

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CÂMPUS SÃO MIGUEL DO OESTE  
BACHARELADO EM AGRONOMIA

BERNARDO CEREZER  
GABRIEL DAL CIN

AÇÃO DE GIBERELINA E AUXINA NO DESENVOLVIMENTO DA PLANTA E NA  
QUALIDADE DE TOMATES 'GAÚCHO'

SÃO MIGUEL DO OESTE  
2020

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CÂMPUS SÃO MIGUEL DO OESTE  
BACHARELADO EM AGRONOMIA

BERNARDO CEREZER  
GABRIEL DAL CIN

AÇÃO DE GIBERELINA E AUXINA NO DESENVOLVIMENTO DA PLANTA E NA  
QUALIDADE DE TOMATES 'GAÚCHO'

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Agronomia do Instituto Federal de Santa Catarina – Campus São Miguel do Oeste como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Profa. Dra. Aquidauana Miqueloto Zanardi.

Coorientadora: Profa. Dra. Franciele Lima Cardoso.

SÃO MIGUEL DO OESTE

2020

## FICHA CATALOGRÁFICA

BERNARDO CEREZER  
GABRIEL DAL CIN

AÇÃO DE GIBERELINA E AUXINA NO DESENVOLVIMENTO DA PLANTA E  
QUALIDADE DE TOMATES 'GAÚCHO'

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do Título de Engenheiro Agrônomo e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do Curso de Bacharelado em Agronomia do Instituto Federal de Santa Catarina.

São Miguel do Oeste, 31 de Agosto de 2020.

---

Orientadora: Profa. Dra. Aquidauana Miqueloto Zanardi

---

Membro da banca: Dr. Tiago Miqueloto

---

Membro da banca: Prof. Dr. Odimar Zanuzo Zanardi

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos ao Instituto Federal de Santa Catarina – Campus São Miguel do Oeste (IFSC-SMO) e todo o quadro de funcionários pelo espaço disponibilizado para o desenvolvimento deste projeto, em especial a nossa orientadora Professora Doutora Aquidauana Miqueloto Zanardi e a nossa coorientadora Professora Doutora Franciele Lima Cardoso, somos gratos pelo suporte, incentivo e paciência. Aos técnicos dos laboratórios, agradecemos por toda ajuda fornecida. Aos nossos familiares, pelo incentivo durante toda a trajetória, que apoiaram em nossas batalhas diárias, dialogando e dedicando seu tempo a nós. A todos nossos amigos e companheiros de trabalho que nos auxiliaram na execução das avaliações no apoio para a realização deste trabalho.

## RESUMO

A cultura do tomate apresenta elevadas perdas em pré e pós-colheita. Uma das alternativas empregadas para melhorar a qualidade dos frutos e reduzir as perdas é a aplicação de fitoreguladores. Entre os fitoreguladores, as giberelinas e auxinas, podem contribuir para o crescimento e desenvolvimento dos tomateiros, bem como auxiliar na manutenção da qualidade dos frutos. Dessa forma, objetivou-se com este trabalho avaliar a ação do ácido naftaleno-acético (ANA) e do ácido giberélico ( $GA_3$ ) no tamanho de folhas, no diâmetro de caule e na qualidade dos frutos na colheita e após o armazenamento de tomates da cultivar Gaúcho. O experimento foi realizado em casa de vegetação no Instituto Federal de Santa Catarina em São Miguel do Oeste. Mudas de tomateiro 'Gaúcho' com 40 dias após a sementeira foram adquiridas em estabelecimento comercial e transplantadas em vasos 7 L com sistema de fertirrigação. Na emissão da primeira, segunda e terceira inflorescências, as plantas foram tratadas com ANA  $10 \text{ mg L}^{-1}$ ,  $GA_3$   $10^{-6} \text{ M}$  e controle (água destilada). As aplicações dos tratamentos foram realizadas a cada 7 dias até que os frutos atingissem o estágio "breaker" (alaranjado). Antes das aplicações o diâmetro do caule e o tamanho de folha foram mensurados. Os frutos (estágio "breaker") foram colhidos e transportados ao laboratório para avaliação dos atributos de cor ( $L$ ,  $C$  e  $h^\circ$ ), massa fresca, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), textura, firmeza e diferenciação de vasos do xilema. Plantas tratadas com ANA e  $GA_3$  exibiram maior diâmetro de caule em relação as plantas controle. Aumento no tamanho de folha foi observado nas com ANA. No momento da colheita, tomates da primeira e segunda inflorescências tratadas com ANA apresentaram menor cromaticidade ( $C$ ) do que  $GA_3$  e controle. No entanto, frutos da segunda inflorescência tratados com ANA e  $GA_3$  apresentaram maiores valores de  $L$  do que controle, enquanto atributos de  $C$  e  $h^\circ$  foram similares ao controle. Para os atributos físico-químicos, aplicações de ANA e  $GA_3$  proporcionaram a manutenção da AT nos frutos colhidos da segunda e terceira inflorescência. Após o armazenamento, frutos da primeira inflorescência tratados com ANA e  $GA_3$  tiveram maior coloração avermelhada na epiderme. Frutos da terceira inflorescência tratados com ANA tiveram menor coloração avermelhada na epiderme e maior teor de SS em relação aos frutos tratados com  $GA_3$ . Com os resultados obtidos é possível inferir que o número de aplicações e o fitoregulador

podem interferir na coloração da epiderme e nos atributos físico-químicos dos tomates no momento da colheita e após o armazenamento.

**Palavras-chave:** *Solanum lycopersicum*, pós-colheita, fitoreguladores, morfologia.

## ABSTRACT

The tomato crop presents great pre- and post-harvest losses. A widely utilized alternative to increase tomatoes quality and to reduce the losses is the use of phytohormones. Among the phytohormones, gibberellins and auxins, can contribute to the growth and development of tomato plants and help in maintaining, of fruit quality. In this study the naphthalene acetic acid (NAA) and gibberellic acid (GA<sub>3</sub>) activities on leaf size, stem diameter, and fruit quality on harvest and post-storage of 'Gaúcho' tomatoes were assessed. The experiment was realized in an agricultural greenhouse belonging to the Instituto Federal de Santa Catarina at São Miguel do Oeste. Tomato seedlings of 'Gaúcho' tomatoes with 40 days after seeding were bought from a local store and transplanted to seven-liter pots with fertirrigation system. In the opening of the first, second and third inflorescences, the plants were treated with NAA 10 mg L<sup>-1</sup> and GA<sub>3</sub> 10<sup>-6</sup> M and control (distilled water). The treatments' applications were applied every seven days until the fruits reached breaker stage (orange color). Before of applications, the stem diameter and the leaf size were measured. The fruits (breaker stage) were harvested and transported to the laboratory for evaluation of the attributes: color (*L*, *C* e *°h*), fresh mass, soluble solids (SS), titratable acidity (TA), texture, firmness, and xylem vessel differentiation. Plants treated with ANA and GA<sub>3</sub> exhibited larger stem diameter comparing to the control. Increase in the leaf size was observed in plants treated with ANA. At the time of harvesting, tomatoes from first and second inflorescences treated with ANA exhibited lower values of chromaticity than GA<sub>3</sub> and control. However, fruits from the second inflorescence, treated with ANA and GA<sub>3</sub> exhibited greater values of *L* than control, while the attributes *C* and *°h* there was no significant difference to control. For physical-chemical attributes, applications of ANA and GA<sub>3</sub> provided the maintenance of TA on fruits harvested on the second and third inflorescence. Fruits from the first inflorescence treated with ANA and GA<sub>3</sub> showed greater red epidermal discoloration for post-storage evaluations. Fruits from the third inflorescence treated with ANA showed lower red epidermal discoloration and greater values of SS, when compared with GA<sub>3</sub> treated. With the obtained results is possible to infer the use of phytohormones can interfere with epidermal discoloration and physical-chemical attributes on tomatoes at moment of harvest and after storage.

**Keywords:** *Solanum lycopersicum*, post-harvest, phyto regulators, morphology.

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 – Plantio de tomates cultivar Gaúcho em casa de vegetação.....	23
Figura 2 – Colheita de tomates (A) e transporte em sacos plásticos para avaliação em laboratório (B).....	26
Figura 3 – Avaliação da funcionalidade do xilema. Notam-se os vasos do xilema marcados pela solução de fucsina ácida tanto nos frutos inteiros (A) quanto seccionados (B).....	28
Figura 4 – Comparação do diâmetro de caule entre os três tratamentos durante o período experimental.....	30
Figura 5 – Comparação do tamanho das folhas entre os três tratamentos durante o período experimental. ....	31
Figura 6 – Avaliação da funcionalidade do xilema. A. Primeira inflorescência, tratamento controle. B. Primeira inflorescência, tratamento com ANA. C. Primeira inflorescência, tratamento com GA3. D. Segunda inflorescência, tratamento controle. E. Segunda inflorescência, tratamento com ANA. F. Segunda inflorescência, tratamento com GA3. G. Terceira inflorescência, tratamento controle. H. Terceira inflorescência, tratamento com ANA. I. Terceira inflorescência, tratamento com GA3.....	33

