e Santa Cruz, medidos dos 14 aos 56 dias após a polinização. A – avaliação no período do inverno, B – avaliação no período do verão.

Espessura epicarpo par/col (verão)

150

140

130

120

110

y = -0.6329x2 + 15.487x + 58.721

R² = 0.8306

100

90

80

70

60

y = -1.4413x2 + 17.27x + 80.784

R² = 0.3625

50

40

30

20

y = 1.6693x2 - 0.4918x + 82.807

R² = 0.9696

10

0

14

21

28

35

42

49

56

Dias após a polinização (DAP)

salada italiano santa cruz

Poly. (salada) Poly. (italiano) Poly. (santa cruz )

Espessura epicarpo par/col (inverno)

150

140

130

120

110

100

90

80

70

60

50

40

30

y = -4.489x2 + 42.548x + 10.188

R² = 0.7298

y = -3.4339x2 + 33.548x + 26.741 R² = 0.8303

20

10

0

14

21

28

35

42

49

56

y = -2.777x2 + 30.281x + 20.341

R² = 0.8359

Dias após a polinização (DAP)

salada italiano

Poly. (salada) Poly. (italiano)

santa cruz

Poly. (santa cruz )

Micrometros (μ)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 150  140  130  120  110  100  90  80  70  60  50  40  30  20  10  0 | 14 | 21  mecanica | Espessura epicarpo par/col (Verão)  y = -0.483x2 + 14.7x + 66.465 R² = 0.8104  y = 0.2129x2 + 6.8099x + 81.744 R² = 0.5733  28 35 42 49 56  Dias após a polinização (DAP)  natural Poly. (mecanica) Poly. (natural) |
| 150  140  130  120  110  100  90  80  70  60  50  40  30  20  10  0 | 14 | 21  mecanica | Espessura epicarpo par/col (Inverno)  y = -4.144x2 + 39.987x + 11.691 R² = 0.6644  y = -2.9893x2 + 30.931x + 26.488 R² = 0.9336  28 35 42 49 56  Dias após a polinização (DAP)  natural Poly. (mecanica) Poly. (natural) |

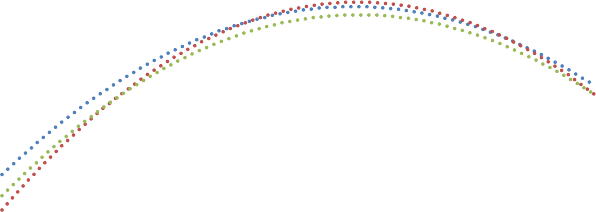
Micrometros (μ)

Figura 5 – Espessura das camadas epicarpo e parênquima colenquimatoso ao longo do desenvolvimento do fruto de acordo com a metodologia de polinização natural ou natural complementada com a polinização mecânica, medidos dos 14 aos 56 dias após a polinização. A – avaliação no período do inverno, B – avaliação no período do verão.

Micrometros (μ)

Micrometros (μ)

Figura 6 – Espessura das camadas endocarpo e parênquima colenquimatoso ao longo do desenvolvimento do fruto para as variedades Salada, Italiano e Santa Cruz, medidos dos 14 aos 56 dias após a polinização. A – avaliação no período do inverno, B – avaliação no período do verão.



Espessura par/col/ endocarpo (verão)

200

180

160

140

120

100

80

60

40

20

0

y = -3.381x2 + 29.462x + 103.11

R² = 0.6439

y = 2.1235x2 - 27.853x + 230.38

R² = 0.5908

y = -1.5241x2 + 18.47x + 121.37 R² = 0.2732

14

21

28

35

42

49

56

Dias após a polinização (DAP)

salada italiano santa cruz

Poly. (salada) Poly. (italiano) Poly. (santa cruz )

Espessura par/col/ endocarpo (inverno)

200

180

160

140

120

100

80

60

40

20

0

y = -11.734x2 + 108.05x - 72.136

R² = 0.8636

y = -9.7081x2 + 88.549x - 28.637 R² = 0.7932

14 21 28 35 42 49

56

y = -10.199x2 + 93.953x - 49.11

R² = 0.7836

Dias após a polinização (DAP)

salada italiano

Poly. (salada) Poly. (italiano)

santa cruz

Poly. (santa cruz )

