



Universidade Federal
de São João del-Rei

ALICE LAGOEIRO DE ABREU

**BIOPRODUÇÃO DE ACILAÇÚCAR E QUALIDADE DOS FRUTOS DO
TOMATEIRO EM FUNÇÃO DO DÉFICIT DE NITROGÊNIO**

**SETE LAGOAS
2020**

ALICE LAGOEIRO DE ABREU

**BIOPRODUÇÃO DE ACILAÇÚCAR E QUALIDADE DOS FRUTOS DO
TOMATEIRO EM FUNÇÃO DO DÉFICIT DE NITROGÊNIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal de São João Del-Rei, *Campus* Sete Lagoas, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias, na área de concentração em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Ernani Clarete da Silva

Coorientador: Profa. Dra. Lanamar de Almeida Carlos

**SETE LAGOAS
2020**

Ficha catalográfica elaborada pela Divisão de Biblioteca (DIBIB)
e Núcleo de Tecnologia da Informação (NTINF) da UFSJ,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Al62b Abreu, Alice Lagoeiro de.
Bioprodução de acilaçúcar e qualidade dos frutos do
tomateiro em função do déficit de nitrogênio / Alice
Lagoeiro de Abreu ; orientador Ernani Clarete da
Silva; coorientadora Lanamar de Almeida Carlos. --
Sete Lagoas, 2020.
51 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em
Ciências Agrárias) -- Universidade Federal de São
João del-Rei, 2020.

1. Solanum lycopersicum. 2. Acilaçúcar. 3. Tuta
absoluta. I. Silva, Ernani Clarete da , orient. II.
Carlos, Lanamar de Almeida, co-orient. III. Título.

ALICE LAGOEIRO DE ABREU

**BIOPRODUÇÃO DE ACILAÇÚCAR E QUALIDADE DOS FRUTOS DO
TOMATEIRO EM FUNÇÃO DO DÉFICIT DE NITROGÊNIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal de São João Del-Rei, *Campus* Sete Lagoas, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias, na área de concentração em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Ernani Clarete da Silva

Coorientador: Profa. Dra. Lanamar de Almeida Carlos

Sete Lagoas, 09 de março de 2020.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Douglas José Marques – UFU

Profa. Dra. Ana Paula Coelho Madeira – UFSJ/CSL

Prof. Dr. Ernani Clarete da Silva – UFSJ/CSL
Orientador

Aos meu pais, Sônia e Nilton, por serem minha força e inspiração.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus.

Aos meus pais, Sônia e Nilton, por serem meu exemplo, por todo carinho, amor e educação a mim dedicados por todos esses anos. Essa vitória é nossa!

Aos meus irmãos, Renato e Tiago, por estarem sempre ao meu lado, me dando forças para continuar.

À minha avó Neiva, sempre presente na minha vida, por todo amor e incentivo.

Ao meu namorado, Jônatas, por todo amor, compreensão e companheirismo.

Ao meu orientador, Prof. Ernani, e a coorientadora, Profa. Lanamar, pela oportunidade de ter realizado este trabalho, por todos os ensinamentos e pela confiança depositada em mim.

À minha amiga, Isabela, por todo apoio e companheirismo, ao longo dessa jornada.

Aos meus amigos do Laboratório de Conservação de Alimentos: André, Andreia, Antônio, Bárbara Moreira, Bárbara Schutz e Jéssica pelo companheirismo, aprendizagem e amizade.

À Universidade Federal de São João Del-Rei, pela oportunidade e à todo o corpo docente pelo conhecimento adquirido.

À banca examinadora, pela disponibilidade e pelo engrandecimento do trabalho.

À FAPEMIG, pela concessão da bolsa de estudos.

Enfim, agradeço a todos que contribuíram para a realização deste trabalho, direta ou indiretamente, o meu muito obrigada!

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Grupos químicos e ingredientes ativos de inseticidas registrados no Brasil, para o controle da traça do tomateiro (<i>Tuta absoluta</i>) *.....	9
Tabela 2 - Solução nutritiva para tomateiro com quatro variações nas doses de N (Adaptado de Castellane e Araújo, 1994).	17
Tabela 3 - Sais componentes das soluções nutritivas para tomateiro com quatro variações nas doses de N.	18
Tabela 4 - Frequência de circulação da solução nutritiva.	19
Tabela 5 - Resumo da análise de variância referente aos dados de açúgar (nmol cm ⁻² de área foliar) do tomate comercial Santa Clara.....	24
Tabela 6 - Resumo da análise de variância referente aos dados de parâmetros físico-químicos do tomate comercial Santa Clara: potencial hidrogeniônico (pH), sólidos solúveis totais (SST) (°Brix), acidez total titulável (ATT) (g de AC 100g ⁻¹ de BS) e relação sólidos solúveis totais e acidez total titulável (SST/ATT).	26
Tabela 7 - Resumo da análise de variância referente aos dados de compostos bioativos do tomate comercial Santa Clara: compostos fenólicos (mg EAG 100g ⁻¹ BS), carotenoides (mg 100g ⁻¹ BS), licopeno (mg 100g ⁻¹ BS), antocianinas (mg de cianidina 3-glicosídeo 100g ⁻¹ BS) e flavonoides (mg 100g ⁻¹ BS).....	30
Tabela 8 - Resumo da análise de variância referente aos dados da atividade antioxidante (µmol Trolox equivalente g ⁻¹ amostra em base seca) do tomate comercial Santa Clara.....	32

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fórmula estrutural da molécula de acilaçúcar.	13
Figura 2 - Teor de acilaçúcar em folhas de tomateiro em função das doses de nitrogênio.	24
Figura 3 – Potencial hidrogeniônico (pH) em tomate comercial Santa Clara em função das doses de nitrogênio.	26
Figura 4 - Sólidos solúveis totais (SST) em tomate comercial Santa Clara em função das doses de nitrogênio.	27
Figura 5 – Acidez total titulável (ATT) em tomate comercial Santa Clara em função das doses de nitrogênio.	28
Figura 6 – Relação sólidos solúveis totais (SST) e acidez total titulável (ATT) em tomate comercial Santa Clara em função das doses de nitrogênio.	29
Figura 7 – Carotenoides em tomate comercial Santa Clara em função das doses de nitrogênio.	30
Figura 8 – Licopeno em tomate comercial Santa Clara em função das doses de nitrogênio. ...	31
Figura 9 – Atividade antioxidante em tomate comercial Santa Clara em função das doses de nitrogênio.	33

SUMÁRIO

RESUMO	I
ABSTRACT	II
1 INTRODUÇÃO.....	3
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1 A cultura do tomate.....	5
2.2 Pragas do tomateiro	6
2.2.1 A traça do tomateiro (<i>Tuta absoluta</i>).....	6
2.2.2 Controle da traça do tomateiro no Brasil	7
2.3 Metabólitos secundários	10
2.3.1 Resistência genética do tomateiro - Acilaçúcar.....	11
2.4 Nitrogênio.....	14
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	16
3.1 Localização da área experimental.....	16
3.2 Material	16
3.3 Metodologia.....	16
3.4 Características avaliadas	19
3.4.1 Acilaçúcar nas folhas	19
3.4.2 Qualidade do fruto	20
3.4.3 Compostos bioativos	21
3.4.4 Atividade antioxidante	22
3.5 Análises estatísticas	23
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
4.1 Acilaçúcar.....	24
4.2 Análises físico-químicas	26
4.3 Compostos bioativos	30
4.4 Atividade antioxidante	32
5 CONCLUSÃO.....	34
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

BIOPRODUÇÃO DE ACILAÇÚCAR E QUALIDADE DOS FRUTOS DO TOMATEIRO EM FUNÇÃO DO DÉFICIT DE NITROGÊNIO

RESUMO – A cultura do tomate apresenta grande suscetibilidade a vários insetos-pragas, principalmente à traça do tomateiro. Atualmente, a principal forma de combate a essas vulnerabilidades é através do controle químico e, por essa razão, alternativas que viabilizem a redução da aplicação desses produtos nas lavouras devem ser implementadas. O acilaçúcar é um metabólito secundário produzido pelo tomateiro selvagem com conhecida ação contra a *Tuta absoluta*. Pesquisas têm revelado que o ambiente de cultivo tem significativa influência na produção de metabólitos em geral nas plantas. Neste trabalho, objetivou-se verificar o teor de acilaçúcar em folhas de tomateiro em função do déficit de nitrogênio, assim como o efeito na qualidade dos frutos. Utilizou-se a cultivar comercial de tomate Santa Clara, do grupo Santa Cruz, com baixo teor de acilaçúcar. Um delineamento experimental inteiramente ao acaso foi utilizado e os tratamentos constituíram-se de variações das soluções nutritivas, em que se alterou apenas o teor de nitrogênio, em quatro doses (42,25; 84,5; 126,75; 169 mg L⁻¹), totalizando quatro tratamentos, com quatro repetições. As parcelas foram dispostas em sistema hidropônico, em canais de cultivo, com quatro plantas conduzidas no sistema NFT. Foi avaliado nas folhas o teor de acilaçúcar e nos frutos a umidade, o pH, os sólidos solúveis totais, a acidez total titulável, a relação sólidos solúveis totais/acidez total titulável, os carotenoides totais, o licopeno, os compostos fenólicos, os flavonoides, as antocianinas e a atividade antioxidante. As diferentes doses de nitrogênio afetaram a produção de acilaçúcar nas folhas, sendo a dose 139 mg L⁻¹ a que resultou em uma maior produção de acilaçúcar. Nos frutos, o nitrogênio afetou os componentes de qualidade, exceto os compostos fenólicos, a antocianina e os flavonoides. O maior valor da atividade antioxidante, bem como os maiores teores dos compostos bioativos carotenoides totais e do licopeno, foram alcançados na dose de aproximadamente 100 mg L⁻¹ de nitrogênio.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum*. *Tuta absoluta*. Acilaçúcar.

BIOPRODUCTION OF ACYLSUGAR AND QUALITY OF TOMATO FRUITS IN THE FUNCTION OF NITROGEN DEFICIT

ABSTRACT – The tomato crop is highly susceptible to various insect pests especially the tomato leafminer. Currently, the main form of control is through chemicals and, for this reason, alternatives that enable the reduction of these products application in crops must be implemented. Acylsugar is a secondary metabolite produced by wild tomato with a known action against *Tuta absoluta*. Research has shown that the cultivation environment has a significant influence on metabolites production in general in plants. This work had the objective of verifying the acylsugar content in tomato leaves due to the nitrogen deficit and the effect on fruit quality. It was used the Tomato Santa Clara cultivar from Santa Cruz group with low acylsugar content. The experimental design was completely randomized being the treatments consisted of nutrient solutions variations, which only the nitrogen content was changed in four doses (42.25; 84.5; 126.75; 169 mg L⁻¹), totaling four treatments with four repetitions. The plots were arranged in a hydroponic system in cultivation channels with four plants conducted in the NFT system. It was evaluated the acylsugar content in the leaves and the humidity, pH, total soluble solids, total titratable acidity, total soluble solids/total titratable acidity ratio, total carotenoids, lycopene, phenolic compounds, flavonoids, anthocyanins and antioxidant activity in the fruits. The different nitrogen doses affected the acylsugar production in the leaves, being the dose of 139 mg L⁻¹, which resulted in a higher acylsugar production. In the fruits, nitrogen affected the quality components, except for phenolic compounds, anthocyanin and flavonoids. The highest value of antioxidant activity, as well as the highest levels of total bioactive carotenoid compounds and lycopene were achieved at a nitrogen dose of approximately 100 mg L⁻¹.

Keywords: *Solanum lycopersicum*. *Tuta absoluta*. Acylsugar.

1 INTRODUÇÃO

As culturas olerícolas apresentam uma grande importância econômica, alimentar, industrial e social. Pertencendo à família das solanáceas, o tomateiro ocupa posição de destaque entre as olerícolas, sendo cultivado em praticamente todas as regiões do Brasil e ocupando o segundo lugar em importância econômica entre as hortaliças (MORALES et al., 2018). Apesar da sua importância, o tomateiro apresenta grandes entraves em relação ao seu cultivo, merecendo destaque para a suscetibilidade de pragas agrícolas, a qual resulta em grandes prejuízos econômicos, afetando diretamente na produção (KENNEDY, 2003).

Atualmente, o controle dos insetos-praga é um dos principais aspectos no manejo da cultura e, para melhor emprego e eficiência dos métodos a serem adotados, torna-se fundamental o conhecimento das características de cada inseto e a determinação dos níveis de controle. As pragas do tomateiro podem ser divididas em dois grupos, sendo as pragas primárias, consideradas espécies que frequentemente provocam danos econômicos, e as secundárias, aquelas que causam poucas injúrias à cultura e raramente provocam danos significativos (MOURA et al., 2014).

A traça do tomateiro, praga chave da cultura, ocorre durante todo o ciclo da planta, podendo haver sobreposição de gerações, principalmente em clima favorável ao seu desenvolvimento (BARBOSA e NETO, 1984) e, dessa forma, provocando perdas significativas na produção. Quando não são controladas previamente, as lagartas atacam os frutos, tornando-os inviáveis para a comercialização, além de causar danos expressivos na cultura.

A principal forma de controle dessas pragas é o controle químico, que tem sido aplicado com o uso indiscriminado de defensivos agrícolas. De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2014), o tomateiro exibe altos níveis de resíduos de agroquímicos, os quais são derivados de pulverizações excessivas, que resultam em incrementos nos custos da lavoura, além de sérios danos ao meio ambiente, à saúde do trabalhador rural e à do consumidor. Assim, buscando reduzir o uso desses produtos, torna-se necessário a adoção de métodos alternativos de manejo.