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Safra de 2017 com os maiores países produtores mundiais.....	16
Tabela 2 - Safra de 2018 e 2019 com variáveis toneladas, hectares e quilogramas por hectares na produção de tomate no Brasil.....	17
Tabela 3 - Número de vasos de xilema de frutos colhidos da primeira até a terceira inflorescência de plantas de tomateiro da cultivar 'Gaúcho' pulverizadas semanalmente com água (controle), ácido naftaleno acético (ANA) 10 mg L <sup>-1</sup> e ácido giberélico (GA <sub>3</sub> ) 10 <sup>-6</sup> M.....	32
Tabela 4 - Coloração da epiderme (L, C e h°) de tomates 'Gaúcho' da primeira, segunda e terceira inflorescências de plantas tratadas com ácido naftaleno acético (ANA) 10 mg L <sup>-1</sup> e ácido giberélico (GA <sub>3</sub> ) 10 <sup>-6</sup> M.....	34
Tabela 5 - Atributos físico-químicos de tomates 'Gaúcho' da primeira, segunda e terceira inflorescências de plantas tratados com ácido naftaleno acético (ANA) 10 mg L <sup>-1</sup> e ácido giberélico (GA <sub>3</sub> ) 10 <sup>-6</sup> M.....	36
Tabela 6 - Coloração da epiderme (L, C e h°) de tomates 'Gaúcho' da primeira, segunda e terceira inflorescências de plantas tratados com ácido naftaleno acético (ANA) 10 mg L <sup>-1</sup> e ácido giberélico (GA <sub>3</sub> ) 10 <sup>-6</sup> M. Os frutos foram armazenados a temperatura controlada de 4 °C por 7 dias.....	37
Tabela 7 - Atributos físico-químicos de tomates 'Gaúcho' da primeira, segunda e terceira inflorescências de plantas tratados com ácido naftaleno acético (ANA) 10 mg L <sup>-1</sup> e ácido giberélico (GA <sub>3</sub> ) 10 <sup>-6</sup> M. Os frutos foram armazenados a temperatura controlada de 4 °C por 7 dias.....	39

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
1.1 Objetivos.....	14
1.1.1 Objetivo geral.....	14
1.1.2 Objetivos específicos.....	14
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>15</b>
2.1 Aspectos gerais da cultura do tomateiro .....	15
2.2 Produção mundial e nacional de tomates.....	16
2.3 Ação da auxina e giberelina no crescimento e aspectos morfológicos das plantas e frutos de tomateiro. ....	18
2.4 Ação de auxinas e giberelinas na qualidade dos frutos de tomate.....	20
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>22</b>
3.1 Local.....	22
3.2 Produção e transplante das mudas.....	22
3.3 Irrigação e fertirrigação .....	24
3.4 Monitoramento das variáveis meteorológicas na casa de vegetação.....	25
3.5 Manejo fitossanitário das plantas.....	25
3.6 Tratamentos e aplicações.....	25
3.7 Avaliação dos atributos de crescimento das plantas.....	26
3.8 Avaliação dos atributos de qualidade dos frutos.....	26
3.9 Avaliação da planta e dos frutos de tomate.....	27
3.9.1. Tamanho de folha, diâmetro de caule e massa dos frutos.....	27
3.9.2 Avaliação da funcionalidade do xilema.....	27
3.9.3 Coloração da epiderme.....	28
3.9.4 Textura.....	28
3.9.5 Acidez titulável (AT).....	29
3.9.6 Sólidos solúveis.....	29
3.3 Análise estatística.....	29
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>30</b>

4.1 Ação dos ácidos naftaleno acético e giberélico no tamanho das folhas e diâmetro do caule de tomateiro 'Gaúcho'.....	30
4.2. Ação dos ácidos naftaleno acético e giberélico na funcionalidade do xilema e qualidade dos frutos no momento da colheita.....	32
4.3 Avaliação da qualidade de tomates 'Gaúcho' em pré-acondicionamento.....	34
4.3.1 Avaliação da coloração de epiderme.....	34
4.3.2 Avaliação dos atributos físico-químicos.....	35
4.4 Avaliação da qualidade de tomates 'Gaúcho' pós-armazenamento.....	37
4.4.1 Avaliação da coloração de epiderme.....	37
4.4.2 Avaliação dos atributos físico-químicos.....	38
<b>5. CONCLUSÕES .....</b>	<b>41</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>42</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Solanum lycopersicum L.*) é originário da América do Sul e possui grande importância econômica mundial (RODRIGUES et al., 2018). Isso se deve, em parte, ao valor nutricional dos frutos que apresenta em sua composição elevadas concentrações de carotenoides, flavonoides, ácido fólico, vitaminas A, C, E, potássio, magnésio e licopeno (SILVA et al., 2006). O Brasil é o nono maior produtor mundial de tomate. Do total produzido, cerca de dois terços é destinada ao consumo *in natura*, e um terço para indústria de processamento. No Brasil, o tomateiro é produzido em todos os estados, embora os maiores produtores estejam localizados nas regiões Sudeste e Centro-Oeste do país (CASA; EVANGELISTA, 2009; FAOSTAT, 2019).

O principal entrave na produção de tomates está relacionado às altas perdas em pré e pós-colheita. Estudos mostram que a perda de alimentos em países em desenvolvimento ou emergentes, como o Brasil, são maiores do que nos países desenvolvidos, chegando a 30% da produção. Os principais fatores que acarretam perdas na pós-colheita são danos mecânicos, podridões, distúrbios fisiológicos, senescência e outros (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Ademais, o ponto de colheita e maturação dos frutos influenciam diretamente na sua conservação pós-colheita e, conseqüentemente, nas perdas neste período (PAULA, 2013).

Durante a maturação, ocorrem modificações bioquímicas e fisiológicas dos frutos. Para tanto, a colheita no estágio de maturação adequado determina a qualidade do tomate comercializado, além de ser fundamental para a obtenção de um produto de alta durabilidade (PAULA, 2013). Todavia, estas características variam consideravelmente entre as cultivares de tomate (DAVIES; HOBSON; MCGLASSON, 1981). Por isso, diversos genótipos de tomates vêm sendo estudados, visando aumento de produtividade, melhorias nas características físico-químicas dos frutos e redução nas perdas pós-colheita (CHITARRA; CHITARRA, 2005; PAULA, 2013; SANTOS, 2019)

Entre as alternativas disponíveis a aplicação de fitoreguladores (hormônios vegetais) em baixas concentrações podem promover, inibir ou alterar os processos morfológicos e/ou fisiológicos das plantas (TAIZ; ZEIGER, 2013) e dos frutos produzidos. Nos últimos anos diversos hormônios vegetais têm sido utilizados em

estudos que visam compreender o papel das auxinas e giberelinas no crescimento e desenvolvimento das plantas, bem como na manutenção da qualidade dos frutos de diferentes espécies vegetais (PEDROSO et. al, 2016). Segundo Farinha (2008) a aplicação destes fitorreguladores, especificamente, promovem um expressivo aumento na produtividade e na qualidade dos frutos do tomateiro.

Estudos avaliando a ação de auxinas e giberelinas em uma ampla variedade de plantas podem ser encontrados na literatura como a lima ácida 'Tahiti' (JOMORI, et al., 2003). De forma geral, quando aplicadas nas plantas, dentre elas no tomateiro, as auxinas e giberelinas podem induzir o crescimento e multiplicação celular das plantas, aumentar o tamanho de folhas e frutos, uniformizar o processo de maturação dos frutos, auxiliar na manutenção dos atributos de qualidade dos frutos e aumentar o período de conservação pós-colheita dos frutos (SALISBURY; ROSS, 2012; TAIZ; ZEIGER, 2013; EVERT; EICHHORN, 2014).

Embora amplamente estudados em diferentes cultivares de tomateiro (DAVIES; HOBSON; MCGLASSON, 1981; AYUB; REZENDE, 2010; SANTOS, 2019), não são encontrados estudos na literatura que demonstram o efeito desses hormônios em tomateiros da cultivar 'Gaúcho'. Assim, objetivou-se com este estudo avaliar a ação do ácido naftaleno-acético (ANA) e do ácido giberélico ( $GA_3$ ) no crescimento das plantas e na qualidade dos frutos no momento da colheita e após o armazenamento de tomates 'Gaúcho'.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo geral**

Avaliar a ação dos ácidos naftaleno acético (ANA) e giberélico ( $GA_3$ ) no crescimento das plantas e na qualidade dos frutos de tomates 'Gaúcho'.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

- Avaliar o tamanho de folha e diâmetro de caule de tomateiros 'Gaúcho';
- Avaliar a qualidade de tomates quanto ao número de vasos do xilema, coloração da epiderme, massa fresca, textura, acidez titulável e sólidos solúveis no momento da colheita e após o armazenamento de tomates 'Gaúcho'.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Aspectos gerais da cultura do tomateiro

O tomateiro (*Solanum Lycopersicum* L.) é uma planta perene pertencente à família Solanaceae, de hábito determinado ou indeterminado, que pode atingir até três metros de altura (FILGUEIRA, 2012). De acordo com Kinet e Peet (1997) as inflorescências são emitidas a cada duas ou três folhas, variando de acordo com as condições edafoclimáticas. A inserção das folhas na planta é alternada, pinadas e denteadas. As inflorescências são cimeiras e o fruto é uma baya, com tamanho, formato e coloração variada. O tomate é um fruto climatérico e com alta perecibilidade (CASA; EVANGELISTA, 2009). Os frutos são uma importante fonte de nutrientes, como antioxidantes, licopeno, vitamina A ( $\beta$ -caroteno) e ácido ascórbico (vitamina C), que ao serem ingeridas desempenham importante papel na proteção contra o câncer ou doenças cardiovasculares (BERGOUIGNOUX, 2014).

O tomateiro pode ser cultivado em sistema convencional ou em ambiente protegido (CARRIJO et al., 2004; LOPES et al. 2015). Quando cultivado em ambiente protegido, as plantas podem apresentar um incremento de até 33% e 45% no desenvolvimento vegetativo no período de primavera-verão e outono-inverno, respectivamente (RADIN, 2002). Segundo Silva et al. (2006) a temperatura ideal para o cultivo do tomateiro em ambiente protegido é de 21 °C e amplitude térmica tolerada de 10 a 34 °C. Plantas expostas as baixas (< 12°C), apresentam crescimento reduzido. Além disso, tomates cultivados em ambientes protegidos demonstram algumas diversas vantagens em relação ao sistema convencional, incluindo maior controle e manejo da água e dos nutrientes (reduzindo problemas de salinização no sistema radicular) e menor incidência de pragas e doenças (CARRIJO et al., 2004).