Micrometros (μ)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 200  180  160  140  120  100  80  60  40  20  0 | 14 | Espessura par/col/endocarpo (verão)  y = -1.1482x2 + 9.7827x + 145.64 R² = 0.0478  y = -0.7062x2 + 3.6031x + 157.6 R² = 0.0919  21 28 35 42 49 56  Dias após a polinização (DAP)  mecanica natural Poly. (mecanica) Poly. (natural) |
| 200  180  160  140  120  100  80  60  40  20  0 | 14 | Espessura par/col/endocarpo (Inverno)  y = -9.2555x2 + 88.68x - 43.97 R² = 0.9376  y = -11.838x2 + 105.02x - 55.952 R² = 0.6992  21 28 35 42 49 56  Dias após a polinização (DAP)  mecanica natural Poly. (mecanica) Poly. (natural) |

Micrometros (μ)

Figura 7 – Espessura das camadas endocarpo e parênquima colenquimatoso ao longo do desenvolvimento do fruto de acordo com a metodologia de polinização natural ou natural complementada com a polinização mecânica, medidos dos 14 aos 56 dias após a polinização. A – avaliação no período do inverno, B – avaliação no período do verão.

Micrometros (μ)

Micrometros (μ)

Figura 8 – Espessura das camadas mesocarpo ao longo do desenvolvimento do fruto para as variedades Salada, Italiano e Santa Cruz, medidos dos 14 aos 56 dias após a polinização. A – avaliação no período do inverno, B – avaliação no período do verão.

Espessura mesocarpo/par (verão)

8000

7000

6000

5000

4000

3000

2000

1000

0

y = -175.22x2 + 2145.2x + 521.78

R² = 0.9445

y = -132.48x2 + 1600.4x + 2322.9

R² = 0.9375

y = -204.24x2 + 2280.3x + 529.02 R² = 0.941

14

21

28

35

42

49

56

Dias após a polinização (DAP)

salada italiano santa cruz

Poly. (salada) Poly. (italiano) Poly. (santa cruz )

Espessura mesocarpo/par (inverno)

8000

7000

6000

5000

4000

3000

2000

1000

0

y = -165.55x2 + 2279x - 1309.4

R² = 0.9985

y = -182.12x2 + 2334.5x - 978.12

R² = 0.9517

y = -301.5x2 + 3433.6x - 2767.3 R² = 0.9759

14

21

28

35

42

49

56

Dias após a polinização (DAP)

salada italiano santa cruz

Poly. (salada) Poly. (italiano) Poly. (santa cruz )

Micrometros (μ)

Micrometros (μ)

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |
|  |
| y = |
|  |
|  |
|  |

Figura 9 – Espessura das camadas mesocarpo ao longo do desenvolvimento do fruto de acordo com a metodologia de polinização natural ou natural complementada com a polinização mecânica, medidos dos 14 aos 56 dias após a polinização. A – avaliação no período do inverno, B – avaliação no período do verão.

Espessura mesocarpo/par (verão)

8000

7000

6000

5000

4000

3000

2000

1000

0

y = -194.26x2 + 2198.6x + 671.05

R² = 0.9797

y = -147.04x2 + 1818.7x + 1578.1

R² = 0.9369

14

21

28

35

42

49

56

Dias após a polinização (DAP)

mecanica natural Poly. (mecanica) Poly. (natural)

Espessura mesocarpo/par (Inverno)

8000

7000

6000

5000

4000

3000

2000

1000

0

y = -190.34x2 + 2578.1x - 1794.1

R² = 0.9927

-242.43x2 + 2786.6x - 1575.8

R² = 0.9631

14

21

28

35

42

49

56

Dias após a polinização (DAP)

mecanica natural Poly. (mecanica) Poly. (natural)

Micrometros (μ)

A área de seção transversal das células do mesocarpo apresentou aumento sequencial durante o período do verão para os três grupos avaliados (Figura 10A). No inverno entretanto, elas atingiram maior área aos 35 DAP, a partir do qual se mantiveram um área constantes até os 56 DAP (Figura 10B). O mesmo comportamento foi observado em relação aos métodos de polinização, ou seja,tendência de aumento da área de seção transversal até os

56 DAP no verão (Figura 11A), e aumento até os 35 DAP no inverno, estabilizando-se depois (Figura 11B).

Estas semelhanças de comportamento para a espessura das camadas avaliadas e área de seção transversal das células do mesocarpo para os grupos avaliados em resposta às metodologias de polinização sugerem que outros fatores devem estar relacionados às diferenças inerentes aos grupos, método de polinização e seu efeito sobre a produção do tomateiro.