Nos últimos anos, vários estudos direcionados a ação de metabólitos secundários vem sendo realizados e, a partir do melhoramento genético, tornou-se possível a obtenção de genótipos com resistência a um elevado número de pragas, através da introgressão de genes de resistência oriundos de espécies selvagens de tomateiro. Tal resistência está associada a presença de aleloquímicos, que são compostos que afetam diretamente processos biológicos

dos insetos, incluindo comportamento alimentar, oviposição e reprodução. Entre eles, encontra-se o acilaçúcar, o qual apresenta um papel promissor no controle de pragas (RESENDE et al., 2002; RESENDE et al., 2006). Os acilaçúcares são ésteres de açúcares, sobretudo de sacarose e glicose, que apresentam cadeia acila, variando de 2 a 16 átomos de carbono e podem ser encontrados em espécies de tomateiro selvagens, como o *Solanum pennellii* (KIM et al., 2012).

As interações planta-inseto são fortemente modificadas por fatores ambientais. Larbat et al. (2016), observaram que, em baixa concentração de nitrogênio no tomateiro, houve aumento de alguns compostos de defesa na planta e influenciou o desenvolvimento da traça do tomateiro.

Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi verificar o teor de acilaçúcar em folhas de tomateiro em função do déficit de nitrogênio, assim como o efeito na qualidade dos frutos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A cultura do tomate

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) tem como centro de origem a região andina, no Equador, passando pela Colômbia, Peru, Bolívia até o Norte do Chile (ALVARENGA, 2013). Embora as formas ancestrais de tomate sejam originárias dessas áreas, sua ampla domesticação se deu no México, onde foi levado pelos povos Incas até a região Sul do México, fazendo com que o país se tornasse o centro de domesticação do tomate cultivado (PAZINATO e GALHARDO, 1997).

Considerado uma das culturas olerícolas mais difundidas em todo o mundo, de ciclo relativamente curto e de alto rendimento, o tomate ocupa posição de destaque na mesa do consumidor, sendo considerado um importante ‘commodity’ mundial (BORGUINI, 2006). Atualmente, ocupa o segundo lugar em importância econômica entre as hortaliças cultivadas no Brasil (MORALES et al., 2018).

Cultivada em grande escala, em praticamente todas as regiões do Brasil, a mesma foi introduzida por imigrantes europeus no final do século XIX. No entanto, o marco inicial da sua trajetória ocorreu com o surgimento do tomate Santa Cruz, no estado do Rio de Janeiro, em 1940. Segundo dados do IBGE (2018), no país, a estimativa da produção de tomate é 4,5 milhões de toneladas, representando um crescimento de 1,9% em relação a 2017, em uma área estimada de 63,9 mil hectares. O estado de Goiás é o maior produtor do país, responsável por 32,4% do total nacional produzido, seguido pelos estados de São Paulo, com 21,1%, de Minas Gerais, com 16,7%, da Bahia, com 4,5%, de Santa Catarina, com 4,4% e outros.

Existem cerca de 13 espécies de tomateiro identificadas e catalogadas. Entre as diferentes espécies de tomateiro, apenas a espécie *S. lycopersicum* é cultivada. As demais são consideradas silvestre, sendo elas: *S. cheesmaniae*, *S. chilense*, *S. chmielewskii*, *S. habrochaites*, *S. neorickii*, *S. pennellii*, *S. peruvianum* e *S. pimpinellifolium* (ALVAREGA, 2013).

Apesar do tomateiro ser uma das mais importantes hortaliças cultivadas, o mesmo é cultivado sob inúmeros problemas fitossanitários (FILGUEIRA, 2003), principalmente no que diz respeito aos insetos-praga.

2.2 Pragas do tomateiro

A cultura do tomateiro é hospedeira de uma grande quantidade de insetos herbívoros, sendo que todas as suas estruturas servem de alimento e abrigo para a reprodução de vários insetos-praga (LANGE e BRONSON, 1981). Estas pragas podem ser consideradas como primárias e secundárias, sendo classificadas de acordo com o impacto que as mesmas causam na cultura. As pragas primárias ou pragas-chaves são aquelas que provocam danos econômicos frequentes, necessitando de adoção criteriosa e integrada de medidas de controle. Já as secundárias, são as pragas que causam poucas injúrias e, ocasionalmente, provocam prejuízos significativos, ocorrendo eventualmente em determinados períodos do ano (MOURA et al., 2014).

Além disso, as pragas do tomateiro são divididas em quatro grupos, sendo eles: vetores de virose, em que insetos sugam as plantas, podendo disseminar doenças na lavoura, em sua maioria viróticas; minadores, os quais são insetos que se alimentam das partes internas das folhas e dos ramos das plantas; desfolhadores, considerados insetos que se alimentam das folhas, atacando-as parcial ou totalmente; e broqueadores de frutos, em que os insetos se alimentam dos frutos, verde ou maduros, dificultando a comercialização ou mesmo seu consumo (PRATISSOLI e CARVALHO, 2015).

De acordo com Walgenbach (2017), as brocas, traça, tripes e a mosca-branca são os insetos-praga que mais prejudicam a cultura do tomate, em nível mundial, ainda que existam outras pragas de importância secundária, as quais eventualmente provocam danos nos plantios. Gallo et al. (2002) listaram 23 espécies de insetos-praga de importância para o tomateiro no Brasil. Todavia, o complexo de pragas que atacam a planta pode variar de acordo com a região onde é produzida, sendo a traça do tomateiro considerada uma das pragas de maior importância da cultura do tomateiro.

2.2.1 A traça do tomateiro (*Tuta absoluta*)

A traça do tomateiro (*Tuta absoluta*) pertence à família Gelechiidae, tratando-se de um microlepidóptero minador, originalmente descrito em 1917 (SOUZA e REIS, 2000). É uma espécie de grande ocorrência em vários gêneros de solanáceas, principalmente o tomateiro, sendo considerada uma das principais pragas da tomaticultura nacional. Na cultura do tomate, a mesma é classificada como praga chave devido aos danos diretos causados durante todo o ciclo da cultura (FRANÇA et al., 2000; MICHEREFF FILHO e VILELA, 2000).

No Brasil, a ocorrência se deu no início dos anos 80 e a disseminação foi bastante rápida e agressiva, ocasionando perdas de até 100% nas lavouras, em praticamente todos os estados brasileiros. Após esse período, a mosca minadora (*Liriomydas p.*) e as brocas do fruto (*Heliothis zea*, *Neoleucinodes elegantalis*), que até então eram consideradas as principais pragas da cultura, perderam tal importância (SOUZA e REIS, 1992).

A traça do tomateiro ocorre durante todo o ciclo da cultura, podendo haver sobreposição de gerações, ou seja, numa mesma lavoura podem-se encontrar todas as fases do ciclo, com duração de aproximadamente 26 a 30 dias, dependendo do clima (BARBOSA e NETO, 1984). O pico populacional geralmente coincide com os meses mais secos do ano (MOURA et al., 2014).

Os adultos da praga são mariposas de 3 mm de comprimento e 11 mm de envergadura, os quais possuem hábitos noturnos e que, durante o dia, se ocultam na face abaxial das folhas do tomateiro. As fêmeas ovipositam isoladamente cerca de 200 ovos durante sua vida, sobretudo nas folhas (SOUZA e REIS, 2000). Na fase de lagartas, estas minam as folhas, broqueiam a haste, perfuram o broto terminal e atacam os frutos, principalmente na região de inserção do cálice (FRANÇA et al., 2000), provocando danos diretos e indiretos, com perdas significativas na produção. Quando não são controladas a tempo, as lagartas atacam os frutos, tornando-os impróprios para a comercialização.

2.2.2 Controle da traça do tomateiro no Brasil

Várias formas têm sido utilizadas para o controle da praga do tomateiro, como controle cultural, químico e biológico. Todavia, na maioria das vezes, esses controles são realizados de maneira isolada, o que dificulta a obtenção de sucesso.

O controle químico é considerado o de maior importância e mais utilizado entre os demais. No entanto, aplicações constantes de inseticidas para o controle de pragas na cultura geram graves consequências, como aumento de custos, riscos de contaminação dos aplicadores, resíduos nos frutos e no meio ambiente. Por essa razão, medidas que viabilizem a redução da aplicação desses produtos nas lavouras devem ser implementadas.

2.2.2.1 Controle cultural

O controle cultural consiste na aplicação de práticas culturais, geralmente utilizadas no cultivo das plantas, como correta época de plantio, preparo do solo, entre outras, visando

controlar as pragas (GALLO et al., 2002). Esse tipo de controle deve ser permanente na lavoura, como uma ação preventiva, independentemente da presença ou não de pragas.

Por ocasião do preparo do solo, por exemplo, recomenda-se realizar um bom revolvimento do mesmo, a fim de possibilitar que a ação de raios solares e predadores destruam pragas ali existentes. Os padrões técnicos de recomendação para adubação, irrigação e tratos culturais devem ser seguidos. Para evitar focos da pragas, deve-se tomar alguns cuidados, como: concentrar a época do plantio dentro de uma mesma área; incorporar ou queimar restos culturais logo após a colheita, evitando a proliferação da praga; e executar a rotação de culturas, prevenindo aquelas que apresentam pragas comuns ao tomateiro (HAJI et al., 1998).

2.2.2.2 Controle químico

No Brasil, a aplicação de inseticida tem sido o principal método de controle de pragas no tomateiro (SOUZA e REIS, 2000). No sistema convencional de produção, o emprego de agroquímicos na cultura do tomateiro é uma prática indispensável ao sucesso do empreendimento. Durante o ciclo da cultura, uma enorme quantidade de agroquímico é aplicado, desde a emergência da planta até ao final da colheita. Em relação ao controle da traça do tomateiro, por exemplo, considerando um ciclo de produção de 12 semanas do tomateiro, a lavoura pode ser pulverizada com inseticidas de 4 a 6 vezes por semana (GUEDES e PIKANÇO, 2012). Isso acaba resultando em baixa efetividade deste método de controle devido a indução de resistência na praga aos princípios ativos dos produtos utilizados (SIQUEIRA et al., 2000).

Aplicações constantes de inseticidas para o controle de pragas causam diversos problemas, como a seleção de populações de traça do tomateiro resistentes aos produtos utilizados (SIQUEIRA et al., 2000), a alteração do comportamento de inimigos naturais (DELPUECH et al., 1999), além de problemas ambientais, para o tomaticultor e para o consumidor em geral. Além disso, a aplicação de inseticidas não é capaz de eliminar totalmente os insetos presentes nas lavouras. Geralmente, os produtos mais eficientes conseguem controlar cerca de 95% da população (SILVA et al., 2006).

A Tabela 1 ilustra os princípios ativos de inseticidas registrados para o combate da traça do tomateiro no Brasil.

Tabela 1 - Grupos químicos e ingredientes ativos de inseticidas registrados no Brasil, para o controle da traça do tomateiro (*Tuta absoluta*) *.

GRUPO QUÍMICO	INGREDIENTE ATIVO
Aciluréia	Lufenuron
Arilpropilbenzil éter	Etofenprox
Avermectina	Abamectin
Benoiluréia	Chlorfluazuron, Teflubenzuron, Triflumuron
Derivado da uréia	Diflubenzuron
Diacilidrazina	Tebufenozide
Ditiocarbamato	Cartap
Fosforado	Fentoato, Metamidophos, Parathionmetyl
Piretróide	Betacyfluthrin, Cyfluthrin, Cypermethrin, Deltamethrin, Esfenvalerate, Fenpropathrin, Fenvalerate, Lambdacyalothrin, Permethrin, Zetacypermethrin

*Adaptado com base na bula dos produtos

Fonte: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2019.

2.2.2.3 Controle biológico

O controle biológico é um método utilizado para combater pragas a partir de inimigos naturais (PARRA et al., 2002). Apesar do emprego de inseticidas desempenhar um importante papel na cultura do tomateiro, existem vários programas que já utilizam populações de inimigos naturais para controlar as pragas, objetivando reduzir a aplicação de inseticidas (WALGENBACH, 2017).

Uma grande quantidade de inimigos naturais da traça do tomateiro já são encontradas em sistemas de produção que empregam conceitos de manejo integrado de pragas. Nessas áreas, comumente o nível populacional de *T. absoluta* é mais baixo ao longo do desenvolvimento da cultura quando comparado com áreas onde há aplicação indiscriminada de inseticidas, em que a ação dos insetos benéficos não tem impacto sobre a população da traça do tomateiro (SILVA et al., 2006).

No Brasil, uma grande variedade de parasitoides é conhecida por atacar ovos, larvas e pupas da traça do tomateiro, em que já foram registradas doze espécies de parasitóides das famílias Bethyridae, Braconidae, Chalcididae, Eulophidae, Ichneumonidae, Mymaridae e Trichogrammatidae (SILVA et al., 2006). O uso do controle biológico é frequentemente realizado utilizando o parasitóide *Trichogramma pretiosum* em liberações semanais na lavoura, associada com aplicações do inseticida biológico *Bacillus thuringiensis* ou de inseticidas com

alta seletividade, reduzindo significativamente os danos da traça do tomateiro (HAJI et al., 1995 e 1998). Essa técnica garante um controle mais eficiente e com menor gasto, todavia, deve ser utilizada preventivamente, isto é, antes de se constatar a presença do inseto na área. Contudo, para expandir a ação dos inimigos naturais sobre a população da traça do tomateiro é indispensável evitar aplicações desnecessárias de inseticidas na área (SILVA et al., 2006).

2.3 Metabólitos secundários

O reino vegetal produz diversas substâncias orgânicas conhecidas, que contribuem de forma significativa para o fornecimento de metabólitos secundários, os quais exercem importantes aplicações em várias áreas, como de medicamentos, cosméticos, alimentos e agroquímicos. As plantas são capazes de produzir suas próprias defesas contra outras plantas ou predadores. Estas defesas são de natureza química e, normalmente, envolvem substâncias do metabolismo secundário (CROTEAU et al., 2000; PINTO et al., 2002).