## 2.2 Produção mundial e nacional de tomate

A tomaticultura é uma atividade que vem ganhando espaço no cenário agrícola nacional e mundial nos últimos anos. O tomate é a segunda olerícula mais produzida no mundo, ficando atrás apenas da batata (FAOSTAT, 2019). Entre 1993 e 2013, a produção mundial *per capita* de tomate cresceu 64%, passando de 12 para 20 kg por pessoa por ano, de acordo com dados da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO/ONU, 2017). O aumento do consumo deste fruto abre um nicho de negócios interessante para os países produtores, como o Brasil, que ocupou o nono lugar dentre os maiores produtores mundiais no ano de 2017 (FAOSTAT, 2019). A nível mundial, a China e a Índia se destacam como os maiores produtores e exportadores de tomate (FAOSTAT, 2019) (Tabela 1). Isso deve-se, ao fato destes países serem superpopulosos, com grande disponibilidade de mão de obra e o produto ser exportado para países com melhores estratégias de industrialização. Segundo Carvalho (2007), a Itália, maior exportadora do tomate enlatado, compra a maior parte da produção de tomate da China e reprocessa com a finalidade de atender o mercado europeu.

**Tabela 1 – Maiores produtores mundiais de tomate em 2017.**

País	Posição	Produção (ton.)	Área (ha)	Produtividade (kg/ha)
China	1º	59.626.900	1.033.276	57.706,6
Índia	2º	20.708.000	797.000	25.982,4
Estados Unidos	3º	10.910.990	126.070	86.547,1
Brasil	9º	4.230.150	61.534	68.744,9

Fonte: elaborada pelo autor a partir de informações da FAOSTAT, 2019.

Atualmente, o Brasil atualmente se encontra entre os 10 maiores produtores mundiais de tomate (FAOSTAT, 2019) (Tabela 1), mesmo com uma pequena redução na área de produção nos anos de 2018 e 2019 (IBGE-SIDRA, 2019) (Tabela 2). Apesar da redução da área de cultivo, ainda houve aumento na produção devido a adoção de tecnologias que propiciaram incrementos na produtividade (SANTOS, 2019) (Tabela 2). Em 2019 a produção de tomate atingiu 4,1 milhões de

toneladas, sendo cerca de 70% destinados ao consumo *in natura* e 30% ao processamento (IBGE-SIDRA, 2019).

**Tabela 2 – Produção, área e produtividade de tomates no Brasil nas safras 2017/2018 e 2018/2019 de 2018/2019.**

Variável	Safr		
	2017/2018	2018/2019	Varição (%)
Produção (ton.)	4.084.910	4.114.026	0,7
Área (ha)	59.738	59.505	-0,4
Produtividade (kg/ha)	68.394	69.139	1,1

Fonte: elaborada pelo autor a partir de informações do IBGE-SIDRA/Diretoria de Pesquisas, 2019.

Levantamentos realizados pela FAOSTAT (2019), demonstraram um aumento na produção brasileira total na faixa de 55,64 %, entre os anos 1997 (2.717.965 ton.) e 2017 (4.230.150 ton.) (Tabela 3). A produção mundial, por sua vez, dobrou, atingindo 104,25 % de crescimento passando de 89.251.706 ton. em 1997 para 182.301.395 ton. em 2017. O notável aumento da produção deve-se à maior concentração da produção de tomates em novas fronteiras e expansão do uso de híbridos com alto potencial produtivo (MELO; VILELA, 2005).

A perspectiva de consumo de tomates é ótima, uma vez que a população mundial tende a crescer e, conseqüentemente, o consumo também tende a aumentar. Entretanto, 30 a 40 % dos produtos hortícolas são perdidos no período pré e pós-colheita (CHITARRA; CHITARRA, 2005). O tomate está entre os produtos agrícolas recordistas em perdas, em razão da sua elevada perecibilidade (CASA; EVANGELISTA, 2009). Para tanto, é importante que pesquisas e inovações tecnológicas sejam realizadas e inseridas nas áreas de produção de tomates para aumentar a produtividade, melhorar a qualidade e reduzir perdas em pré e pós-colheita dos frutos.

Para suprir a demanda de produtos hortícolas de qualidade, principalmente quanto ao tamanho e aparência dos frutos, diversas tecnologias vêm sendo testadas e utilizadas por parte dos tomatocultores, incluindo o cultivo em ambiente protegido, uso de fitorreguladores e utilização de cultivares mais adaptadas (ABAURRE, 2010). O uso de fitorreguladores tem mostrado grande potencial no aumento da produtividade, mesmo que sua utilização ainda não seja uma prática ordinária em

culturas que não possuam alto nível tecnológico (PEDROSO et al., 2016). Esses compostos apresentam propriedades reguladoras que atuam em alguma etapa do ciclo vital das plantas. Existem cinco grupos de fitormônios: auxina, giberelina, citocinina, etileno e ácido abscísico (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Dentre os hormônios vegetais, as auxinas são sintetizadas a partir do aminoácido triptofano, e sua característica principal é a indução do alongamento celular. Já as giberelinas apresentam o efeito estimulatório no processo germinativo, sendo o ácido giberélico ( $GA_3$ ) a forma mais utilizada nos sistemas de produção agrícola. Frequentemente, estes fitorreguladores estão associados à promoção do crescimento caulinar, e sua aplicação pode induzir não somente crescimento significativo na altura de plantas, mas também proporcionar aumento no tamanho de frutos (PEDROSO et al., 2016).

### **2.3 Ação da auxina e giberelina no crescimento e aspectos morfológicos das plantas e frutos de tomateiro.**

Auxina foi o primeiro hormônio de crescimento estudado em plantas (TAIZ; ZEIGER, 2013), e são caracterizadas por uma cadeia lateral ácida, ligada a um anel aromático (KERBAUY, 2004). Existem três tipos de auxinas naturais: ácido indol-3-acético (AIA), ácido 4-cloroindol-3-acético (4-Cl-AIA) e ácido indol-3-butírico (TAIZ; ZEIGER, 2013) e diversas auxinas comerciais sintéticas com destaque para o ácido diclorofenoxiacético (2,4-D), 2,4,5-triclorofenoxiacético (2,4,5-T), naftalenacético (ANA) e 2,4-metilfenoxiacético (MCPA) (YARCE, 2008).

As auxinas naturais são produzidas em tecidos meristemáticos, folhas jovens, flores, frutos em desenvolvimento e sementes (KERBAUY, 2004; CASTRO; KLUGE; PERES, 2005). O transporte desse hormônio ao longo da planta é basípeto, do ápice dos meristemas para a base dos caules (SALISBURY; ROSS, 2012; EVERT; EICHHORN, 2014). Conforme Evert e Eichhorn, (2014) a velocidade do transporte polar de auxina é de 2 a 20 cm/h, sendo maior que a difusão passiva. Na planta, as auxinas desempenham diversas funções, incluindo a expansão celular, redução da abscisão de folhas e frutos e indução da diferenciação de vasos do xilema, que podem contribuir para a melhoria nos atributos de qualidade dos frutos (TAIZ; ZEIGER, 2013). Na expansão celular, as auxinas ativam as enzimas expansinas

(CHITARRA; CHITARRA, 2005) que são responsáveis pela quebra das ligações não covalentes entre celulosas e hemicelulosas, ocasionando a deposição de novos constituintes de parede e alongamento da parede celular (CASTRO; KLUGE; PERES, 2005).

Além disso, as auxinas reduzem a abscisão de folhas e frutos devido a diminuição da atividade das enzimas celulases, que são responsáveis pela degradação das paredes celulares e formação da zona de abscisão celular (TAIZ; ZEIGER, 2013). Dependendo do estágio de desenvolvimento das plantas, a aplicação pode retardar a abscisão dos frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Segundo Taiz e Zeiger (2013) os níveis de auxina são altos em folhas jovens, decrescendo progressivamente nas maduras e muito baixas em folhas senescentes onde inicia a abscisão.

As auxinas também atuam na regulação da diferenciação de vasos do xilema em plantas e frutos, porque ativam os genes que codificam para diferenciação desse vaso condutor (TAIZ; ZEIGER, 2013). O xilema é responsável pelo transporte de água e substâncias inorgânicas, minerais como o Cálcio (Ca). O Ca é um elemento mineral transportado nas plantas e frutos exclusivamente via xilema. A podridão estilar (PE) que ocorre em tomates está associada a deficiência de Ca (PASSOS, 1999). Durante o crescimento dos frutos, os vasos de xilema são colapsados, gerando perdas na funcionalidade do xilema que implicam na redução de Ca aos frutos e aumento na predisposição a ocorrência de podridão estilar em tomates (MARTINEZ et al., 1997). Portanto, aplicações exógenas de auxinas sintéticas (ANA) na planta podem contribuir para a diferenciação de vasos do xilema e reduzir a ocorrência de podridão estilar em tomates.

Por sua vez, as giberelinas estão presentes em todas as estruturas das plantas superiores em quantidades variáveis. AS maiores concentrações de giberelinas são encontradas em sementes (CHITARRA; CHITARRA, 2005; EVERT; EICHHORN, 2014) e são transportadas provavelmente via xilema e floema (EVERT; EICHHORN, 2014). As giberelinas determinam importantes alterações fisiológicas nas plantas, como divisão e expansão celular, promoção do crescimento do caule, expressão sexual, desenvolvimento de frutos e manutenção da dominância apical (DAVIES, 2010). Além disso, podem retardar o processo de senescência dos frutos

e reduzir a degradação da clorofila e a perda de firmeza dos frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

As giberelinas podem influenciar no crescimento das plantas e dos frutos (EVERT; EICHHORN, 2014). Isso ocorre porque este fitorregulador participa da síntese e ativação da enzima xiloglucano endotransglicosidase, a qual é responsável pela modificação do arranjo dos xiloglucanos na parede celular (KERBAUY, 2004). As giberelinas também induzem o alongamento das células porque ativam as xiloglucanases, que catabolizam e inserem novas moléculas de celulose e hemicelulose na parede celular, promovendo o afrouxamento da parede e, posteriormente, crescimento das partes vegetativas e reprodutivas das plantas. Após, há um influxo de água para dentro da célula, que gera uma pressão hidrostática de dentro para fora, ocasionando o crescimento e o alongamento das células (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Além disso, aplicações exógenas de giberelina próximo à antese podem induzir o alongamento das células em ovários pré-formados e contribuir para o aumento do tamanho dos frutos (REBERS et al., 1999; FOS et al., 2000).