Considerando a ausência de diferenças quanto ao desenvolvimento do pericarpo de tomate em função das variedades, metodologia de polinização e período de cultivo, outros fatores, como: número e peso de sementes, números de lóculos, entre outros; devem estar relacionados ao desenvolvimento do fruto, que contribuiram para o tamanho e formato final característicos das variedades avaliadas.

Ainda, observa-se a tendência de frutos imaturos com a parede do pericarpo mais espessada nas etapas iniciais de desenvolvimento para as três variedades, comparando-se o periodo de cultivo. Este maior desenvolvimento pode estar relacionado às condições ambientais no verão no contexto de maior disponibilidade deluz e temperatura, o que pode ter favorecido maior crescimento inicial.

800000

700000

Micrometros2 (μ2)

600000

500000

400000

300000

200000

100000

0

Área células mesocarpo (par) (verão)

y = -2076.7x2 + 70315x + 358467

R² = 0.8021

y = -7844.5x2 + 120092x + 227320 R² = 0.9883

y = -11948x2 + 157586x + 197657

R² = 0.9568

14 21 28 35 42 49 56

Dias após a polinização (DAP)

salada italiano santa cruz

Poly. (salada)

Poly. (italiano)

Poly. (santa cruz )

800000

700000

Micrometros2 (μ2)

600000

500000

400000

300000

200000

100000

0

## Área células mesocarpo (par) (inverno)

y = -15906x2 + 216447x - 64571 R² = 0.9518

y = -15961x2 + 204072x - 10820 R² = 0.951

y = -29539x2 + 306707x - 151913 R² = 0.9487

14 21 28 35 42 49 56

Dias após a polinização (DAP)

salada italiano santa cruz

Poly. (salada)

Poly. (italiano)

Poly. (santa cruz )

Figura 10 – Área de sessão transversal das células do mesocarpo ao longo do desenvolvimento do fruto para as variedades Salada, Italiano e Santa Cruz, medidos dos 14 aos 56 dias após a polinização. A – avaliação no período do inverno, B – avaliação no período do verão.

Micrometros2 (μ2)

Figura 11 – Área de sessão transversal das células do mesocarpo ao longo do desenvolvimento do fruto de acordo com a metodologia de polinização natural ou natural complementada com a polinização mecânica, medidos dos 14 aos 56 dias após a polinização. A – avaliação no período do inverno, B – avaliação no período do verão.

Área células mesocarpo (par) (verão)

780000

720000

660000

600000

540000

480000

420000

360000

300000

240000

180000

120000

60000

0

y = -12200x2 + 149755x + 229632

R² = 0.9477

y = -2379.4x2 + 82241x + 292665

R² = 0.9365

14

21

28

35

42

49

56

Dias após a polinização (DAP)

mecanica natural Poly. (mecanica) Poly. (natural)

Área células mesocarpo (par) (Inverno)

780000

720000

660000

600000

540000

480000

420000

360000

300000

240000

180000

120000

60000

0

y = -23646x2 + 269235x - 115387

R² = 0.9701

y = -17292x2 + 215582x - 36149

R² = 0.9735

14

21

28

35

42

49

56

Dias após a polinização (DAP)

mecanica natural Poly. (mecanica) Poly. (natural)

Micrometros2 (μ2)

### Conclusões

Os grupos de tomate apresentaram desenvolvimento semelhante para a espessura do pericarpo considerando a polinização manual e mecânica.

O período de cultivo influenciou na velocidade do desenvolvimento avaliado pelo crescimento em espessura das paredes do pericarpo de tomate.

Nos períodos avaliados, o aumento (crescimento) das paredes do pericarpo se dá predominantemente em função da expansão celular.

O mesocarpo é a região que mais contribui para o aumento da espessura do pericarpo.

Apesar de se ter dados mostrando o aumento da produtividade, no que se refere à anatomia do fruto, a polinização mecanizada não é indicada.

### Referências Bibliográficas

Bertin, N.; Gautier, H.; Roche, C. Number of cells in tomato fruit depending on fruit position andsource-sink balance during plant development. Plant Growth Regulation, 36(2): 105–112, 2002.