Os compostos provenientes dos metabólitos secundários se caracterizam por sua elevada homeostase e diversidade, que confere adaptações flexíveis a interferências de fatores bióticos e abióticos. Embora nem sempre essas substâncias sejam necessárias para que uma planta complete seu ciclo de vida e, apesar de serem classificadas como substâncias provenientes de vias “secundárias”, são substâncias essenciais para as plantas, conhecidas por oferecer vários tipos de proteção. Dessa forma, desempenham um papel fundamental na interação das plantas com o ambiente, como, por exemplo, a ação contra a herbivoria, ataque de patógenos, atrativos ou repelentes de polinizadores, na proteção contra radiação UV e poluição, estresse hídrico, na sinalização intraespecífica, na alelopatia, dentre outras funções (REZENDE et al., 2016).

Os compostos secundários de defesa das plantas pertencem, geralmente, a três grupos: compostos fenólicos, terpenóides e compostos nitrogenados (CHEN, 2008). No entanto, esses metabólitos despertam grande interesse, não só pelas atividades biológicas exercidas nas próprias plantas em resposta aos estímulos do ambiente, mas também pela importância comercial de diversas áreas, incluindo a saúde humana (SIMÕES et al., 2007).

O tomate e seus produtos têm se destacado como uma importante fonte de antioxidantes naturais, tais como carotenóides, em particular o licopeno, ácido ascórbico e compostos fenólicos (ABUSHITA et al., 1997; SAHLIN et al., 2004). O consumo do produto *in natura* e de seus derivados tem sido correlacionado à redução do risco de alguns tipos de câncer e doenças cardiovasculares (GIOVANNUCCI et al., 1995). Entretanto, a composição do fruto

depende de fatores como genética, maturidade do fruto e as condições de cultivo (GIOVANELLI et al., 2002).

2.3.1 Resistência genética do tomateiro - Acilaçúcar

Plantas resistentes a insetos possuem como características atributos geneticamente herdáveis, em que tais propriedades fazem com que uma planta seja menos danificada do que outra mais vulnerável, a qual não possua nenhum atributo (SMITH, 2005). Painter (1951) conceituou que esta característica poderia ser compreendida por três mecanismos, tais como: antibiose, não preferência ou antixenose e tolerância.

A resistência por antibiose compreende quando o genótipo da planta hospedeira possui em sua composição alguns aspectos químicos, físicos ou morfológicos, que permitem a alimentação do inseto, porém, causando efeitos adversos, afetando diretamente processos biológicos do inseto, como: aumento da mortalidade, redução do peso e tamanho, redução da fecundidade, alteração da proporção sexual e tempo de vida (SMITH, 2005). Na resistência por antixenose ou não preferência, um dado genótipo é menos preferido que outro em condições semelhantes, provocando alterações no comportamento da praga, como na oviposição, alimentação ou abrigo (BASTOS et al., 2015). Já os genótipos que apresentam resistência do tipo tolerância, conseguem ter convívio ou conter o ataque de artrópodes praga quando comparados a plantas suscetíveis (SMITH, 2005).

Devido ao processo de domesticação do tomateiro, perdas genéticas importantes ocorreram, provocando um estreitamento na base genética, o que pode explicar a suscetibilidade das atuais cultivares a inúmeros patógenos e pragas (PEREIRA et al., 2008). A necessidade de alternativas para controle de pragas tem conduzido entomologistas e melhoristas a estudos visando o desenvolvimento de cultivares resistentes, uma vez que os níveis de resistência destas cultivares comerciais não são suficientemente altos a ponto de permitir uma redução na quantidade de agroquímicos utilizados no combate a pragas em tomateiros. No Brasil, o intenso trabalho de melhoristas de tomateiro tem demonstrado grandes avanços na obtenção de linhagens resistente a artrópodos-pragas, com relevância para a *Tuta absoluta*.

Fonte de resistência a artrópodos-pragas do tomateiro já foram identificadas em várias espécies selvagens do gênero *Solanum* (*Lycopersicon*), como *Solanum pennellii* (*Lycopersicon pennellii*), *Solanum hirsutum* (*Lycopersicon hirsutum*) e *Solanum peruvianum* (*Lycopersicon peruvianum*) (LEITE, 2004; FRANÇA et al., 1984). *Solanum pennellii*, acesso 'LA 716',

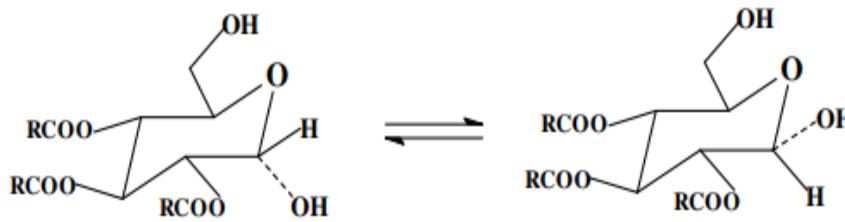
mostrou-se resistente a um grande número de pragas, inclusive a traça do tomateiro (FRANÇA et al., 1984).

Nos programas de melhoramento do tomateiro, objetivando à obtenção de cultivares resistentes a pragas, têm predominado a seleção direta de genótipos com altos teores foliares de aleloquímicos associados à resistência, tais como: 2-tridecanona (metilcetonas), zingibereno (sesquiterpenos) e acilaçúcares (GONÇALVES, 1996; GONÇALVES-GERVÁSIO, 1998; RESENDE, 1999; PAMPLONA, 2001).

No Brasil e no mundo, os acilaçúcares (acilglicose e acilsacarose), as metilcetonas (2-tridecanona e undecanona) e os terpenos, especialmente o zingibereno, merecem destaque em função dos resultados obtidos no controle de pragas, sobretudo na cultura do tomateiro (GENTILE et al., 1968; FRANÇA et al., 1984; JUVIK et al., 1994; AZEVEDO et al., 1999; PAMPLONA, 2001).

Em genótipos provenientes de *Solanum hirsutum* var. *glabratum* ‘PI134417’, a seleção para alto teor da metilcetona 2-tridecanona (2-TD) foi eficiente, no sentido de se obter materiais resistentes à *Tuta absoluta* (BARBOSA, 1994; LABORY, 1996; MALUF et al., 1997; GONÇALVES-GERVÁSIO, 1998). Já em genótipos derivados de *Solanum hirsutum* var. *hirsutum* ‘PI127826’, a seleção para altos teores de zingibereno (sesquiterpeno) também levou a obtenção de genótipos resistentes à traça (AZEVEDO et al., 1999). Para genótipos derivados de *Solanum pennellii* ‘LA716’, a resistência a pragas foi atribuída à presença de acilaçúcares (PONTI et al., 1975; BERLINGER E DAHAN, 1984; FRANÇA et al., 1984; AZEVEDO et al., 1999; PAMPLONA, 2001).

Os acilaçúcares são exudados dos tricomas glandulares tipo IV, presentes em toda superfície aérea da planta, principalmente nos folíolos do tomateiro (GENTILE et al., 1968). São ésteres de açúcares, sobretudo de sacarose e glicose, que apresentam cadeia acila, variando de 2 a 16 átomos de carbono (Figura 1) (KIM et al., 2012), constituindo aproximadamente 90% do exudato dos tricomas foliares tipo IV, presentes no *Solanum pennellii* (‘LA716’) (FOBES et al., 1985). Entretanto, há considerável variação entre os acessos de *Lycopersicon pennellii* quanto aos níveis de acilaçúcares produzidos, aos tipos de açúcares e ao tamanho das cadeias de carbono que constituem os ácidos graxos (SHAPIRO et al., 1994). Estes fitoquímicos funcionam como armadilhas para as pragas, devido ao seu aspecto pegajoso, e como inseticida (RESENDE, et al., 2002).



Em que R = ramificações alquílicas com mais de 5 átomos de carbono.

Figura 1 - Fórmula estrutural da molécula de acilaçúcar.

A herança dos teores dos acilaçúcares provenientes de *Lycopersicon pennellii* foi estabelecida por Lenke e Mutschler (1984) e Resende et al. (2002), sendo considerada de efeito monogênico, em que o alelo recessivo é responsável por altos teores de acilaçúcares.

Estimativas dos parâmetros genéticos mostraram que o controle genético do caráter produção de acilaçúcares no cruzamento interespecífico de *Solanum lycopersicon* (*Lycopersicon esculentum*) e *Solanum pennellii* ‘LA716’ pode ser controlado por apenas um gene, com dominância parcial do alelo que condiciona baixo teor de acilaçúcares (GONÇALVES et al., 2007).

Ao contrário de *Solanum pennellii*, os tomates comerciais não apresentam níveis elevados de acilaçúcares, enquanto que o F1 do cruzamento entre *Solanum lycopersicon* x *Solanum pennellii* acumulam níveis moderados. Os acilaçúcares de *Solanum pennellii* ‘LA716’ foram identificados por Gentile et al. (1968) e sua presença confirmada por Resende et al. (2002) por meio de análise no espectro de infravermelho. Extratos obtidos do genótipo selvagem foram analisados em espectro de infravermelho e comparados ao espectro de glicose. O espectro do genótipo selvagem apresentava bandas similares àquelas encontradas no padrão de glicose, caracterizando, desta forma, a presença do acilaçúcar no *Solanum pennellii* ‘LA716’ (RESENDE et al., 2002). Segundo Goffreda et al. (1989), a resistência de *Solanum pennellii* ‘LA716’ a múltiplas pragas é conferida pela presença de tricomas glandulares do tipo IV em toda a superfície aérea da planta que exudam substâncias denominadas acilaçúcares.

A resistência a pragas em tomateiros mediada por acilaçúcares já está bem documentada (GOFFREDA et al., 1989; JUVIK et al, 1994; RESENDE et al., 2006; GONÇALVES et al., 2007; SAEIDI et al., 2007; MACIEL, 2008; RESENDE et al., 2008). Recentemente, tornaram-se disponíveis no Brasil linhagens de tomateiro que aliam boas características comerciais com altos teores foliares de acilaçúcares, que são aleloquímicos associados à resistência a uma gama de pragas da cultura de tomateiro (RESENDE et al., 2006; PEREIRA, 2008).

Maciel (2010), estudando a heterose e capacidade combinatória de linhagens de tomateiro ricas em açúcares, concluiu que uma linhagem 'TOM 687' do banco de germoplasma da Empresa HortiAgro Sementes Ltda/Ijaci-MG, proveniente de cruzamento inicial de *Solanum lycopersicon* (TOM 584) linhagem pré-comercial x *Solanum pennellii* ('LA716') rica em açúcar, é resistente a *Tuta absoluta*.

Dias et al. (2019), selecionando genótipos de tomateiro (F₂RC₁) para processamento, a partir do cruzamento interespecífico entre a cultivar Redenção e a espécie silvestre *Solanum pennellii* acesso 'LA-716', observaram que houve correlações e contrastes significativos entre os teores de açúcar e características relacionadas a resistência à traça do tomateiro, demonstrando potencial para avançar no programa de melhoramento do tomateiro para processamento industrial e com resistência a traça do tomateiro.

Ensaio com vários acessos de *S. pennellii* foram realizados em dois ambientes distintos (casa de vegetação e em campo aberto), com o objetivo de estudar a influência do ambiente sobre os níveis de açúcar. Os resultados mostraram significativa superioridade dos acessos cultivados em casa de vegetação (155-439 microgramas/cm²) quando comparado com os acessos cultivados em campo (23-141 microgramas/cm²). Os níveis diferenciados de açúcares observados nos dois ambientes são reflexos das condições impostas pelo ambiente (SHAPIRO et al., 1994).

Segundo Smith (2005), diversos fatores bióticos e abióticos podem influenciar negativa ou positivamente a expressão da resistência nas plantas, incluindo aqueles inerentes às plantas, ao inseto e ao ambiente.

2.4 Nitrogênio

A cultura do tomate apresenta grande exigência em relação a nutrição mineral. O nitrogênio é constituinte de vários compostos, tais como os aminoácidos, as proteínas, as enzimas, as vitaminas, a clorofila e outros constituintes celulares, sendo que todos são essenciais para o crescimento e desenvolvimento da cultura. Além disso, o nitrogênio favorece o desenvolvimento foliar, com consequente aumento da capacidade de realizar a fotossíntese, tornando a planta capaz de aumentar a produtividade (ALVARENGA, et al., 2013).

Nas plantas, os nutrientes minerais podem alterar os níveis de alguns compostos orgânicos devido à influência que exercem sobre os processos bioquímicos ou fisiológicos.

De acordo com Shapiro et al. (1994), a síntese de compostos tóxicos na planta é variável segundo condições particulares de ambiente, notadamente fatores tróficos, como o nitrogênio.

Larbat et al. (2016), avaliando a influência da adubação nitrogenada no tomateiro cv. Santa Clara e a traça do tomateiro (*Tuta absoluta*), em duas doses de nitrogênio (alta e baixa), constataram que em baixa concentração de nitrogênio houve aumento de compostos de defesa, compostos fenólicos e tomatina, além de prejudicar o desenvolvimento da praga, com diminuição do peso das pupas e alongamento do período de desenvolvimento de ovo para adulto. Este mesmo autor sugere que um ajuste no nível de nutrição de nitrogênio pode ser um meio de alterar o ciclo de vida da traça do tomateiro. Leite (1997) notou que o aumento do teor de nitrogênio nas folhas de tomateiro reduziu a mortalidade larval de traça do tomateiro. Também Leite et al. (2003) verificaram que a maior percentagem de frutos atacados pela traça foi observado em plantas de tomate cultivadas com altas doses de nitrogênio.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Localização da área experimental

O experimento foi realizado em abril de 2019, nas dependências da Universidade Federal de São João del-Rei, *Campus Sete Lagoas*, em Sete Lagoas, MG (19°27'57" S 44°14'48" W). As análises de acilaçúcar nas folhas e das características físico-químicas, compostos bioativos e de atividade antioxidante dos frutos foram conduzidas no Laboratório de Conservação de Alimentos, do Departamento de Engenharia de Alimentos, localizado na instituição supracitada.