#### **2.4 Ação de auxinas e giberelinas na qualidade dos frutos de tomate**

Dentre os reguladores de crescimento, as auxinas representam uma importante alternativa para a conservação da qualidade dos frutos e redução da incidência de podridão estilar de tomates. Estudos prévios demonstraram que a aplicação de auxina durante o segundo estágio de desenvolvimento dos frutos induz o crescimento, aumenta a quantidade de antioxidantes e a qualidade nutricional de bagas de uva (COSTANTINI et al., 2007). Adicionalmente, a aplicação de auxinas sintéticas (ácido 3,5,6-tricloro-2-piridil-oxiacético), na quarta e segunda semana antes da colheita de maçãs 'Delicious' e 'Jonathan', mantiveram a qualidade dos frutos por maior período de armazenamento (STERN; BEN-ARIE, 2003).

Por sua vez, aplicações de giberelinas podem retardar o amadurecimento e a senescência dos frutos por inibir, em parte, a ação do etileno, retardando a perda de clorofilas, firmeza de polpa e o acúmulo de carotenoides (TAIZ; ZEIGER, 2013). O etileno, um dos controladores de amadurecimento de frutos, também pode induzir o aumento de licopeno,  $\alpha$ -,  $\beta$ - e  $\delta$ -caroteno,  $\beta$ -xantofilas (LU et al., 2015). Em caquis, a

aplicação de ácido giberélico contribuiu para a redução da ocorrência de podridões nos frutos na saída da câmara e após sete dias de armazenamento (TAIZ; ZEIGER, 2013). Além disso, as giberelinas também auxiliam na redução da incidência de escurecimento da epiderme (PEREZ et al., 1995; BRACKMANN; MELLO; FREITAS, 2002). Cato (2002), verificou que a aplicação de ácido giberélico ( $GA_3$ ) na concentração de  $35 \text{ mg L}^{-1}$  aos 15 dias após o pleno florescimento de uvas 'Niagara Rosada' resultaram em aumento na massa e no tamanho médio dos cachos e bagas. A aplicação de  $GA_3$  em lima ácida 'Tahiti' também contribuiu para a manutenção da coloração verde da casca até 30 dias de armazenamento a  $10 \text{ }^\circ\text{C}$  (JOMORI et al., 2003).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Local

O experimento foi realizado em uma casa de vegetação (8,0 x 18,0 m, pé-direito de 5,0 m) com teto em forma de arco e revestida com filme de polietileno transparente de baixa densidade (150 micras) com proteção à radiação ultra violeta e tela antiofídica e fechamento lateral de até 1,5 m de altura no período de maio a setembro de 2019 do IFSC Câmpus São Miguel do Oeste, Santa Catarina (26° 44' 35" Sul, 53° 31' 33" Oeste, e altitude de 656 m).

#### 3.2 Produção e transplante das mudas

Sementes de tomates da cultivar Gaúcho foram semeadas em bandejas de plástico de 32 células contendo substrato turfoso Carolina (composição: turfa de *Sphagnum* spp., vermiculita expandida, calcário dolomítico, gesso agrícola e fertilizante NPK). Além disso, o substrato apresentava potencial hidrogeniônico (pH) de  $5,5 \pm 0,5$ , condutividade elétrica (CE):  $0,7 \pm 0,3$  mS/cm, densidade:  $145 \text{ kg/m}^3$ , capacidade de retenção de água (CRA) de 55% e umidade máxima de 50%. Após a emergência, as mudas foram tratadas com uma aplicação de fungicida com princípios ativos azoxistrobina (estrobilurina) e difenoconazol (triazol), nome comercial Amistar Top®.

Quando as mudas tiveram três folhas expandidas, estas foram transplantadas em vasos de polietileno preto de 7L contendo substrato da empresa Maxfétil® (85% de casca de *Pinus* sp. compostada, 10% de vermiculita expandida, 5% de casca de arroz e *Pinus* sp. carbonizadas, e NPK) (Figura 1). O substrato apresentava uma condutividade elétrica de  $0,50 \pm 0,30$  mS/cm, pH  $6,0 \pm 0,5$ , umidade de 58%, capacidade de retenção de água de 90% e densidade  $310 \text{ kg/m}^3$ . O espaçamento utilizado foi de 50 cm entre plantas e 1 m entre linhas e a condução do tomateiro em haste única, com o auxílio de fitilho.



**Figura 1** – Plantio de tomates cultivar Gaúcho em casa de vegetação.

O cultivo foi realizado em substrato com adição de nutrientes por fertirrigação (sistema semi-hidropônico). A irrigação e a fertirrigação das plantas foi realizada por meio de fitas gotejadores, onde cada uma das oito linhas de cultivo recebeu uma linha de fita gotejadora. A solução drenada dos vasos não foi reaproveitada, caracterizando um sistema de fertirrigação aberto com drenagem perdida. Foram utilizadas soluções nutritivas da empresa Hortibras, uma para a fase de crescimento vegetativo e a outra para o estágio de frutificação. A solução nutritiva para fase vegetativa foi composta por 800g de nitrato de cálcio, 158g de nitrato de potássio, 55g de fosfato monoamônico, 450g de sulfato de magnésio, 166g de MKP (52% de fósforo em  $P_2O_5$  e 34% de potássio em  $K_2O$  solúveis em água), 413g de cloreto de potássio, 10g de ConMicros Light e 44g de ferro quelatizado a 6%. Para a fase de frutificação, a solução nutritiva foi composta por 1.100g de nitrato de cálcio, 250g de nitrato de potássio, 61g de fosfato monoamônico, 450g de sulfato de magnésio,

159g de MKP (52% de fósforo em  $P_2O_5$  e 34% de potássio em  $K_2O$  solúveis em água), 522g de cloreto de potássio, 10g de ConMicros Light e 44g de ferro quelatizado a 6%. As soluções foram pré balanceadas para 1000 litros de solução próprias para o cultivo de tomates.

### 3.3 Irrigação e fertirrigação

A determinação da necessidade de irrigação foi realizada pelo método da evapotranspiração da cultura, calculado pelo somatório da evapotranspiração da cultura ( $ET_c$ ), da intensidade de aplicação de água e eficiência do sistema (SOUSA et al., 2011).

A vazão de um ponto da linha do gotejador foi de 41,6 mL/min. Para encontrar o tempo de irrigação utilizou-se a fórmula proposta por Sousa et al. (2011):

$$T_i = \frac{C \times \Sigma ET_c \times D \times d}{E_{fi} \times Q}$$

onde, C é a constante para conservação de unidades;  $\Sigma ET_c$  é o somatório da evapotranspiração da cultura; D é o espaçamento entre linhas; d é o espaçamento entre plantas;  $E_{fi}$  é o índice de eficiência de irrigação e Q é a vazão da linha de gotejo. Dessa forma, o tempo de irrigação para os estágios vegetativos e de frutificação foi de 22 e 61,1 minutos, respectivamente. As irrigações foram fracionadas em duas etapas de 11 e 30,55 minutos por dia durante os estágios vegetativos e de frutificação, respectivamente. Durante os períodos de irrigação, uma bandeja de polietileno, por linha de cultivo era depositada sob os vasos para coleta da solução excedente que lixiviava pelo substrato. A solução excedente foi transportada ao laboratório para aferição da quantidade de sais (condutividade elétrica), usando um condutímetro. Se a condutividade elétrica estivesse abaixo de 2,5 miliSiemens por centímetro (mS/cm) a próxima irrigação era realizada com nutrientes (fertirrigação). No entanto, se os valores fossem superiores a 2,5 mS/cm a irrigação era realizada apenas com água.

### 3.4 Monitoramento das variáveis meteorológicas na casa de vegetação

Os dados edafoclimáticos foram aferidos usando termo higrômetro (temperatura máxima e mínima, e umidade) instalado dentro da casa de vegetação.

### 3.5 Manejo fitossanitário das plantas

O controle de pragas e doenças foi realizado segundo recomendações da cultura (AGROFIT, 2020). As plantas foram tratadas semanalmente com Amistar Top® princípios ativos azoxistrobina (estrobilurina) + difenoconazol (triazol) e Ridomil® com princípio ativos mancozebe (alquilenobis) + metalaxil-M (acilalaninato) para controle de doenças fúngicas. Para o controle de insetos Karate Zeon 50 EC® com princípios ativo lambda-cialotrina (piretróide). Utilizou-se esse método de controle de pragas e doenças para que ocorresse a mínima incidência de pragas e patógenos, respectivamente, sobre a cultura. Além disso, os tomateiros foram conduzidos em haste única. Para isso, realizou-se tutoramento vertical com fitilho de polietileno quando as plantas atingiram 30 cm de altura. Após, as plantas emitirem a terceira inflorescência, o ápice foi podado.

A cada sete dias realizou-se a retirada dos ramos laterais das axilas (desbrote) das folhas com auxílio de uma tesoura de poda.

### 3.6 Tratamentos e aplicações

As aplicações dos tratamentos com fitorreguladores iniciaram quando a primeira inflorescência estava completamente aberta. Pulverizou-se os tomateiros com: ácido giberélico ( $GA_3$ ) na concentração de  $10^{-6}M$ , ácido naftaleno acético (ANA) na concentração de  $10 \text{ mg L}^{-1}$  e controle (água destilada). As aplicações foram realizadas semanalmente até os frutos atingirem o estágio “*breaker*” (alaranjado).

### 3.7 Avaliação dos atributos de crescimento das plantas

O crescimento do tomateiro foi avaliado com base no diâmetro do caule e tamanho de folhas a cada sete dias a partir da abertura da primeira inflorescência, sendo realizadas seis mensurações nas seis semanas seguintes. O diâmetro do caule foi mensurado com um paquímetro digital na região equatorial do colo da planta. O tamanho da folha foi mensurado com uma fita métrica no primeiro conjunto de folhas opostas, localizadas abaixo da primeira inflorescência.

### 3.8 Avaliação dos atributos de qualidade dos frutos

A colheita dos frutos da primeira, segunda e terceira inflorescência foram realizadas separadamente, quando atingiram o estágio de maturação "*breaker*" (Figura 2A). Os frutos de cada unidade experimental foram colocados em sacos plásticos e transportados ao laboratório de Fitossanidade no IFSC Campus São Miguel do Oeste (Figura 2B).