Buchmann, S. L. 1983. Buzz pollination in angiosperms. In: Handbook of Experimental Pollination (C.E. JONES & R.J. LITTLE, eds.). Van Nostrand Reinhold, New York, p.73- 113.

Camargo, A.; M.; M.; M.; P. Camargo, F.; P. Filho W.; P.; C. Distribuição geográfica da produção de hortaliças no estado de São Paulo. Informações Econômicas, SP, v.38, n.1, jan. 2008.

Carrizo G., C.; Matesevach, M.; Barboza, G. Features related to anther opening in Solanum species (Solanaceae). Botanical Journal of the Linnean Society, v. 158, n. 2, p. 344–354, out. 2008.

FAO (Food and Agriculture Organization). 2015. Conservation and management of pollinators for sustainable agriculture - the international response. Pp. 19-25. In: B.M.

Filgueira, F. A. R. Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças . 2. ed. Viçosa: UFV 2001. 412 p. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS

FAOSTAT. Produtividade mundial. Disponível em:

<[http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx.>](http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx.%3E)

Johansen, P.A. Plant microtechnique. McGraw Hill Book Company, New York, 1940.

Macias-Macias, O.; Chuc, J.; Ancona-Xiu, P.; Cauich, O. & Quezada-Euán, J. J.

G. 2009. Contribution of native bees and Africanized honey bees (Hymenoptera:Apoidea) to Solanaceae crop pollination in tropical México. J. Appl. Entomol, 133: 456–465.

Mcgregor, S. E. 1976. Insect pollination of cultivated plants. Washington: USDA, 411p.

Minami, K. Haag, E.; P. Tomateiro. Campinas, SP. BR. La Fundación. Impreso. 397 p, 1989.

Naika, S., Jeude, J.; V.; L. Goffau, M. Hilmi, M. Dam, B.; V. A cultura do tomate. Fundação Agromisa e CTA, Wageningen, 2006.

O'Brien, T.; P. Feder, N. McCully, M.; E. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue O. The Biological Laboratories Harvard, Cambridge, USA, 1964.

Osório Garcia, N. A. Produção e qualidade de tomates oriundos da polinização natural e mecânica. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 44p., 2016.

Pereira R., A. R.; Esteves A., A. C.; Macedo, A. C.; Assis Sugawara, G. S. D.; Evangelista, R. M.; Rodrigues, J. D.; Ono, E. O. Qualidade de frutos de tomate ‘giuliana’tratados com produtos de efeitos fisiológicos. Seminario: Ciências Agrárias, p. 3543-3552, 2013.

Pressman, E.; Shaked, R.; Rosenfeld, K.; Hefetz, A. A comparative study 43 of the efficiency of bumble bees and an electric bee in pollinating unheated greenhouse tomatoes. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, v. 74, n. 1, p. 101–104, 1999.

Saladié, M.;Matas, A. J.;Isaacson, T.; Jenks, M. A; Goodwin, S. M.;Niklas, K. J.; Xiaolin, R.;Labavitch, J. M.;Shackel, K. A.;Fernie, A. R.; Lytovchenko, A.; O’Neill, M. A.; Watkins, C. B.; Rose, J. K. C. A Reevaluation of the Key Factors That Influence Tomato Fruit Softening and Integrity. Plant Physiology, 144: 1012–1028, 2007.

Santos, A. O. R.; Bartelli, B. F.; Nogueira, F., F. H. Potential pollinators of tomato, Lycopersicon esculentum (Solanaceae), in open crops and the effect of a solitary bee in fruit set and quality. Journal of Economic Entomology, v. 107, n. 3, p. 987-994, 2014. SILVA et al., 2010

SAS INSTITUTE. Gettingstartedwiththe SAS learningedition. Cary: SAS Institute, 2002. 200p.

Segado, P.; Domínguez, E.; Heredia, A. Ultrastructure of the Epidermal Cell Wall andCuticle of Tomato Fruit (*Solanumlycopersicum*L.) duringDevelopment. Plant Physiology, 170: 935–946, 2016.

Silva, J.; B.; C. Giordano, L.; B. Tomate para processamento industrial. Embrapa comunicação para transferencia de tecnología, Brasília, DF, 2000.