3.2 Material

Utilizou-se a cultivar comercial de tomate Santa Clara (*Solanum lycopersicum*), do grupo Santa Cruz, a qual apresenta baixo teor de acilaçúcar, e a espécie silvestre de tomate *Solanum pennellii*, com alto teor de acilaçúcar nos folíolos.

As cultivares utilizadas apresentam as seguintes características: Santa Clara, de crescimento indeterminado, com ciclo de 110 dias e massa de fruto de 150 a 180g; *Solanum pennellii*, espécie de tomate silvestre endêmico das regiões andinas da América do Sul, com frutos inviáveis para comercialização, porém com tolerância ao estresse e morfologia incomum, o que o torna importante doador de germoplasma para o tomate cultivado *Solanum lycopersicum*.

O experimento foi feito em uma casa de vegetação de 24 m², coberta com película de polietileno transparente de 150 micra aditivada contra raios ultravioleta. A casa de vegetação foi equipada com sistema hidropônico, constituído de perfil hidropônico de 100 mm e 3 m de comprimento, com furos espaçados de 50 cm com 7 cm de diâmetro, espaçamento de 50 cm entre canais de cultivo e 80 cm de altura. Foram utilizados temporizadores mecânicos e tanques de solução nutritiva de 50 L.

3.3 Metodologia

Um delineamento experimental inteiramente ao acaso foi utilizado considerando apenas a cultivar comercial de tomate Santa Clara. Os tratamentos constituíram-se de variações das soluções nutritivas completas, feitas de acordo com Furlani et al. (1999), em que se alterou

apenas o teor de nitrogênio em quatro doses (42,25; 84,5; 126,75; 169 mg L⁻¹) (Tabela 2 e Tabela 3), totalizando quatro tratamentos, com quatro repetições. As doses foram formadas considerando-se uma dose normal (169 mg L⁻¹) e três subdoses (42,25; 84,5; 126,75 mg L⁻¹). As parcelas dispostas nos canais de cultivo constavam de quatro plantas, as quais foram conduzidas no sistema NFT (Nutrient Film Technique). A parcela útil constitui de duas plantas por parcela.

As plantas da espécie silvestre foram posicionadas nos canais de cultivo de dose normal (169 mg L⁻¹), apenas para observação e parâmetro para o teste de acilaçúcar, não sendo incluídos na análise estatística.

Tabela 2 - Solução nutritiva para tomateiro com quatro variações nas doses de N (Adaptado de Castellane e Araújo, 1994).

NUTRIENTE	SOLUÇÃO 1 (mg L⁻¹)	SOLUÇÃO 2 (mg L⁻¹)	SOLUÇÃO 3 (mg L⁻¹)	SOLUÇÃO 4 (mg L⁻¹)
N	42,25	84,5	126,75	169
P	62	62	62	62
K	311	311	311	311
Ca	153	153	153	153
Mg	43	43	43	43
S	50	50	50	50
B	0,2	0,2	0,2	0,2
Cu	0,03	0,03	0,03	0,03
Fe	4,3	4,3	4,3	4,3
Mn	1,1	1,1	1,1	1,1
Mo	0,05	0,05	0,05	0,05
Zn	0,3	0,3	0,3	0,3

Tabela 3 - Sais componentes das soluções nutritivas para tomateiro com quatro variações nas doses de N.

SAL	SOLUÇÃO 1 (g)	SOLUÇÃO 2 (g)	SOLUÇÃO 3 (g)	SOLUÇÃO 4 (g)
Cloreto de Cálcio	0,92	0,32	0,00	0,0
Nitrato de Cálcio	15,84	31,68	40,50	40,50
Uréia	0,00	0,00	1,87	6,1
MKP	12,5	12,5	12,5	12,5
Cloreto de Potássio	20	20	20	20
Sulfato de Magnésio	20	20	20	20
Ácido Bórico	1,05	1,05	1,05	1,05
Sulfato de Cobre	0,11	0,11	0,11	0,11
Cloreto de Manganês	3,8	3,8	3,8	3,8
Molibdato de Amônio	0,08	0,08	0,08	0,08
Sulfato de Zinco	1,22	1,22	1,22	1,22

*MKP: Fosfato monopotássico.

As sementes foram colocadas para germinar em bandeja de isopor com 128 células preenchidas com substrato Carolina Padrão. Aos 25 dias após semeadura, as plântulas foram retiradas da bandeja de isopor. As raízes foram lavadas e as plântulas foram colocadas em células de espuma fenólica Green-Up de 5 x 5 x 3,8 cm e imediatamente posicionadas nos canais de cultivo.

As sementes do tomate *Solanum pennellii* foram semeadas 10 dias antes do semeio da cultivar Santa Clara em substrato acrescido de 30% de areia e conduzidas da mesma forma.

A tecnologia de produção das mudas, bem como o manejo de irrigação e fertirrigação, caracterizada pela frequência de circulação da solução nutritiva, foi feita de acordo com Moraes (1997) e Furlani et al. (1999), conforme Tabela 4.

Tabela 4 - Frequência de circulação da solução nutritiva.

	Turnos			
	8:00 – 18:00		18:00 – 8:00	
	Intervalo (min)	Duração (min)	Frequência (vezes)	Duração (min)
Pós-Transplântio	15	15	1	15
Desenvolvimento Inicial	30	15	1	15
Florescimento	30	15-30	2	15
Frutificação	60	15	3	15
Maturação	90	15	3	15

O acompanhamento do pH, condutividade elétrica (CE) e temperatura foi realizado diariamente e as soluções renovadas conforme necessidade. O pH foi monitorado para ser conservado em 6,5 e a condutividade elétrica em torno de 2,5 mS cm⁻¹.

Não foi realizado o controle fitossanitário e as plantas foram conduzidas com uma haste e tutoradas na vertical com fitilhos e despontadas na altura do sétimo ramo floral.

Na fase produtiva foi realizada uma coleta no primeiro ramo floral, selecionados três frutos de cada parcela. Os frutos foram transportados para o laboratório, onde foram identificados, lavados em água corrente e congelados.

3.4 Características avaliadas

3.4.1 Acilaçúcar nas folhas

Aos 70 dias do semeio, realizou-se a análise colorimétrica do teor de acilaçúcar nos folíolos, no Laboratório de Conservação de Alimentos, localizado na Universidade Federal de São João del-Rei, *Campus Sete Lagoas*. No período da manhã, foi realizada a coleta das folhas, dispostas no terço superior das plantas, em que foram identificadas e levadas para o laboratório para posterior avaliação. O teor de acilaçúcar foi determinado de acordo com metodologia para a determinação de açúcares redutores, descrita por Resende et al. (2002). Para a extração do acilaçúcar, retirou-se seis discos foliares de cada amostra com um perfurador de 3/8” de diâmetro (equivalente a 4,2 cm² de área foliar total) e acondicionados em tubos de ensaio, em triplicata, sendo o teor final de acilaçúcar a média das três. Posteriormente, procedeu-se à extração do acilaçúcar com a adição de diclorometano e subsequente realização de reação

colorimétrica, pelo teste de Somogy-Nelson. As amostras foram submetidas à leitura de absorbância, com auxílio de um espectrofotômetro (FENTO, 700S), no comprimento de onda 540 nm, conforme metodologia descrita por Nelson (1944). A curva padrão foi determinada utilizando soluções de glicose padrão e os resultados de acilaçúcar foram expressos em nmol cm⁻² de área foliar. Os valores de absorbância obtidos são diretamente proporcionais à concentração de acilaçúcar nos folíolos.

3.4.2 Qualidade do fruto

Para obtenção das amostras, os frutos separados e armazenados durante a colheita foram descongelados e homogeneizados em triturador doméstico (Mixer Vertical SB40 - Black&Decker).

A partir da polpa homogeneizada, foram realizadas as avaliações dos atributos de qualidade do tomate (umidade, potencial hidrogeniônico, teor de sólidos solúveis totais, acidez total titulável, relação sólidos solúveis/acidez total titulável (*ratio*)) e a quantificação dos compostos bioativos (compostos fenólicos, antocianinas, flavonoides, carotenoides e licopeno) e da atividade antioxidante.

Para a expressão dos resultados em base seca, determinou-se a umidade das respectivas amostras, com a finalidade de fazer as correções necessárias.

3.4.2.1 Umidade

A umidade foi determinada em amostras de 0,5g da polpa homogeneizada, acondicionadas em cadinhos, submetidos à secagem em estufa à vácuo, a temperatura de 65°C, até o peso constante. A porcentagem de umidade foi obtida pela diferença entre a massa inicial e final das amostras, conforme protocolo da AOAC (2012).

3.4.2.2 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH foi determinado por potenciometria (AOAC, 2012), com o auxílio de um pHmetro digital Tekna, T-1000, por imersão direta do eletrodo na polpa homogeneizada com a adição de 50 mL água destilada.

3.4.2.3 Sólidos solúveis totais (SST)

Os teores de sólidos solúveis totais foram determinados colocando-se gotas da polpa homogeneizada e filtrada sobre o prisma de um refratômetro digital Reichert, modelo R2Mini. Os resultados foram expressos em °Brix, conforme metodologia da AOAC (2012).

3.4.2.4 Acidez total titulável (ATT)

A acidez foi determinada por titulometria, em que se utilizou 2 gramas da polpa triturada, diluída com água destilada até um volume de 50 mL e 3 gotas de fenolftaleína 1%. A solução contendo a amostra foi titulada com solução padrão de NaOH 0,1N até atingir o ponto de viragem do indicador fenolftaleína com a assistência de um pHmetro, conforme a metodologia descrita na AOAC (2012). Os resultados foram expressos em gramas de ácido cítrico por 100 gramas (%) em base seca.

3.4.2.5 Relação sólidos solúveis totais (SST)/acidez total titulável (ATT)

A relação entre o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável (*ratio*) foi obtida por meio do quociente entre as leituras de sólidos solúveis totais (SST) e os teores em porcentagem de acidez titulável (ATT).

3.4.3 Compostos bioativos

3.4.3.1 Compostos fenólicos totais

O teor de compostos fenólicos totais foi quantificado pelo método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu, modificado por Neves et al. (2009), com comparação de uma curva de calibração construída com ácido gálico. A absorbância foi lida em espectrofotômetro (FENTO, 700S) a 760 nm. Os resultados obtidos foram expressos em miligramas de equivalentes de ácido gálico (EAG) por 100 gramas de amostra em base seca ($\text{mg EAG } 100\text{g}^{-1} \text{ BS}$).

3.4.3.2 Flavonoides e Antocianinas

A análise do conteúdo total de flavonoides e antocianinas foi realizada seguindo-se o método de Francis (1982). A absorbância para flavonoides foi lida em espectrofotômetro

SHIMADZU UV-1800 a 374 nm e o resultado expresso em mg por 100 gramas de amostra seca. Para antocianinas, a absorbância foi lida em espectrofotômetro SHIMADZU UV-1800 a 535 nm e o resultado expresso em mg de cianidina 3-glicosídeo por 100 gramas de amostra seca.

3.4.3.3 Carotenoides totais e Licopeno

O conteúdo de carotenoides totais e licopeno foram determinados conforme a metodologia proposta por Rodriguez-Amaya (2001), que consiste na extração com acetona (p.a) e a separação por partição com éter de petróleo (p.a). A absorbância foi lida com o auxílio de um espectrofotômetro (FENTO, 700S) a 450 nm para carotenoides totais e 470 nm para licopeno. Os resultados foram expressos em mg por 100 gramas de amostra seca.

3.4.4 Atividade antioxidante

A atividade antioxidante foi determinada pelo método DPPH (2,2-defenil-1-picril-hidrazila), baseado no sequestro dos radicais livres por antioxidante (EMBRAPA, 2016).

Pesou-se 0,2 mg de amostra e adicionou-se 15 mL de metanol acidificado com 1% HCL em erlenmeyer de 125 mL, em seguida, foram agitados na incubadora Shaker (Novatécnica) a 150 rpm por 2 horas. Posteriormente, 10 mL desse conteúdo foi transferido para um tubo Falcon e este foi centrifugado a 3000 rpm por 15 min. Uma alíquota de 0,1 mL do sobrenadante foi transferida para um tubo de ensaio, onde se adicionou 2,9 mL do radical de trabalho. Após a reação das soluções ao abrigo de luz (30 minutos), realizou-se a leitura em espectrofotômetro a 515 nm.

A atividade antioxidante foi calculada por meio da Equação 1.

$$[] = \frac{(\Delta \text{Abs} - b) * V * D}{a * m} \quad (\text{Equação 1})$$

em que:

ΔAbs = Absorbância do branco – absorbância da amostra

b = coeficiente linear

a = coeficiente angular

V1 = Volume utilizado na extração (litros)

m = massa da amostra (g)

D = diluição

Foi construída uma curva padrão com diferentes concentrações de Trolox e os resultados obtidos foram expressos em μmol Trolox equivalente por g amostra em base seca ($\mu\text{mol TEAC g}^{-1}$ de amostra em base seca).

3.5 Análises estatísticas

Os dados para todas as análises foram submetidos à análise de variância e as características que apresentaram médias com efeito significativo em resposta a doses de nitrogênio foram submetidas a análise de regressão. Quando necessário, as equações foram derivadas para determinação dos pontos de máximo e mínimo e os valores de R^2 das equações de regressão tiveram suas significâncias testadas pelo teste F. As pressuposições de normalidade e homocedasticidade das variâncias foram verificadas pelos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett, respectivamente, e, mediante violação dessas pressuposições, foi feita uma transformação Box Cox. As análises estatísticas foram realizadas no software SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2014) e R 3.5.2 (2018), considerando-se o nível de 5% de significância.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da verificação, as variáveis atenderam as pressuposições de normalidade e homocedasticidade, exceto para atividade antioxidante, que foi submetido à transformação Box Cox ($\lambda = 0$).