**Figura 2**—Colheita dos frutos de tomate (A) e transporte em sacos plásticos para avaliação em laboratório (B).

Os frutos foram submetidos a análise inicial (três repetições, sendo cada uma constituída de dois frutos) e os demais armazenados em estufa incubadora BOD (sigla em inglês - *Biochemical Oxygen Demand*) a 4°C e umidade relativa (UR) de 90-95% por sete dias. Os frutos da análise inicial e após o armazenamento foram avaliados quanto a massa fresca, coloração da epiderme, sólidos solúveis, textura e acidez titulável. Além disso, no momento da colheita foram coletados seis frutos por tratamento, um fruto por repetição. Os frutos foram acondicionados em sacos plásticos contendo água destilada, ficando submersos em água para evitar a embolia do xilema, para então serem avaliados quanto a funcionalidade do xilema.

### **3.9 Avaliação da planta e dos frutos de tomate**

#### **3.9.1. Tamanho de folha, diâmetro de caule e massa dos frutos**

O tamanho de folhas e diâmetro de caule foram mensurados semanalmente a partir da emissão da primeira inflorescência. Para a determinação do tamanho de folhas foram marcadas duas folhas opostas localizadas abaixo da primeira inflorescência e medidas com auxílio de uma fita métrica.

A massa dos frutos foi mensurada no momento da colheita e após o armazenamento usando uma balança semi-analítica GEhaka bk 5002. O diâmetro dos frutos foi aferido na região equatorial um paquímetro digital Pantec IP67.

#### **3.9.2 Avaliação da funcionalidade do xilema**

A funcionalidade do xilema foi avaliada de acordo com o método descrito por Dražeta et al. (2004). Para a análise, seis frutos com pedúnculo de cada tratamento foram colhidos em estágio "*breaker*". Os frutos foram imersos em água destilada para evitar embolia dos vasos de xilema. No laboratório, os pedúnculos dos tomates foram imersos em solução de fucsina ácida a 1% por 24h. As análises foram feitas em condições normais de transpiração (temperatura de  $25 \pm 2$  °C e URA de  $70 \pm 10\%$ ), com a utilização de um ventilador para remover os efeitos da camada limítrofe de ar. Após 24h os frutos foram transversalmente cortados na porção equatorial e

contabilizados o número de vasos do xilema por meio da análise visual (Figura 3A e 3B).



**Figura 3** – Avaliação da funcionalidade do xilema. Vasos do xilema marcados pela solução de fucsina ácida em frutos inteiros (A) e seccionados (B).

### 3.9.3 Coloração da epiderme

A coloração da epiderme foi determinada na região equatorial dos frutos com um colorímetro modelo Delta Vista D.0. A cor foi determinada por meio dos parâmetros de brilho (L), cromaticidade (C) e ângulo *hue* ( $h^\circ$ ). Valores de L mais próximos a 0 e 100 indicam coloração preta e branca, respectivamente. O  $C^*$  representa a tonalidade da cor. Os valores de  $h^\circ$  apresentam as seguintes correspondências de cores da superfície do fruto:  $0^\circ$ /vermelho,  $90^\circ$ /amarelo,  $180^\circ$ /verde e  $270^\circ$ /azul.

### 3.9.4 Textura

Os frutos foram avaliados quanto à força para ruptura da epiderme e de penetração na polpa. O atributo de textura foi determinado com um texturômetro TA-XT2 (Stable Micro Systems Ltda). Para quantificar a força de ruptura da epiderme e de penetração na polpa foi utilizado uma ponteira com 2mm de diâmetro, sem remoção da epiderme, que foi introduzida na polpa a uma profundidade de 5 mm com velocidades pré-teste, teste e pós-teste de 30, 5 e 30  $\text{mm s}^{-1}$ , respectivamente.

### **3.9.5 Acidez titulável**

Para determinação da acidez titulável os frutos foram triturados com um liquidificador. Após, uma amostra de 0,5 g de polpa de tomate foi depositada em um becker e adicionado 25 mL de água destilada e 4 gotas de fenolftaleína. Após, a solução foi titulada com uma solução de hidróxido de sódio 0,1 N até o ponto de viragem (cor rosa).

### **3.9.6 Sólidos solúveis**

O teor de sólidos solúveis foi determinado com um refratômetro digital portátil modelo milwaukee MA871, com correção do efeito da temperatura para 20 °C e os resultados expressos em °Brix.

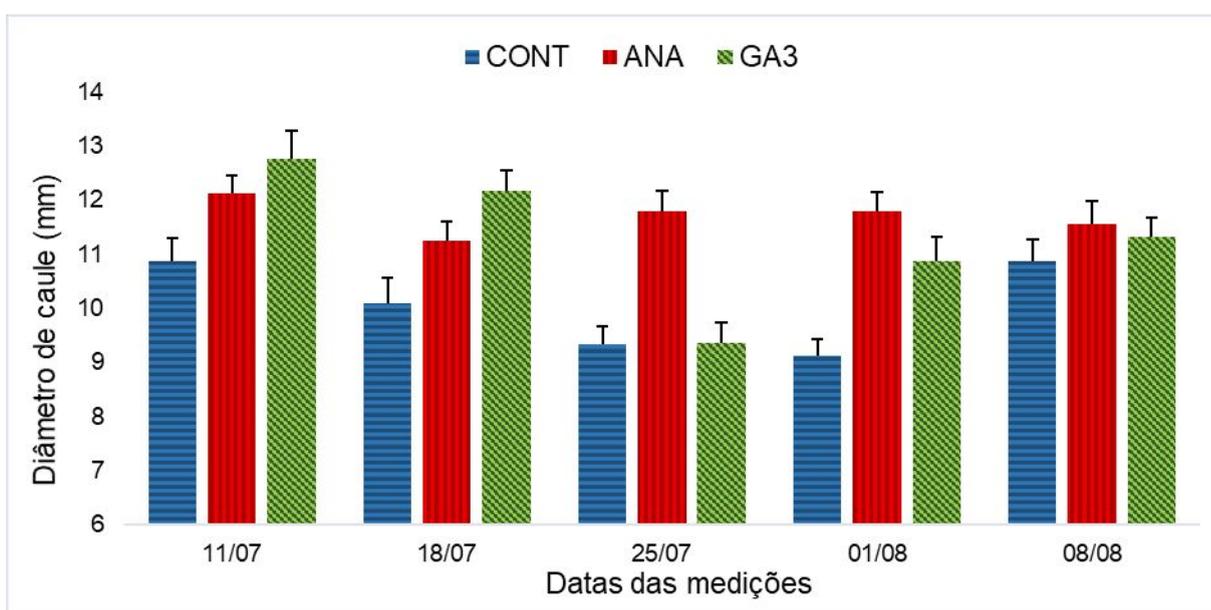
## **3.3 Análise estatística**

O experimento foi realizado no delineamento experimental de blocos ao acaso com parcelas casualizadas com seis repetições, sendo cada repetição composta de quatro plantas. Os dados obtidos foram inicialmente submetidos ao teste de Bartlett (BARTLETT, 1937) para verificar a homogeneidade das variâncias e de Shapiro-Wilk (SHAPIRO & WILK, 1965) para checar a normalidade dos resíduos. Como os dados atenderam as pressuposições do modelo normal, estes foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). Todas as análises foram realizadas utilizando o software R versão 3.6.3 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2020).

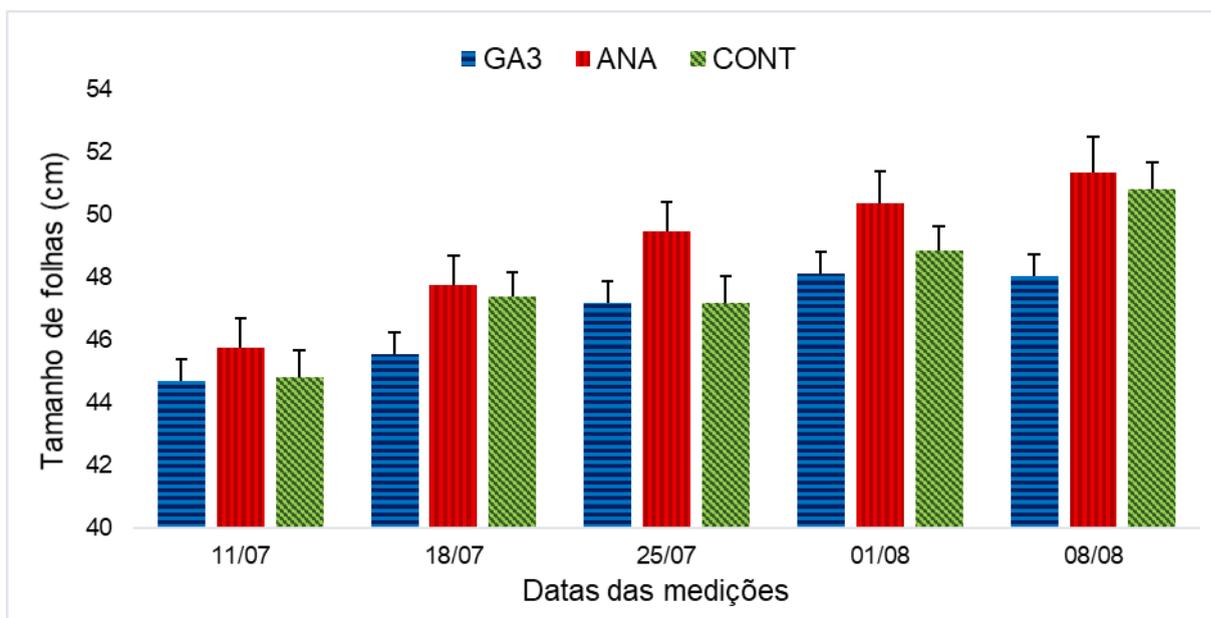
## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Ação dos ácidos naftaleno acético e giberélico no tamanho das folhas e diâmetro do caule de tomateiro 'Gaúcho'

Tomateiros tratados com ANA e GA<sub>3</sub> exibiram maior diâmetro de caule em relação aos tomateiros controle (Figura 4). Para tamanho de folha, plantas tratadas com ANA apresentaram maior crescimento quando comparadas aos demais tratamentos (Figura 5). Auxinas e giberelinas são fitorreguladores que podem induzir o crescimento vegetativo de plantas. Esses fitorreguladores ativam as enzimas expansinas e xiloglucanases, respectivamente, que são responsáveis pelo rompimento e depósito de novas fibras de celulose e hemicelulose na parede celular que promovem o alongamento celular (TAIZ; ZEIGER, 2006). Neste estudo, aplicações de ANA e GA<sub>3</sub> podem ter induzido o aumento da atividade das enzimas expansinas e xiloglucanases na haste da planta gerando, com isso, aumento no diâmetro do caule das plantas (Figura 4). Por outro lado, somente a aplicação de ANA estimulou o crescimento das folhas (Figura 5). Isso pode ter ocorrido, porque somente a concentração de ANA foi capaz de aumentar a atividade das enzimas associadas ao alongamento celular neste órgão.