4.1 Acilaçúcar

Observou-se que houve efeito significativo ($p < 0,05$) das doses de nitrogênio (Tabela 5), indicando que existe diferença entre os tratamentos, no que se refere ao teor de acilaçúcar.

Tabela 5 - Resumo da análise de variância referente aos dados de acilaçúcar (nmol cm^{-2} de área foliar) do tomate comercial Santa Clara.

FV	GL	QM
Nitrogênio	3	85,2865*
Resíduo	12	3,6868
Total	15	
CV (%)		17,368

* significativo e ^{ns} não significativo a 5% de probabilidade.

Verificou-se que o valor máximo do teor de acilaçúcar, $14,80 \text{ nmol cm}^{-2}$ de área foliar, ocorreu na dose de nitrogênio de $139,0 \text{ mg L}^{-1}$ (Figura 2).

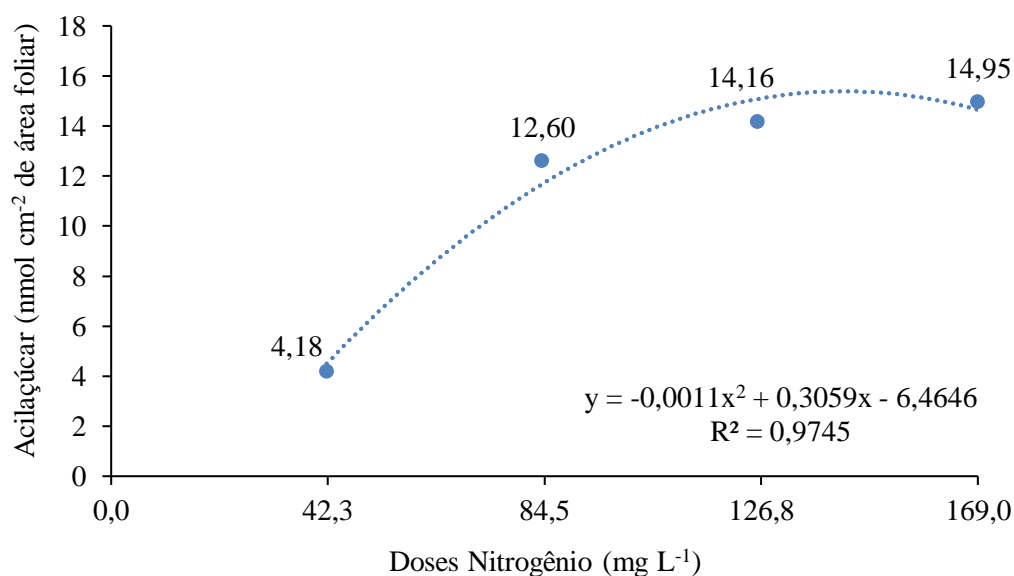


Figura 2 - Teor de acilaçúcar em folhas de tomateiro em função das doses de nitrogênio.

De acordo com os resultados, o déficit de nitrogênio não provoca o aumento do metabólito secundário acilaçúcar, não corroborando com o testado no presente trabalho. Na agricultura, a adição de nutrientes, particularmente nitrogênio, é geralmente empregada para aumentar a produção de biomassa, em que os nutrientes, em geral, afetam não somente o metabolismo primário, mas também influenciam a produção de diferentes metabólitos secundários (GERSHENZON, 1984).

O estresse nutricional usualmente resulta em aumento nas concentrações de metabólitos secundários, porém, as variações desses podem ser decorrentes do desenvolvimento foliar e/ou surgimento de novos órgãos, concomitante a uma constância no conteúdo total de metabólitos secundários, o que pode resultar em uma menor concentração destes metabólitos por diluição, podendo, no entanto, resultar em maior quantidade total devido ao aumento de biomassa, o que provavelmente pode ter ocorrido no presente trabalho (SPRING e BIENERT, 1987; HENDRIKS et al., 1997).

Além disso, é importante destacar que o acilaçúcar teve comportamento contrário aos outros metabólitos secundários analisados por Larbat et al. (2016) em que, avaliando a influência da adubação nitrogenada no tomateiro cv. Santa Clara e na traça do tomateiro (*Tuta absoluta*), em sistema hidropônico, em duas soluções nutritivas completas variando a concentração de nitrogênio em baixa e alta (0,62 e 93,0 mg L⁻¹), observaram que dentro dos compostos de defesa estudados (fenólicos, glicoalcalóides, atividade da polifenol oxidase), em baixa concentração de nitrogênio, houve aumento dos compostos fenólicos e do alcalóide tomatina. Leite (1997), avaliando o efeito da idade, parte do dossel e níveis de adubação sobre a resistência do tomateiro à praga, observou que o aumento do teor de nitrogênio (N) nas folhas de tomateiro reduziu a mortalidade larval de traça do tomateiro. Também Leite et al. (2003), estudando o efeito da adubação sobre a incidência da traça-do-tomateiro e alternaria em plantas de tomate, observaram que ocorreu uma maior porcentagem de frutos atacados pela traça em plantas de tomate cultivadas com altas doses de nitrogênio, ou seja, o aumento do nitrogênio teve efeito negativo para o controle da praga.

Os dados observados de teor de acilaçúcar para o tomateiro selvagem estão coerentes em comparação absoluta com os valores encontrados na literatura, mostrando superioridade em relação ao tomate Santa Clara.

4.2 Análises físico-químicas

Verificou-se efeito significativo ($p < 0,05$) do fator nitrogênio para todas as variáveis físico-químicas analisadas, sendo elas: potencial hidrogeniônico (pH), sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT) e relação sólidos solúveis totais e acidez total titulável (SST/ATT). Esse resultado indica que existe diferença entre os tratamentos, no que se refere aos teores dessas variáveis (Tabela 6)

Tabela 6 - Resumo da análise de variância referente aos dados de parâmetros físico-químicos do tomate comercial Santa Clara: potencial hidrogeniônico (pH), sólidos solúveis totais (SST) (°Brix), acidez total titulável (ATT) (g de AC 100g^{-1} de BS) e relação sólidos solúveis totais e acidez total titulável (SST/ATT).

FV	GL	QM			
		pH	SST	ATT	SST/ATT
Nitrogênio	3	0,2718*	3,5914*	0,0692*	18,1400*
Resíduo	12	0,0641	0,3018	0,0125	1,3707
Total	15				
CV (%)		5,258	10,836	24,952	10,733

* significativo e ^{ns} não significativo a 5% de probabilidade.

Em termos de pH, verificou-se um efeito linear, tendo uma tendência decrescente com o incremento das doses de nitrogênio (Figura 3).

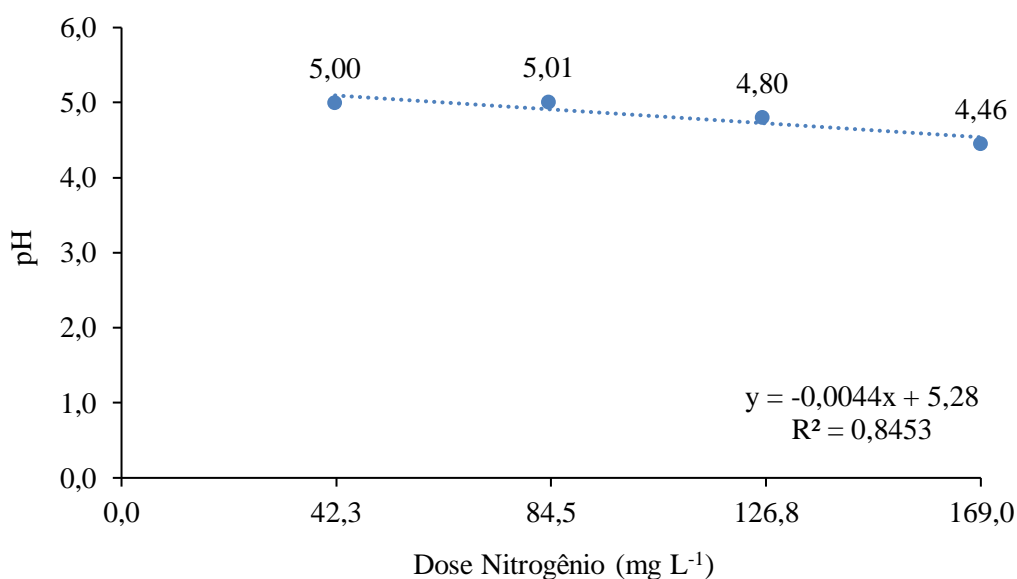


Figura 3 – Potencial hidrogeniônico (pH) em tomate comercial Santa Clara em função das doses de nitrogênio.

O resultado aqui verificado não corrobora os de Ferreira et al. (2006) em que, avaliando a qualidade do tomate em função de 6 doses de nitrogênio e da adubação orgânica em duas estações, observaram que o pH dos frutos do tomateiro não foi alterado pelo aumento das doses de N, nos dois níveis de matéria orgânica testados, atingindo os valores médios de 4,58 e 4,61 (primavera-verão) e 4,69 e 4,68 (outono/primavera). O presente trabalho também discorda os de Parisi et al. (2006) os quais, analisando a produção de tomate para processamento, com o uso de fertilização de 0 a 250 kg ha⁻¹, notaram efeito inverso, ou seja, quanto maior a dose de N, maior foi o pH do fruto, com valor médio de 4,4.

Vale ressaltar que os valores considerados como referência para pH em tomates destinados ao processamento industrial deve estar entre 4,0 a 4,5, para impedir a proliferação de microrganismos (JONES JÚNIOR, 1999), valor inferior ao constatado nesse estudo. Entretanto, no caso do tomate para mesa, ainda não existe padrão para essa variável.

Em relação aos sólidos solúveis totais (SST), o modelo linear foi ajustado para essa variável (Figura 4), tendo uma tendência crescente com o incremento das doses de nitrogênio.

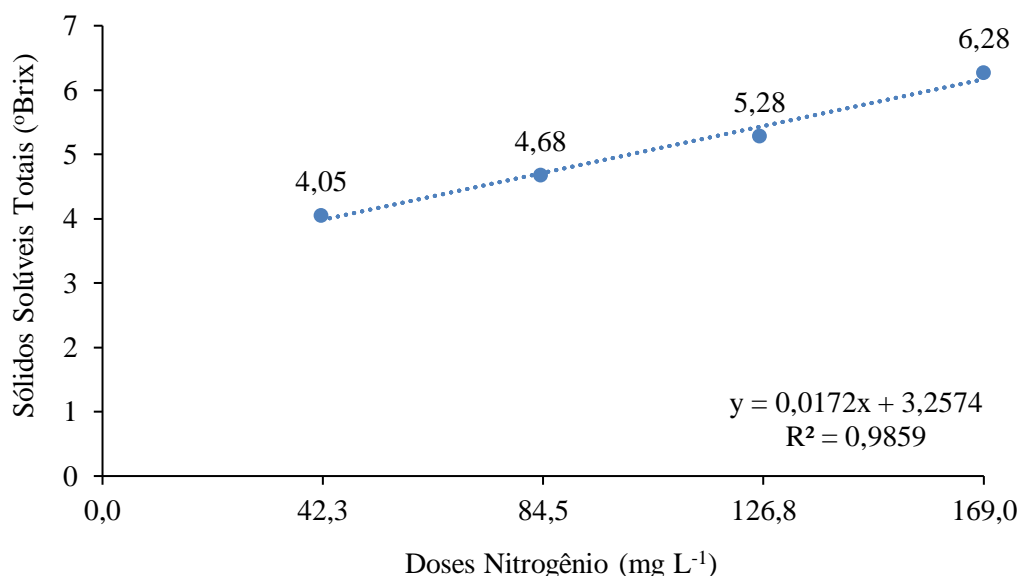


Figura 4 - Sólidos solúveis totais (SST) em tomate comercial Santa Clara em função das doses de nitrogênio.

Os sólidos solúveis estão relacionados com a quantidade de açúcares presentes nos frutos, sobretudo na glicose e frutose, os quais interferem diretamente no sabor, doçura e acidez (VINHA et al., 2014).

De acordo com Kirimi et al. (2011), o N é constituinte das proteínas e aminoácidos, os quais afetam diretamente o teor de sólidos solúveis. Os resultados do presente trabalho

corroboram os de Assunção (2016) que, estudando fontes e doses de nitrogênio na qualidade e produtividade do tomateiro, obteve maior teor de açúcar na maior dose de nitrogênio. Resultado oposto foi encontrado por Marouelli et al. (2014) em que, avaliando seis doses de N, não observaram alteração no valor de °Brix, o qual se manteve com valor médio de 4,6. Porto et al. (2016), estudando a qualidade e atividade antioxidante de tomate cultivado sob diferentes fontes e doses de nitrogênio, também não perceberam efeito significativo do teor de sólidos solúveis, com valores médios de 4,2 °Brix.

Segundo Garcia e Barrett (2006), o tomate geralmente apresenta de 4 a 6 °Brix, sendo que resultados observados neste estudo (4,05 a 6,28 °Brix) enquadram dentro desta faixa.

Para acidez total titulável (ATT), o valor mínimo de 0,38 g de AC 100g⁻¹ de BS ocorreu na dose de 100,0 mg L⁻¹, com posterior aumento desse teor (Figura 5).

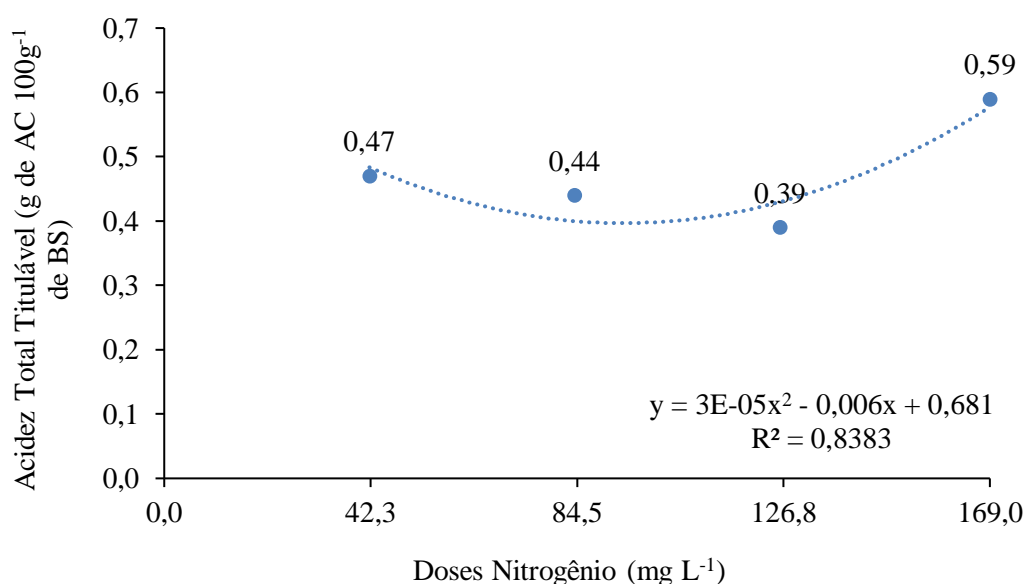


Figura 5 – Acidez total titulável (ATT) em tomate comercial Santa Clara em função das doses de nitrogênio.

Contrário ao presente trabalho, Porto et al. (2016) observaram uma redução nos valores de acidez de 0,400% a 0,350% de ácido cítrico, com o aumento da concentração de N de 0 a 420 kg ha⁻¹. Silva et al. (2013), avaliando as características físico-químicas de frutos de tomateiro em função de doses de potássio e nitrogênio, encontraram resultados inferiores ao presente estudo (0,36 g de AC 100g⁻¹ de fruto), além de não notar significância dessa característica em função das doses de nitrogênio. Segundo Bénard et al. (2009), a adubação nitrogenada pode afetar a acidez total titulável, contribuindo para a diminuição de seu conteúdo

nos frutos de tomate, o que não coincide com o verificado nesse trabalho. Todavia, quanto maiores a acidez e o teor de açúcares, melhor o sabor do fruto (JONES JÚNIOR, 1999).

Para a relação SST/ATT, o valor máximo foi de 12,17, na dose de 112 mg L⁻¹, com posterior decréscimo desse valor (Figura 6).

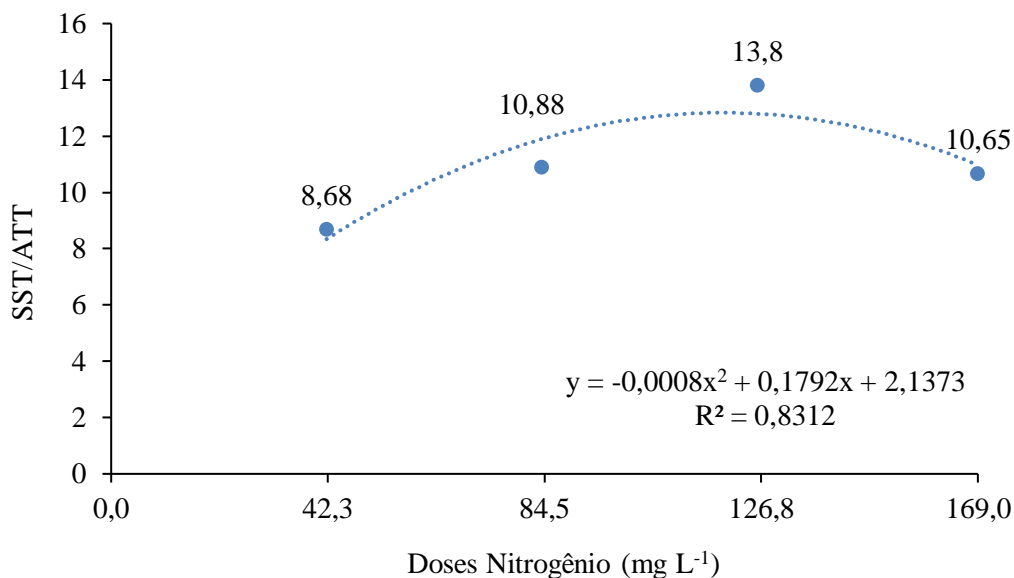


Figura 6 – Relação sólidos solúveis totais (SST) e acidez total titulável (ATT) em tomate comercial Santa Clara em função das doses de nitrogênio.

Esse resultado não corrobora os de Silva et al. (2013), em que não foi observado efeito significativo da relação SST/ATT em função das doses de nitrogênio, com média de 11,2, semelhante ao presente trabalho (11,00). No entanto, validam os de Moraes (2017) em que, avaliando a eficiência das doses de nitrogênio e sombreamento na cultura do tomate em cultivo protegido, constatou um crescimento na relação SST/ATT com o aumento da dose de nitrogênio, porém com resultados superiores (25,58 com sombreamento e 24,76 sem sombreamento).

Segundo Kader et al. (1978), o fruto do tomateiro é considerado de alta qualidade quando apresenta valores da relação de SST/ATT superior a 10, o que foi verificado no presente trabalho em todos os tratamentos, exceto na dose de 42 mg L⁻¹. Para Pacheco et al. (1997), o alto valor de SST/ATT indica uma excelente combinação de açúcar e ácido, o que está diretamente relacionado com o sabor suave, enquanto que valores baixos possuem uma relação com o sabor ácido.

4.3 Compostos bioativos

Notou-se efeito significativo ($p < 0,05$) somente para as variáveis carotenoides totais e licopeno. As demais variáveis, compostos fenólicos, antocianinas e flavonoides não apresentaram diferenças significativas (Tabela 7).

Tabela 7 - Resumo da análise de variância referente aos dados de compostos bioativos do tomate comercial Santa Clara: compostos fenólicos (mg EAG 100g^{-1} BS), carotenoides totais (mg 100g^{-1} BS), licopeno (mg 100g^{-1} BS), antocianinas (mg de cianidina 3-glicosídeo 100g^{-1} BS) e flavonoides (mg 100g^{-1} BS).

FV	GL	QM				
		C. Fenólicos	Carotenoides	Licopeno	Antocianina	Flavonoide
Nitrogênio	3	12,4450 ^{ns}	40799,7275*	29014,6667*	1,7435 ^{ns}	24479,1191 ^{ns}
Resíduo	12	8,4566	13157,5814	8997,6465	1,1976	12049,9777
Total	15					
CV (%)		40,85	25,716	31,174	23,411	35,906

* significativo e ^{ns} não significativo a 5% de probabilidade.

Para os carotenoides (Figura 7), o valor máximo, 552,01 mg 100g^{-1} BS, ocorreu na dose de nitrogênio de 98,1 mg L^{-1} , com posterior decréscimo.

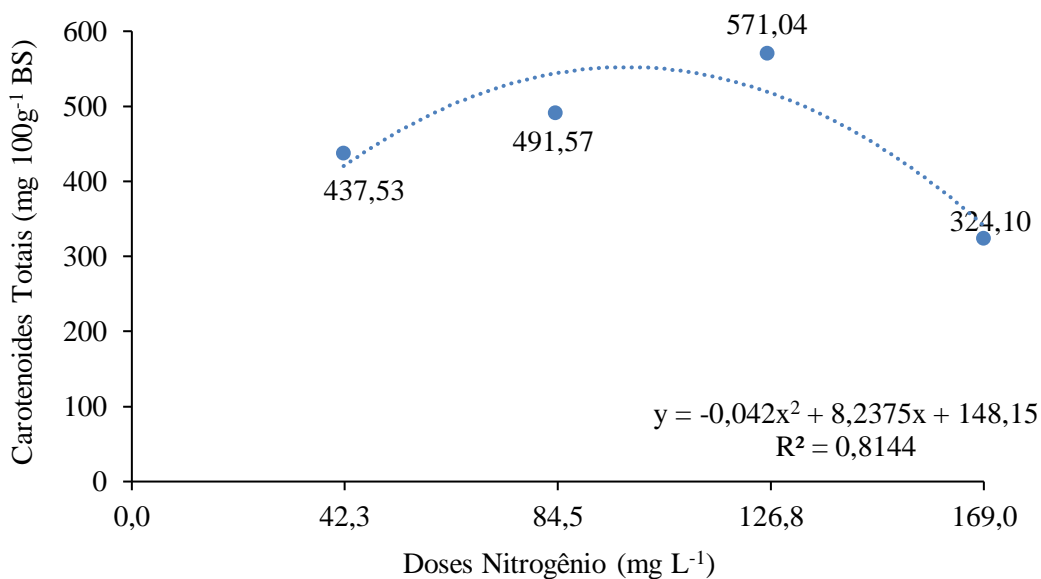


Figura 7 – Carotenoides em tomate comercial Santa Clara em função das doses de nitrogênio.

Esses resultados corroboram os de Porto et al. (2016) em que verificaram um aumento de 3,33 para 4,47 g 100g⁻¹ no teor de carotenoides quando houve aumento das doses de nitrogênio (0 a 420 kg ha⁻¹).

Segundo Graziani et al. (2003), 80 a 90% dos carotenoides totais encontrados no tomate apresenta-se na forma de licopeno e são encontrados na casca e polpa, agregando valor aos produtos da indústria de tomate.

Para a variável licopeno (Figura 8), o valor máximo foi de 396,3 mg 100g⁻¹ BS, verificado na dose de 97,9 mg L⁻¹, em que também foi observado um posterior decréscimo da quantidade dessa variável.

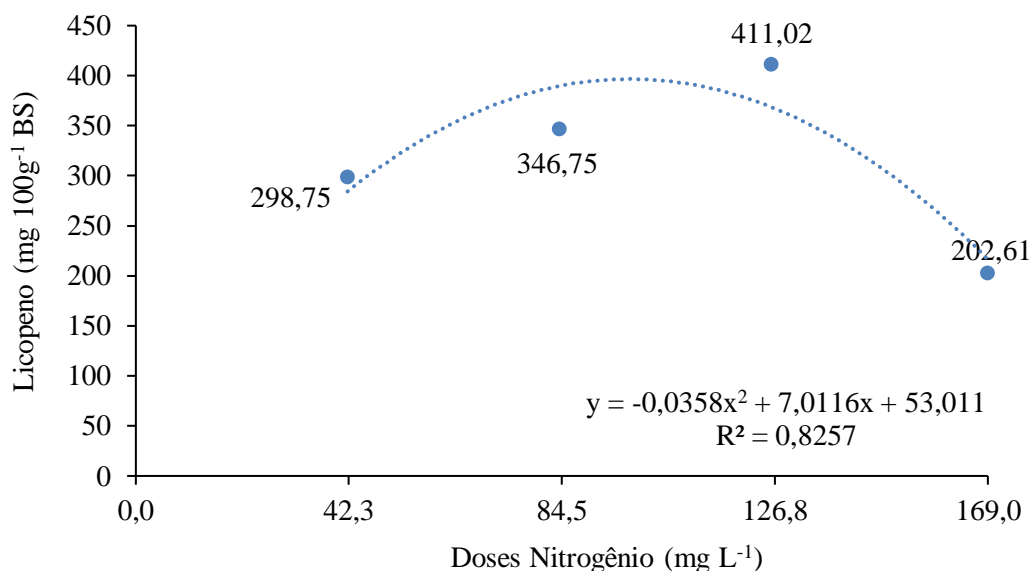


Figura 8 – Licopeno em tomate comercial Santa Clara em função das doses de nitrogênio.

Contrário ao constatado nesse estudo, Assunção (2016), avaliando a qualidade dos frutos e a produtividade do tomateiro, observou que não houve diferença para o teor de licopeno e carotenoides totais em relação às fontes e doses de N. No entanto, Kuscu et al. (2014) encontraram resultados semelhantes ao presente trabalho, em que, analisando a otimização dos níveis de água e nitrogênio no tomate, verificaram que a aplicação de N promoveu aumento dos teores de licopeno e carotenoides totais até a dose de 120 kg ha⁻¹ de N e houve redução dos valores com a aplicação de 180 kg ha⁻¹ de N.

No presente trabalho, uma possível explicação para essa queda observada nas características carotenoides e licopeno pode ser atribuída ao efeito deletério do adubo, provocando a intoxicação ou inibição de algum composto.

Em relação as variáveis em que não foram verificados efeitos significativos das doses de nitrogênio, as médias variaram para compostos fenólicos, de 5,8 a 9,3 mg EAG 100g⁻¹ BS, antocianina, de 3,8 a 5,3 mg de cianidina 3-glicosídeo 100g⁻¹ BS, e para flavonoides, com variação de 221,6 a 404,9 mg 100g⁻¹ BS.

Porto et al. (2016) notaram redução significativa do conteúdo de flavonoides e compostos fenólicos (75,63 g 100g⁻¹ de EAG a 68,84 g 100g⁻¹ de EAG) em função do aumento das doses de nitrogênio, o que não corrobora ao verificado nesse estudo. O mesmo foi exposto por Bénard et al. (2009), no qual o aumento dos compostos fenólicos em tomate foi de acordo com a redução do suprimento de N. Segundo Aranha (2016), esses compostos, por serem decorrentes do metabolismo secundário dos vegetais, apresentam produção contínua e tem seus teores alterados em resposta a diversos tipos de estresses.

4.4 Atividade antioxidante

Observou-se que houve efeito significativo ($p < 0,05$) das doses de nitrogênio (Tabela 8), indicando que existe diferença entre os tratamentos, no que se refere a atividade antioxidante. Os dados foram submetidos à transformação Box Cox ($\lambda = 0$).

Tabela 8 - Resumo da análise de variância referente aos dados da atividade antioxidante (μmol Trolox equivalente g⁻¹ amostra em base seca) do tomate comercial Santa Clara.