**Figura 4** –Diâmetro do caule de tomateiros 'Gaúcho' tratados com ácido naftaleno acético (ANA) e ácido giberélico (GA<sub>3</sub>).



**Figura 5** –Tamanho de folhas de tomateiros 'Gaúcho' tratados com ácido naftaleno acético (ANA) e ácido giberélico (GA<sub>3</sub>).

Martinez et al. (2013) verificaram que a aplicação de giberelinas em tomates 'Sun 7705' promoveu maior estatura, diâmetro de caule, bem como o comprimento e número de folhas em relação as plantas controle. Os dados obtidos no presente estudo quanto ao diâmetro de caule são semelhantes. Entretanto, os resultados obtidos no nosso trabalho quanto o efeito de giberelinas no tamanho de folhas discordam dos apresentados por esses autores. Já quanto a ação da auxina no crescimento do diâmetro de caules e folhas os resultados obtidos no presente estudo corroboram os encontrados por Abbasi et al. (2013), que verificaram aumentos nos parâmetros de crescimento em plantas tratadas com ANA nas concentrações de 10 a 50 mg L<sup>-1</sup>.

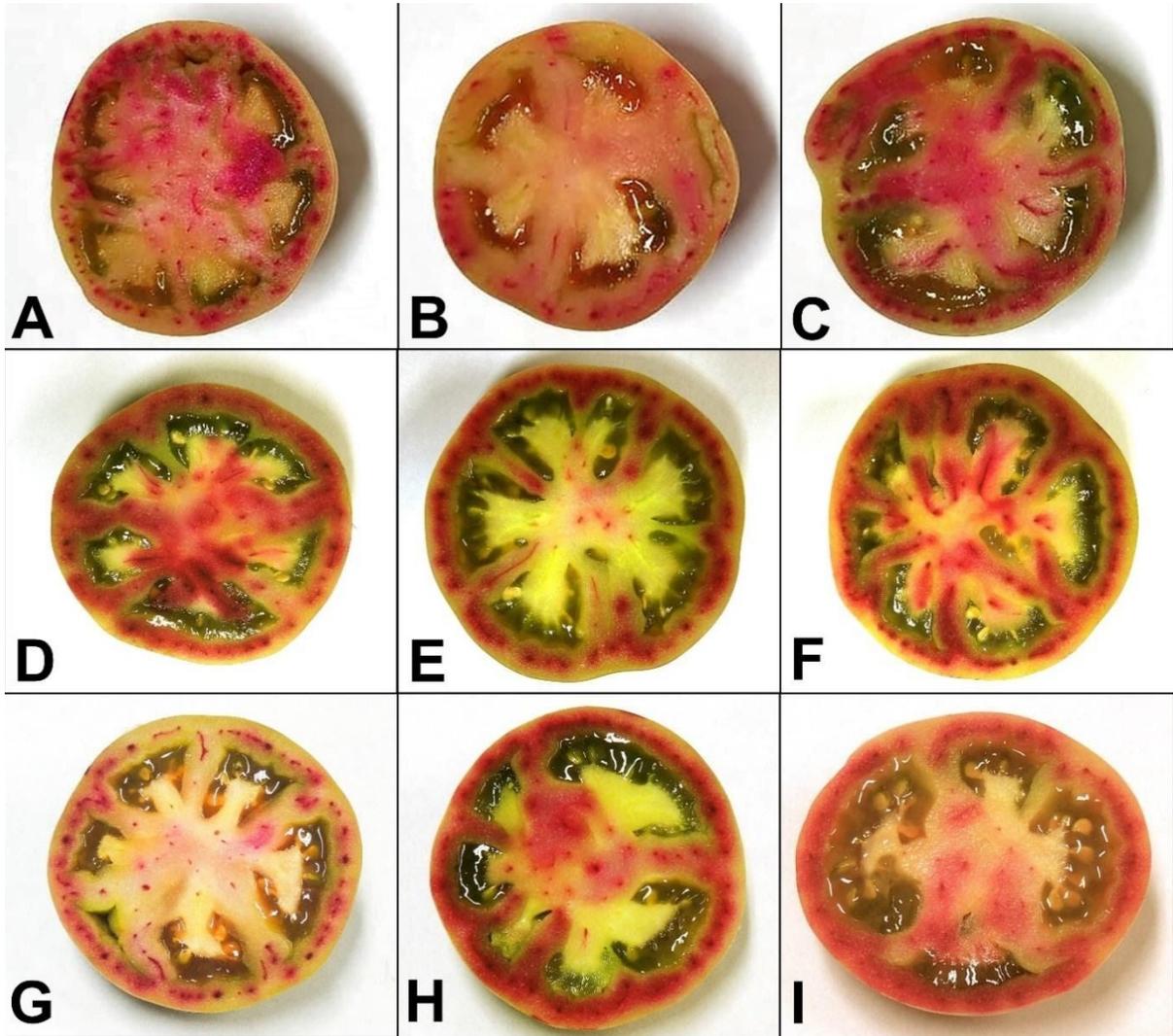
## 4.2 Ação dos ácidos naftaleno acético e giberélico na funcionalidade do xilema e qualidade dos frutos no momento da colheita

Tomates da primeira inflorescência de plantas tratadas com auxina tiveram menor número de vasos do xilema em relação aos frutos de plantas GA<sub>3</sub> e controle (Tabela 3 e Figura 6). Entretanto, nenhuma diferença foi observada na funcionalidade do xilema nos frutos da segunda e terceira inflorescência de plantas tratadas com ambos fitorreguladores ANA e GA<sub>3</sub> (Figura 6). As auxinas são hormônios vegetais que podem induzir a expressão de genes que codificam para elementos de vasos de xilema (TAIZ; ZEIGER, 2006). Em maçãs, Ramos et al. (2017) observaram que aplicações quinzenais de ANA com volume de 300 µL pedúnculo<sup>-1</sup>, induziram maior número de elementos de vasos do xilema quando comparado ao controle. A menor concentração de auxina utilizada no presente estudo pode ter induzido menor ativação dos genes que codificam para enzimas associadas à diferenciação de vasos de xilema nos frutos.

**Tabela 3** - Número de vasos de xilema de tomates 'Gaúcho' colhidos na primeira, segunda e terceira inflorescência das plantas tratadas com ácido naftaleno acético (ANA) 10 mg L<sup>-1</sup> e ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) 10<sup>-6</sup> M.

Tratamento	Número de vasos do xilema nos frutos <sup>1</sup>		
	Primeira inflorescência	Segunda inflorescência	Terceira inflorescência
Controle	16,3 a	18,3 a	12,3 a
ANA 10 mg L <sup>-1</sup>	4,2 b	13,3 a	12,2 a
GA <sub>3</sub> 10 <sup>-6</sup> M	15,3 a	12,5 a	12,5 a
Valor de <i>P</i>	0,0003	0,1480	0,9960
F	14,280	2,173	0,004

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey (*P*<0,05).



**Figura 6** – Avaliação da funcionalidade do xilema: A. Primeira inflorescência, tratamento controle. B. Primeira inflorescência, tratamento com ANA. C. Primeira inflorescência, tratamento com  $GA_3$ . D. Segunda inflorescência, tratamento controle. E. Segunda inflorescência, tratamento com ANA. F. Segunda inflorescência, tratamento com  $GA_3$ . G. Terceira inflorescência, tratamento controle. H. Terceira inflorescência, tratamento com ANA. I. Terceira inflorescência, tratamento com  $GA_3$ .

### 4.3 Avaliação da qualidade de tomates 'Gaúcho' em pré-acondicionamento

#### 4.3.1 Avaliação da coloração de epiderme

A cor dos frutos foi aferida por meio dos parâmetros de brilho (L), cromaticidade (C) e ângulo hue ( $h^\circ$ ). Os valores de cromaticidade C foram menores em frutos da primeira e segunda inflorescência tratados com ANA em comparação aos demais tratamentos (Tabela 4). Além disso, frutos da segunda inflorescência tratados com GA<sub>3</sub> tiveram maiores valores de L em relação aos frutos do controle, mas não diferiram dos frutos provenientes de plantas tratadas com ANA (Tabela 4).

**Tabela 4** – Coloração da epiderme (L, C e  $h^\circ$ ) de tomates 'Gaúcho' da primeira, segunda e terceira inflorescências de plantas tratadas com ácido naftaleno acético (ANA) 10 mg L<sup>-1</sup> e ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) 10<sup>-6</sup> M.

Tratamento	Coloração da epiderme <sup>1</sup>		
	L	C	$h^\circ$
Primeira inflorescência			
Controle	36.9 a	39.7 a	54.9 a
ANA 10 mg L <sup>-1</sup>	37.1 a	36.0 b	56.1 a
GA <sub>3</sub> 10 <sup>-6</sup> M	36.7 a	39.2 a	54.1 a
Valor de <i>P</i>	0.8670	0.0070	0.6100
F	0.143	5.134	0.496
Segunda inflorescência			
Controle	34.0 b	46.2 a	50.9 a
ANA 10 mg L <sup>-1</sup>	34.9 ab	40.7 b	49.1 a
GA <sub>3</sub> 10 <sup>-6</sup> M	35.4 a	44.0 a	51.2 a
Valor de <i>P</i>	0.0427	0.0001	0.1750
F	3.224	9.708	1.763
Terceira inflorescência			
Controle	33.5 ab	41.3 a	48.6 b
ANA 10 mg L <sup>-1</sup>	34.8 a	41.4 a	51.5 a
GA <sub>3</sub> 10 <sup>-6</sup> M	32.7 b	40.9 a	48.3 b
Valor de <i>P</i>	0.0053	0.8180	0.0138
F	5.427	0.202	4.416

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Para os valores de L e  $h^\circ$  dos frutos colhidos da primeira e segunda inflorescência, nenhuma diferença foi observada entre os tratamentos (Tabela 4).

Por outro lado, frutos da terceira inflorescência tratados com ANA exibiram maiores valores de L e  $h^\circ$  em relação aos frutos tratados com GA<sub>3</sub> (Tabela 4).

Esses resultados sugerem que o número de aplicações, o fitorregulador utilizado podem interferir na coloração da epiderme dos frutos. Tomates de primeira e segunda inflorescência tratados com ANA exibiram coloração da epiderme mais escura do que GA<sub>3</sub> e controle. Enquanto a aplicação de GA<sub>3</sub> nos frutos colhidos da

primeira e segunda inflorescência apresentaram epiderme mais brilhosa (maiores valores de L) e clara (maior valor de C). Surpreendentemente, os frutos colhidos na terceira inflorescência tratados com ANA tiveram epiderme menos vermelha (maiores valores de  $h^\circ$ ) e com brilho mais intenso (maiores valores de L). Por isso, a concentração e o número de pulverizações de fitorreguladores e o estágio de desenvolvimento dos frutos, podem interferir no processo de maturação dos tomates devido a redução da biossíntese de etileno (MCATEE et al., 2013).

#### **4.3.2 Avaliação dos atributos físico-químicos**

Tomates da primeira inflorescência não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos.

Frutos da segunda inflorescência tratados com  $GA_3$  exibiram maior acidez titulável do que nos demais tratamentos (Tabela 5). No entanto, frutos tratados com ANA e  $GA_3$  exibiram menor massa fresca em relação aos frutos tratados das plantas controle, demonstrando que esses fitorreguladores inibem o aumento da massa dos frutos (Tabela 5).

Frutos da terceira inflorescência tratados com ANA e  $GA_3$  tiveram maior acidez titulável quando comparado aos frutos controle (Tabela 5).

Para os demais atributos físico-químicos nos frutos na primeira, segunda e terceira inflorescências não foram verificadas diferenças entre os tratamentos (Tabela 5).

**Tabela 5** - Atributos físico-químicos de tomates 'Gaúcho' da primeira, segunda e terceira inflorescências de plantas tratados com ácido naftaleno acético (ANA) 10 mg L<sup>-1</sup> e ácido giberélico (GA3) 10<sup>-6</sup> M.

Tratamento	Análise físico-química <sup>1</sup>				
	Massa fresca	Sólidos solúveis (°Brix)	Elasticidade	Firmeza	Acidez titulável
Primeira inflorescência					
Controle	155.9 a	5.2 a	607.2 a	90.8 a	0.6 a
ANA 10 mg L <sup>-1</sup>	124.7 a	5.9 a	578.3 a	90.8 a	0.7 a
GA3 10 <sup>-6</sup> M	119.3 a	5.7 a	555.6 a	93.7 a	0.7 a
Valor de <i>P</i>	0.1880	0.0750	0.5790	0.9780	0.2010
F	2.021	3.502	0.582	0.023	1.928
Segunda inflorescência					
Controle	222.6 a	5.9 a	658.7 a	85.3 a	0.6 b
ANA 10 mg L <sup>-1</sup>	151.0 b	5.7 a	703.7 a	129.9 a	0.5 b
GA3 10 <sup>-6</sup> M	152.9 b	5.9 a	608.3 a	115.9 a	0.7 a
Valor de <i>P</i>	0.0003	0.8280	0.6250	0.0774	0.0002
F	21.910	0.193	0.495	3.446	23.810
Terceira inflorescência					
Controle	218.1 a	5.4 a	601.3 a	100.9 a	0.5 b
ANA 10 mg L <sup>-1</sup>	180.2 a	5.4 a	718.5 a	120.8 a	0.8 a
GA3 10 <sup>-6</sup> M	172.4 a	5.2 a	606.4 a	103.3 a	0.7 a
Valor de <i>P</i>	0.4380	0.8190	0.4170	0.1380	0.0060
F	0.905	0.204	0.966	2.487	9.250

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

A acidez titulável pode variar por diversos fatores, incluindo estágio de maturação, fitorreguladores, nutrição, condições climáticas e cultivar estudada (ALVARENGA, 2013). A acidez titulável mede a concentração de ácidos orgânicos presentes nos frutos e pode estar relacionada ao grau de maturação dos frutos. Santos (2019) verificou uma forte relação entre o aumento da acidez titulável e menor estágio de maturação de tomates. Assim, os resultados do presente estudo sugerem que os frutos da terceira inflorescência tratados com ANA e GA<sub>3</sub> estavam em um estágio de maturação menos avançado do que os frutos das plantas controle (Tabela 5). A acidez titulável foi maior para os frutos da segunda inflorescência tratados com GA<sub>3</sub> do que ANA e controle (Tabela 5).

#### 4.4 Avaliação da qualidade dos frutos de tomate pós-armazenamento

##### 4.4.1 Avaliação da coloração de epiderme

Os valores de  $h^\circ$  foram menores nos frutos da segunda inflorescência de plantas tratadas com ANA e GA<sub>3</sub> (Tabela 6). Por outro lado, os frutos da terceira inflorescência de plantas tratadas com ANA e GA<sub>3</sub> apresentaram maiores e menores valores de  $h^\circ$  e C em relação ao controle, respectivamente (Tabela 6).

Para os demais atributos de qualidades dos frutos da primeira, segunda e terceira inflorescências e armazenados por 7 dias a 4 °C não foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 6).

**Tabela 6** - Coloração da epiderme (L, C e  $h^\circ$ ) de tomates 'Gaúcho' da primeira, segunda e terceira inflorescências de plantas tratados com ácido naftaleno acético (ANA) 10 mg L<sup>-1</sup> e ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) 10<sup>-6</sup> M. Os frutos foram armazenados a temperatura controlada de 4 °C por 7 dias.

Tratamento	Coloração da epiderme <sup>1</sup>		
	Brilho (L)	Cromaticidade (C)	Ângulo hue ( $h^\circ$ )
Primeira inflorescência			
Controle	35.2 a	37.7 a	50.9 a
ANA 10 mg L <sup>-1</sup>	34.7 a	36.0 a	49.9 a
GA3 10 <sup>-6</sup> M	34.5 a	37.8 a	51.8 a
Valor de <i>P</i>	0.4620	0.1380	0.3030
F	0.776	2.006	1.203
Segunda inflorescência			
Controle	32.6 a	50.3 a	31.4 a
ANA 10 mg L <sup>-1</sup>	32.8 a	49.4 a	28.3 b
GA3 10 <sup>-6</sup> M	32.1 a	49.1 a	28.0 b
Valor de <i>P</i>	0.5180	0.4800	0.0004
F	0.661	0.737	8.140
Terceira inflorescência			
Controle	32.1 a	49.1 a	28.0 b
ANA 10 mg L <sup>-1</sup>	32.8 a	40.58 b	47.5 a
GA3 10 <sup>-6</sup> M	32.3 a	39.13 b	46.2 a
Valor de <i>P</i>	0.6000	<0,0001	<0,0001
F	0.513	61.900	216.300

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

A coloração da epiderme é um atributo utilizado para indicar o grau de maturação dos frutos. Tomates provenientes da segunda inflorescência de plantas tratadas com fitorreguladores e avaliados após o armazenamento exibiram menores valores de  $h^\circ$ , indicando que estavam mais maduros em relação aos frutos controle (Tabela 6). Por outro lado, os frutos colhidos da terceira inflorescência que provavelmente receberam aplicação de fitorreguladores mostraram coloração da

epiderme mais amarelada (maiores valores de  $h^\circ$ ) enquanto os frutos do controle apresentavam uma coloração mais avermelhada (Tabela 6). Isso pode ter ocorrido em razão do número de aplicações de fitorreguladores que cada inflorescência foi exposta. Como a segunda inflorescência recebeu menor quantidade de aplicação de fitorreguladores em relação a terceira inflorescência provavelmente estes fitorreguladores não foram suficientes para reduzir a ação do etileno durante o armazenamento. O etileno é um hormônio que pode induzir a ação de enzimas associadas a produção de pigmentos como antocianinas e carotenoides na epiderme dos frutos (SU et al., 2015). Provavelmente como a segunda inflorescência recebeu uma menor quantidade de ANA e  $GA_3$  (número de aplicações) não foi suficiente para reduzir a ação do etileno e sua ação sobre a coloração da epiderme, o que fez com que estes frutos apresentassem coloração mais avermelhada da epiderme em relação ao controle.

#### **4.4.2 Avaliação dos atributos físico-químicos**

Após o armazenamento, frutos da primeira inflorescência tratados com ANA tiveram maior elasticidade e firmeza de polpa em relação aos frutos controle, mas não diferiram dos tomates provenientes de plantas tratadas com  $GA_3$  (Tabela 7). Porém, a acidez titulável foi maior em frutos de plantas tratadas com ANA em comparação àquelas tratadas com  $GA_3$  e o controle (Tabela 7).

Frutos da terceira inflorescência tratados com  $GA_3$  e ANA tiveram maiores e menores valores de acidez titulável e de massa fresca, em relação aos frutos controle após 7 dias a temperatura de 4 °C, respectivamente (Tabela 7). Além disso, tomates que receberam aplicações de auxina exibiram maiores valores de sólidos solúveis do que os frutos tratados com  $GA_3$  (Tabela 7).