FV	GL	QM
Nitrogênio	3	0,083142*
Resíduo	12	0,022330
Total	15	
CV (%)		2,14

* significativo e ^{ns} não significativo a 5% de probabilidade.

O valor máximo de atividade antioxidante, 7,14, ocorreu na dose de 107,5 mg L⁻¹, com posterior redução no teor (Figura 9).

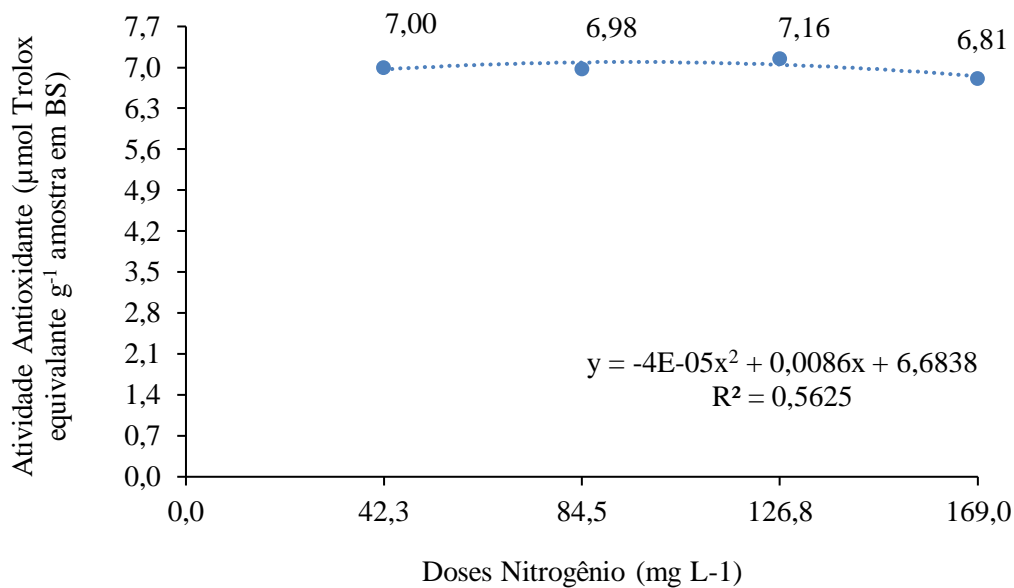


Figura 9 – Atividade antioxidante em tomate comercial Santa Clara em função das doses de nitrogênio.

Contrário ao presente trabalho, Porto et al. (2016) observaram que a atividade antioxidante em 330 mg ml⁻¹ de tomate em extrato alcoólico reduziu a inibição do radical livre DPPH de 65,40% para 40,64% quando os tratamentos variaram de 0 a 420 kg ha⁻¹ de N. O presente trabalho também discorda com os de Jorge et al. (2017), em que, analisando as características físico-químicas, capacidade antioxidante e compostos fenólicos totais de tomates cereja fertirrigados com diferentes doses de nitrogênio, verificaram que elevados teores de nitrogênio forneceram amostras com maior capacidade antioxidante (método DPPH) e conteúdo de compostos fenólicos.

Uma possível explicação para essa queda da atividade antioxidante no presente trabalho pode estar relacionada com os carotenoides totais e licopeno, uma vez que as curvas apresentaram semelhanças e o valor máximo de ambas obtiveram valores da dose de N bem próximos.

5 CONCLUSÃO

O nitrogênio interfere na produção de acilaçúcar, porém contrariando ao esperado, em que, nas condições de déficit de nitrogênio, não ocorreu o aumento do composto de defesa acilaçúcar.

A dose de nitrogênio de 139 mg L⁻¹ resultou em uma maior produção de acilaçúcar, sendo considerada uma melhor opção dentre as doses de nitrogênio analisadas. Salienta-se que esses resultados são preliminares, cuja consistência deverá ser reforçada em estudos futuros envolvendo doses superiores de nitrogênio e seu efeito direto sobre a traça do tomateiro.

Em relação à qualidade do fruto, as características foram melhoradas, mas a faixa de variação em relação ao déficit de nitrogênio imposto nas variáveis analisadas foi baixa, não justificando o déficit, uma vez que pode resultar na quebra de produtividade e, ao mesmo tempo, não causar um incremento expressivo na qualidade do produto.

O maior valor da atividade antioxidante, bem como os maiores teores dos compostos bioativos carotenoides totais e licopeno, foram alcançados na dose de aproximadamente 100 mg L⁻¹ de nitrogênio, demonstrando que com um pequeno déficit de N houve aumento desses compostos bioativos e da capacidade antioxidante, considerados de grande importância para a saúde humana.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABUSHITA, A.A.; HEBSHI, E.A.; DAOOD, H.G.; BIACS, P.A. Determination of antioxidante vitamins in tomatoes. **Food Chem**, v.60, p.207-212, 1997.

ALVARENGA, M.A.R. **Tomate: produção em campo, casa de vegetação e hidroponia**. 2. Ed. Lavras: Editora Universitária de Lavras, 2013.

ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). **Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/dd74ce0041ebad7f9d8bbd3e2b7e7e4d/Perguntas+e+respostas.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: mar. 2019.

ARANHA, B.C. **Análise metabolômica não-direcionada de pimentas (*Capsicum spp.*) por CG-EM**. 2016. 74 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

ASSUNÇÃO, N.S. **Fontes e doses de nitrogênio na qualidade e produtividade do tomateiro**. 2016. 38 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Rio Paranaíba, MG.

AOAC - Association of Official Analytical Chemistry. **Official methods of analysis**. 19th ed. Gaithersburg, 2012. 3000p.

AZEVEDO, S.M.; MALUF, W.R.; FARIA, M.V.; OLIVEIRA, A.C.B.; RIBEIRO, C.A.; GONÇALVES-GERVÁSIO, R.C.; SANTA-CECÍLIA, L.V.C. Resistência à traça (*Tuta absoluta*) em genótipos de tomateiro com diferentes teores de sesquiterpenos nos folíolos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 39., 1999, Tubarão. **Resumos...**Tubarão: SOB, 1999, 38p.

BARBOSA, L.V. **Controle genético e mecanismos de resistência em *Lycopersicon spp* à traça do tomateiro [*Scrobpalpuloides absoluta* (Meyrick, 1917) *Lep. Gelechiidae*]**.1994. 71 p. Dissertação (Genética e Melhoramento de plantas) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

BARBOSA, V.; NETO, J.M.S. Controle químico de *Scrobpalpuloide absoluta* (Meyrick) em tomateiro destinado ao processo industrial em São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 8., 1984, Brasília, **Resumos...** Brasília: SEB, 1984.

BASTOS, C.S.; RIBEIRO, A.V.; SUINAGA, F.A.; BRITO, S.M.; OLIVEIRA, A.A.S.; BARBOSA, T.M.; ... & TEICHMANN, Y.S.K. Resistência de plantas a insetos: contextualização e inserção no MIP. In: Visôto, L. E. (Ed.). **Avanços Tecnológicos Aplicados à Pesquisa na Produção Vegetal**. Universidade Federal de Viçosa, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, p. 31-72, 2015.

BÉNARD, C.; GAUTIER, H.; BOURGAUD, F.; GRASSELLY, D. et al Effects of Low Nitrogen Supply on Tomato (*Solanum lycopersicum*) Fruit Yield and Quality with Special Emphasis on Sugars, Acids, Ascorbate, Carotenoids, and Phenolic Compounds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 57, n. 10, p. 4112-4123, 2009.

BERLINGER, M.J.; DAHAN, R. **Resistance to the tobacco whitefly *Bemisia tabaci*, in tomato and related species: a quick screening method.** Bulletin IOBC/WPRS, p. 39-40, 1984.

BORGUINI, R.G. **Avaliação do potencial antioxidante e algumas características do tomate (*Lycopersicon esculentum*) orgânico em comparação ao convencional.** 2006. 178 f. Tese (Doutorado em Saúde Pública) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

CASTELLANE, P. D.; ARAUJO, J. A. C. **Cultivo sem solo: hidroponia.** Jaboticabal: FUNEP, 1994. 43p.

CHEN, M. S. Inducible direct plant defense against insect herbivores: a review. **Insect Science**, v.15, p.101-114, 2008.

CROTEAU, R.; KUTCHAN, T. M.; LEWIS, N. G. Natural products (secondary metabolites). In: BUCHANAN, B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. **Biochemistry & molecular biology of plants.** Rockville: American Society of Plant Physiologists, 2000.

DELPUECH, J.M.; GAREAU, E.; FROMENT, B.; ALLEMAND, R.; BOULETREAU, M. Effets de différentes doses d'un insecticide sur la communication par phéromones sexuelles du trichogramme, *Trichogramma brassicae* Bezdenko (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Annales de la Société Entomologique de France**, v.35, p.514-516, 1999.

DIAS, D.M.; RESENDE, J.T.V.; ZEIST, A.R.; SANTOS, M.H.; RESENDE, N.C.V. Seleção de genótipos F2RC1 para processamento com altos teores de acil-açúcar e resistentes à traça-do-tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v.37, n.1, 2019.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Determinação da atividade antioxidante total; método ABTS.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, n.7, nov., 2016.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e agrotecnologia**, vol.38, n.2, p. 109-112, 2014.

FERREIRA, M.M.M.; FERREIRA, G.B.; FONTES, P.C.R.; DANTAS, J.P. Qualidade do tomate em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica em duas estações. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.24, n.2, p.141-145, 2006.

FILGUEIRA F.A.R. **Solanáceas** – Agrotecnologia moderna na produção de tomate, batata, pimentão, pimenta, berinjela e jiló. Lavras: UFLA. 333p, 2003.

FRANCIS, F. J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. Anthocyanins as food col-ors. London: **Academic Press**, p.181-206, 1982.

FRANÇA, F.A.; MALUF, W.R.; ROSSI, P.E.F.; MIRANDA, J.F.C.; COELHO, M.C.F. Avaliação e seleção em tomate visando resistência à traça-do-tomateiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 3., 1984, Jaboticabal. **Resumo...** Jaboticabal, SP, 1984. p.143.

FRANÇA, F.H., VILLAS BÔAS, G.L.; CASTELO BRANCO, M.; MEDEIROS, M.A. Manejo integrado de pragas. In: SILVA, J.B.C.; GIORDANO, L.B. (Org.). **Tomate para processamento industrial**. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia/Embrapa Hortaliças, p.112-127, 2000.

FOBES, J.F.; MUDD, J.B.; MARSDEN, M.P.F.; Epicuticular lipid accumulation on the leaves of *Lycopersicon pennellii* (Corr.) D'Arcy e *Lycopersicon esculentum* Mill. **Plant Physiology**, v.77, n.1, p.567-570, 1985.

FURLANI, P.R.; SILVEIRA, L.C.P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, V. Cultivo hidropônico de plantas. Campinas, IAC.1999. 52p. (**Boletim Técnico**).

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S. et al. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: Fealq, 2002.

GARCIA, E.; BARRETT, D. Evaluation of processing tomatoes from two consecutive growing seasons: quality attributes, peelability and yield. **Journal of Food Processing and Preservation** 30:20-36, 2006.

GENTILE, A.G.; WEBB, R.E.; STONER, A.K. Resistance in *Lycopersicon* and *Solanum* species to the potato aphid. **Journal of Economic Entomology**, v.61. n.5, p.1152-1154, 1968.

GERSHENZON, J. **Rec. Adv. Phytochem.** 1984, 18, 273.

GIOVANELLI, G.; ZANONI, B.; LAVELLI, V.; NANI, R. Water sorption, drying and antioxidant properties of dried tomato products. **Journal of Food Engineering**, v.52, p.135-141, 2002.

GIOVANNUCCI, E.; ASCHERIO, A.; RIMM, E.B.; STAMPFER, M.L.; COLDITZ, G.A.; WILLETT, W.C. Intake of carotenoids and retinol in relation to risk of prostate cancer. **Journal of the National Cancer Institute**, v.87, p.1767-1776, 1995.

GOFFREDA, J.C.; MUTSHLER, M.A.; AVE, D.A.; TINGEY, W.M.; STEFFENS, J.C. Aphid deterrence by glucose esters in glandular trichome exudate of wild tomato, *Lycopersicon pennellii*. **Journal of Chemical Ecology**, v.15, n.7, p.2135-2147, 1989.

GONÇALVES, L.D.; MALUF, W.R.; CARDOSO, M.G.; GOMES, L.A.A.; NASCIMENTO, I.R. Herança de acilácúcares em genótipos de tomateiro provenientes de cruzamento interespecíficos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.5, p. 6999-705, 2007.

GONÇALVES, M.I.F. **Variação no teor de 2-tridecanona em folíolos de tomateiro e sua relação com a resistência a duas espécies de ácaros do gênero Tetranychus**. 1996. 63 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

GONÇALVES-GERVÁSIO, R.C.R. Aspectos biológicos e parasitismos de ovos de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepdoptera. Gelechiidae) por *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em genótipos de tomateiro contrastantes

quanto ao teor de 2-tridecanona nos folíolos. 1998. 71 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

GRAZIANI, G.; PERNICE, R.; LANZUISE, S.; VITAGLIONE, P.; ANESE, M.; FOGLIANO, V. Effect of peeling and heating on carotenoid content and antioxidant activity of tomato and tomato-virgin olive oil systems. **European Food Research Technology**, Heidelberg, v.216, n.2, p.116-121, 2003.

GUEDES, R.; PICANÇO, M. The tomato borer *Tuta absoluta* in South America: pest status, management and insecticide resistance. **EPPO Bulletin**, v.42, n.2, p.211- 216, 2012.

HAJI, F.N.P.; ALENCAR, J.A.; PREZOTTI, L. **Principais pragas do tomateiro e alternativas de controle.** Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1998. 51 p.

HAJI, F.N.P.; FREIRE, L.C.L.; ROA, F.G.; SILVA, C.N.; SOUZA JUNIOR, M.M.; SILVA, M.I.V. Manejo integrado de *Scrobipalpus absoluta* (Polvony) (Lepidoptera: Gelechiidae) no Sub médio São Francisco. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.24, n.3, p.587-591, 1995.

HENDRIKS, H.; ANDERSON-WILDEBOER, Y.; ENGELS, G.; BOS, R.; WOERDENBAG, H.J. **Planta Med.** 1997, 63, 356.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores IBGE.** Estatística mensal da produção agrícola, levantamento sistemático da produção agrícola. 2018. 81p.

JONES JÚNIOR, J.B. **Tomato plant culture: in the field, greenhouse and home garden.** Florida: CRC Press. 199p, 1999.

JORGE, M.F.; NASCIMENTO, K.O.; JUNIOR, J.L.B.; DA SILVA, L.D.B.; BARBOSA, I.M.J. Physicochemical characteristics, antioxidant capacity and phenolic compounds of tomatoes fertigated with different nitrogen rates. **Rev. Caatinga**, Mossoró, v. 30, n. 1, p. 237 – 243, 2017.

JUVIK, J.A.; SHAPIRO, J.A.; YOUNG, T.E.; MUTSCHLER, M.A. Acylglucose from wild tomato alters behavior and reduce growth and survival of *Helicoverpa zea* and *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae). **Entomology Society American**, v.87, n.2, p.482-492, 1094.

KADER, A.A.; MORRIS, L.L.; STEVENS, M.A. Composition and flavor quality of fresh market tomatoes as influenced by some postharvest handling procedures. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.113, n.5, p.742-745, 1978.

KENNEDY, G.G. Tomato, pests, parasitoids, and predators: tritrophic interactions involving the genus *Lycopersicon*. **Annual Review Entomology**, Stanford, Palo Alto, v. 48, p. 51-72, Sept. 2003.

KIM, J.; KANG, K.; GONZALES-VIGIL, E.; JONES, D.; BARRY, C.S.; LAST, R.L. Striking natural diversity in glandular trichome acylsugar composition is shaped by variation at the acyl transferase2 locus in the wild tomato *Solanum habrochaites*. **Genome Analysis**, v.160, n.4, p.1854-1870, 2012.

KIRIMI, J.K.; ITULYA, F.M.; MWAJA, V.N. Effects of nitrogen and spacing on fruit yield of tomato. **African Journal of Horticultural Science** 5:50-60, 2011.

KUSCU, H.; TURHAN, A.; OZMEN, N.; AYDINOL, P.; DEMIR, A.O. Optimizing levels of water and nitrogen applied through drip irrigation for yield, quality, and water productivity of processing tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Horticulture, Environment and Biotechnology**, v. 55, p. 103-114, 2014.

LABORY, C.R. **Repetibilidade, herdabilidade no sentido restrito e mecanismos de resistência do teor de aleloquímicos 2-Tridecanona em *Lycopersicon spp* à traça do tomateiro. *Scrobipalpoides absoluta* (Meyrick, 1917) Lep. Gelechiidae.** 1996. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

LANGE, W.H.; BRONSON, L. Insects of tomatoes. **Annual Review of Entomology**, v.26, n.1, p.345-371, 1981.

LARBAT, R.; ADAMOWICZ, S.; HAN, P.; DESNEUX, N.; BOT, Le. Interrelated responses of tomato plants and the leaf miner *Tuta absoluta* to nitrogen supply. **Plant Biology**, v.18, p. 495-504, 2016.

LEITE, G.L.D.; COSTA, C.A.; ALMEIDA, C.I.M.; PICANO, M. Efeito da adubação sobre a incidência de traça do tomateiro e *Alternaria* em plantas de tomate. **Horticultura Brasileira**, v.21, n.3, p.448-451, 2003.

LEITE, G.L.D. **Efeito da idade, parte do dossel e níveis de adubação na resistência de *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum* à *Tuta absoluta*.** 1997. 40 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

LEITE, G.L.D. Resistencia de tomates a pragas. **Unimontes Científica**, Montes Claros, v.6, n.2, 2004.

LENKE, C. A.; MUTSCHLER, M. A. Inheritance of glandular trichomes in crosses between *Lycopersicon esculentum* and *Lycopersicon pennellii*. **Journal of the American Society Horticultural Science**, Mount, v. 109, n. 6, p. 592-596, Nov. 1984.

MACIEL, G.M. **Broad spectrum arthropod resistance mediated by leaf acylsugar contents in tomatoes.** 2008. 45 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

MACIEL, G.M.; SILVA, E.C. Proposta metodológica para quantificação de acilaçúcares em folíolos de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v.32, p.174-177, 2014.

MACIEL, G.M. **Capacidade combinatorial em tomateiro e potencial comercial de híbridos resistentes a pragas.** 2010. 43 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

MALUF, W.R.; BARBOSA, L.V.; COSTA SANTA-CECÍLIA, L.V. 2-tridecanone-mediated mechanisms of resistance to the South American tomato pinworm *Scrobipalpoides absoluta*

(Meiryck, 1917) (Lepdoptera-Gelechiidae) in *Lycopersicon* spp. **Euphytica**, v.93, n.2, p.189-194, 1997.

MICHEREFF FILHO, M.; VILELA, E.F. Traça-do-tomateiro, Tuta absoluta (Lepidoptera: Gelechiidae). In: VILELA, E.F.; ZUCHHI, R.A.; CANTOR, F. (Ed.). **Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, p.81- 84, 2000.

MORAES, C.A.G. **Como cultivar tomates em sistema NFT (Técnica do fluxo laminar de nutrientes)**. Jundiaí, Disq Editora. 1997, 148 p.

MORAIS, T.B. **Eficiência de doses de nitrogênio e sombreamento na cultura do tomate em cultivo protegido**. 2017. 78 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agroambiental) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

MORALES, R.G.F.; DINIZ, F.C.P.; CANTÚ, R.R.; SCHALLENBERGER, E. GARCIA, J. Comparação entre cultivares de tomateiro quanto as características físicas do fruto em dois sistemas de cultivo. **UNIPLAC**, v.6, n.1, 2018.

MAROUELLI, W.A.; SOUZA, R.B.; BRAGA, M.B.; SILVA, W.L.C. Evaluation of sources, doses and application schedules of nitrogen on drip-irrigated tomato. **Horticultura Brasileira**, v.32, p. 327-335, 2014.

MOURA, A.P.; FILHO, M.M.; GUIMARÃES, J.A.; LIZ, R.S. **Manejo integrado de pragas do tomateiro para processamento industrial**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2014 (Circular Técnica 129).

NELSON, N. A photometric adaptation of the Somogy method for the determination of glucose. **Journal of Biological Chemistry**. v.153: 375-380, 1944.

NEVES, L. C.; ALENCAR, S. M.; CARPES, S. T. Determinação da atividade antioxidante e do teor de compostos fenólicos e flavonoides totais em amostras de pólen apícola de *Apis mellifera*. **Brazilian Journal Food Technology**, v.15, p.107-110, 2009.

PACHECO, M.A.S.R.; FONSECA, Y.S.K.; DIAS, H.G.G.; CÂNDIDO, V.L.P.; PAZINATO, B.C.; GALHARDO, R.C. **Processamento artesanal do tomate**. 2º impressão. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 30 p, 1997.

PAINTER, R.H. **Insect resistance in cropplants**. New York: MacMillan, 520p, 1951.

PAMPLONA, A.M.S.R. **Avaliação de genótipos de tomate *Lycopersicon*spp. Com diferentes concentrações de açúcares, quanto a resistência a *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) (Hemíptera: Alerodidae)**. 2001. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

PARISI, M.; GIORDANO, I.; PENTANGELO, A.; D'ONOFRIO, B.; VILLARI, G. Effects of different levels of nitrogen fertilization on yield and fruit quality in processing tomato. **Acta Horticulture**, 700: 129-132, 2006.

PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. (Eds.). **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002.

PAZINATO, B.C.; GALHARDO, R.C. **Processamento artesanal do tomate**. 2º impressão. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1997. 30 p.

PEREIRA, G.V.N.; MALUF, W.R.; GONÇALVES, L.D.; NASCIMENTO, I.R.; GOMES, L.A.A.; LICURSI, V. Seleção para alto teor de acilaçúcar em genótipos de tomateiro e sua relação com a resistência ao ácaro vermelho (*Tetranychus evansi*) e à traça (*Tuta absoluta*). **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, p. 996-1004, 2008.

PINTO, Â. C.; SILVA, D. H. S.; BOLZANI, V. DA S.; LOPES, N. P.; EPIFANIO, R. DE A. Produtos naturais: atualidades, desafios e perspectivas. **Química Nova**, v.25, n.1, p.45-61, 2002.

PONTI, O.M.B. de; PET, G.; HOGENBOOM, N.G. Resistance to the glass house whitefly (*Trialeurodes vaporariorum* Westw) in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) and related species. **Euphytica**, v.24, n.4, p.645-649, 1975.

PORTO, J.S.; REBOUÇAS, T.N.H.; MORAES, M.O.B.; BOMFIN, M.P.; LEMOS, O.L.; LUZ, J.M.Q. Quality and antioxidant activity of tomato cultivated under different sources and doses of nitrogen. **Rev. Caatinga**, Mossoró, v.29, n.4, p.780-788, 2016.

PRATISSOLI, D.; CARVALHO, J.R. **Guia de Campo: Pragas da Cultura do Tomateiro**. Alegre, ES: NUDEMAFI, UFES, 2015, 35 p.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, 2018.

RESENDE, J.T.V. **Teores de acilaçúcares aleloquímicos mediadores da resistência a pragas e sua herança em folíolos de tomateiro, obtidos a partir do cruzamento interespecífico (*Lycopersicon esculentum* Mill x *Lycopersicon pennellii*)**. 1999. 56 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

RESENDE, J.T.V.; MALUF, W.R.; FARIA, M.V.; PFANN, A.Z.; NASCIMENTO, I.R. Acylsugars in tomato leaf lets confer resistance to the South American tomato pinworm, *Tuta absoluta*. **Scientia Agrícola**, v.63. p.20-25, 2006.

RESENDE, J.T.V.; CARDOSO, M.G.; MALUF, W.R.; SANTOS, C.D.; GONÇALVES, L.D.; RESENDE, L.V.; NAVES, F.O. Método colorimétrico para quantificação de acilaçúcar em genótipos de tomateiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v.26: 1204-1208, 2002.

RESENDE, J.T.V.; MALUF, W.R.; CARDOSO, M.G.; FARIA, M.V.; GONÇALVES, L.D.; NASCIMENTO, I.R. Resistance of tomato genotypes with high level of acylsugars to *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard. **Scientia Agrícola**, v.65, p.31-35, 2008.

REZENDE, F.M.; ROSADO, D.; MOREIRA, F.A.; CARVALHO, W.R.S. **Vias de síntese de metabólitos secundários em plantas**. Laboratório de Ensino de Botânica, p. 93, 2016.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A Guide to Carotenoid Analysis in Food**. Washington: ILSI Press, 2001.64 p.

SAEIDI, Z.; MALLIK, B. KULKARNI, R.S. Inheritance of glandular trichomes and two-spotted spider mite resistance in coss *Lycopersicon esculentum* 'NANDI' an *L. pennellii* 'LA 2963'. **Euphytica**, p.231-238, 2007.

SAHLIN, E.; SAVAGE, G.P.; LISTER, C.E. Investigation of the antioxidant properties of tomatoes after processing. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.17, p.635-647, 2004.

SHAPIRO, J.A.; STEFFENS, J.C.; MUTSCHLER, M.A. Acylsugars of the wild tomato *Lycopersicon pennellii* in relation to geographic distribution of the species. **Biochemical Systematics and Ecology**, v.22, n.6, p.545-561, 1994.

SILVA, E.C.; ALVARENGA, P.P.M.; MACIEL, G.M. Avaliação físico-químicas de frutos de tomateiro em função de doses de potássio e nitrogênio. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.29, n.6, p.1788-1795, 2013.

SILVA, J.B.C.; GIORDANO, L.B.; FURUMOTO, O.; BOITEUX, L.S.; FRANÇA, F.H.; BÔAS, G.L.V. Cultivo de Tomate para Industrialização. Embrapa Hortaliças, 2006. (Sistemas de Produção, 1 - 2ª Edição).

SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMAN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1102p. 2007.

SIQUEIRA, H.A.A., GUEDES, R.N.C.; PICANÇO, M.C. Insecticide resistance in populations of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Agricultural and Forest Entomology**, v. 2, p. 147-153, 2000.

SMITH, M. **Plant resistance to arthropods: molecular and conventional approaches**. Berlin: Springer, 423p, 2005.

SOUZA, J. C.; REIS, P. R. **Traça do tomateiro: histórico, reconhecimento, biologia, prejuízos e controle**. Belo Horizonte: EPAMIG, 1992. 20 p. (EPAMIG Boletim Técnico, 38).

SOUZA, J. C.; REIS, P. R. **Traça do tomateiro: histórico, reconhecimento, biologia, prejuízos e controle**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2000. 32 p. (EPAMIG Boletim Técnico, 57).

SPRING, O.; BIENERT, U. **J. Plant Physiol.** 1987, 130, 441.

VINHA, A.F.; ALVES, R.C.; BARREIRA, S.V.P.; CASTRO, A.; COSTA, A.S.G.; OLIVEIRA, M.B.P.P. Effect of peel and seed removal on the nutritional value and antioxidant activity of tomato fruits. **Food Science and Technology** 55:197202, 2014.

WALGENBACH, J.F. Integrated pest management strategies for field-grown tomatoes. In: WAKIL, W.; BRUST, G.E; PERRING, T.M. (Eds.) **Suitable management of arthropod pests of tomato**. New York: Academic Press, p. 323-339, 2017.