Para os atributos de qualidade: massa fresca e sólidos solúveis na primeira inflorescência; elasticidade e firmeza na segunda inflorescência; ou todos atributos da terceira inflorescência nenhuma diferença significativa foi observada entre os tratamentos (Tabela 7).

**Tabela 7** - Atributos físico-químicos de tomates 'Gaúcho' da primeira, segunda e terceira inflorescências de plantas tratados com ácido naftaleno acético (ANA) 10 mg L<sup>-1</sup> e ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) 10<sup>-6</sup> M. Os frutos foram armazenados a temperatura controlada de 4 °C por 7 dias.

Tratamento	Atributos físico-químicos <sup>1</sup>				
	Massa fresca	Sólidos solúveis (°Brix)	Elasticidade	Firmeza	Acidez titulável
Primeira inflorescência					
Controle	121.2 a	5.1 a	600.2 b	95.5 b	0.62 b
ANA 10 mg L <sup>-1</sup>	121.2 a	5.7 a	796.0 a	153.2 a	1.01 a
GA3 10 <sup>-6</sup> M	116.1 a	5.5 a	657.1 ab	124.4 ab	0.67 b
Valor de <i>P</i>	0.9600	0.1940	0.0240	0.0400	<0,0001
F	0.041	1.981	5.766	4.681	40.730
Segunda inflorescência					
Controle	213.3 a	5.3 ab	632.6 a	101.9 a	0.6 b
ANA 10 mg L <sup>-1</sup>	148.2 b	5.7 a	633.7 a	105.6 a	0.7 ab
GA3 10 <sup>-6</sup> M	149.8 b	5.2 b	590.5 a	92.8 a	0.8 a
Valor de <i>P</i>	0.0004	0.0529	0.3530	0.2860	0.0120
F	20.19	4.146	1.17	1.443	7.524
Terceira inflorescência					
Controle	215.6 a	5.4 a	655.0 a	93.2 a	0.6 a
ANA 10 mg L <sup>-1</sup>	178.1 a	5.7 a	701.9 a	114.1 a	0.6 a
GA3 10 <sup>-6</sup> M	170.2 a	5.6 a	705.6 a	114.1 a	0.5 a
Valor de <i>P</i>	0.4310	0.1020	0.3330	0.2900	0.5020
F	0.925	2.973	1.246	1.425	0.744

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

O número de pulverizações e o fitorregulador a ser aplicado em plantas de tomates em pré-colheita associado ao armazenamento refrigerado pode ocasionar diferentes efeitos nos atributos físico-químicos dos frutos. Os resultados desse estudo sugerem que frutos da primeira inflorescência tratados com ANA demonstrou maior elasticidade da epiderme e firmeza de polpa em relação ao controle (Tabela 7), demonstrando que os frutos colhidos da primeira inflorescência tratados com auxinas e giberelinas mantiveram a firmeza de polpa dos tomates. Entretanto, isto não foi verificado após o armazenamento para os frutos da segunda e terceira inflorescências tratados com esses fitorreguladores. Segundo Paula (2013), a firmeza dos frutos é um atributo fundamental na avaliação de tomates, considerada uma medida necessária para controle de qualidade e monitoramento dos procedimentos realizados no período pós-colheita, uma vez que está relacionada com melhorias na capacidade de armazenamento, resistência ao transporte e comercialização dos frutos. Para tanto, a manutenção da firmeza dos frutos após o armazenamento é fundamental para aumentar o tempo de armazenamento dos frutos.

A acidez titulável determina a quantidade de ácidos orgânicos nos frutos. Os resultados desse estudo indicam que, após o armazenamento, os frutos da primeira inflorescência tratados com ANA tiveram maior acidez titulável. Por outro lado, frutos da segunda inflorescência tratados com ANA e GA<sub>3</sub> foram os que conseguiram retardar a taxa metabólica dos frutos e aumentar o teor de ácidos orgânicos dos tomates. Porém, nenhum efeito significativo na acidez titulável foi registrado em frutos tratados com ANA e GA<sub>3</sub> da terceira inflorescência.

## 5. CONCLUSÕES

Plantas tratadas com ANA 10 mg L<sup>-1</sup> e GA<sub>3</sub> 10<sup>-6</sup> M apresentam maior diâmetro de caule.

Plantas tratadas com ANA 10 mg L<sup>-1</sup> apresentam maior tamanho de folha.

Tomates da primeira e segunda inflorescências tratadas com ANA 10 mg L<sup>-1</sup> apresentam menor cromaticidade na epiderme.

Frutos da segunda inflorescência tratados com GA<sub>3</sub> 10<sup>-6</sup> M e ANA 10 mg L<sup>-1</sup> são mais brilhosos.

Frutos tratados com ANA 10 mg L<sup>-1</sup> e GA<sub>3</sub> 10<sup>-6</sup> M da segunda inflorescência e terceira inflorescência apresentaram maior acidez.

Quanto a coloração da epiderme, frutos da segunda e terceira inflorescência tratados com ANA 10 mg L<sup>-1</sup> apresentam maior período até a maturação que os demais tratamentos.

Frutos da segunda inflorescência tratados com ANA 10 mg L<sup>-1</sup> demonstram maior manutenção na elasticidade e firmeza de polpa em relação aos demais tratamentos, após o armazenamento.

O número de aplicações e o fitorregulador podem interferir na coloração da epiderme e nos atributos físico-químicos dos tomates na colheita e após o armazenamento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAURRE, M.E.O. **Práticas Culturais**. Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural. Vitória: Incaper, 2010. p. 133-148.

ABBASI, N.A., ZAFAR, L., KHAN, H.A.; QURESHI, A.A. Effects of naphthalene acetic acid and calcium chloride application on nutrient uptake, growth, yield and post harvest performance of tomato fruit. **Pakistan Journal Botany**, v. 45, p. 1581-1587, 2013.

AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA**. Disponível em: <[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em: 15 jun. 2020.

ALVARENGA, M.A.R. **Tomate: produção em campo, casa de vegetação e hidroponia**. Lavras: ULFA, 2013. 455p.

AYUB, R.A.; REZENDE, B.L.A. Contribuição do ácido giberélico no tamanho de frutos do tomateiro. **Biotemas**, v. 23, p. 25-28, 2010.

BARTLETT, M.S. Properties of sufficiency and statistical tests. **Proceedings of the Royal Society A**, v. 160, p. 268–282, 1937.

BERGOUGNOUX, V. The history of tomato: from domestication to biopharming. **Biotechnology Advances**, v. 32, p. 170-189, 2014.

BRACKMANN, A.; MELLO, A.M.; FREITAS, S.T. Qualidade pós-colheita de caqui 'Kyoto', tratados com ácido giberélico e aminoetoxivinilglicina em pré-colheita. **Revista da FZVA**, v. 9, p. 48-55, 2002.

CARRIJO, O.A.; VIDAL, M.C.; REIS, N.V.B.; SOUZA, R.B.; MAKISHIMA, N. Produtividade do tomateiro em diferentes substratos e modelos de casas de vegetação. **Horticultura Brasileira**, v. 22, p. 5-9, 2004.

CARVALHO, J.L.; PAGLIUCA, L.G. Tomate: um mercado que não para de crescer globalmente. **Hortifruti Brasil**, v. 6, p.6-14, 2007.

CASA, J.; EVANGELISTA, R.M. Influência das épocas de colheita na qualidade de tomate cultivado em sistemas alternativos. **Ciências Agrárias**, v. 30, p. 1101-1108, 2009.

CASTRO, P.R.C.; KLUGE, R.A.; PERES, L.E.P. **Manual de fisiologia: teoria e prática**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 2005. 650p.

CATO, S.C. **Efeito do anelamento e de ácido giberélico na frutificação das uvas 'Niágara Rosada' e 'Venus' nas regiões noroeste e da alta paulista do estado de São Paulo.** Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, USP, Piracicaba, 2002.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio.** 2. ed. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2005. 785p.

COSTANTINI, E.; LANDI L.; SILVESTRONI O.; PANDOLFINI T.; SPENA A.; MEZZETTI B. Auxin synthesis-encoding transgene enhances grape fecundity. **Plant Physiology**, v. 143, p. 1689–1694, 2007.

DAVIES, J.N.; HOBSON, G.E.; MCGLASSON, W.B. The constituents of tomato fruit the influence of environment, nutrition, and genotype. **Critical Reviews in Food Science & Nutrition**, v. 15, p. 205-280, 1981.

DAVIES, P.J. **Plant hormones: biosynthesis, signal transduction, action.** 3. ed. New York: Springer, 2010. 805p.

DRAŽETA, L.; LANGA, A.; CAPPELLINIA, C.; HALLA, A.J.; VOLZC, R.K.; JAMESONB, P.E. Vessel differentiation in the pedicel of apple and the effects of auxin transport inhibition. **Physiologia Plantarum**, v. 120, p. 162-170, 2004.

EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. **Raven biologia vegetal.** 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan Ltda., 2014. 856p.

FAO-ONU. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, database, **Faostat.** Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> Acesso em 18 mai. 2019.

FARINHA, T.B. Envolvimento da giberelina na regulação do desenvolvimento vegetativo e reprodutivo de tomateiro (*Solanum lycopersicum*) cv Micro-Tom. **Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, p. 4442-4567, 2008. Universidade de São Paulo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBiUSP.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças.** 3. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2012. 421p.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, Banco de dados, **Sidra.** Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618#resultado>. Acesso em 18 mai. 2019.

JOMORI, M.L.L.; KLUGE, R.A.; JACOMINO, A.P. Conservação refrigerada de lima ácida 'Tahiti': uso de 1-metilciclopropeno, ácido giberélico e cera. **Brasil Fruticultura**, v. 25, p. 406-409, 2003.

KERBAUY, G.B. **Fisiologia vegetal.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 452p.

KINET, J.M.; KEET, M.M. **Tomato**. In: WIEN, H. C. The physiology of vegetable crops. New York: CAB International, 1997. p. 207-258.

LOPES, C.A.; BOITEUX, L.S.; ESCHEMBACK, V. Eficácia relativa de porta-enxertos comerciais de tomateiro no controle da murcha bacteriana. **Horticultura Brasileira**. v. 33, p. 125-130, 2015.

MARTINEZ, H.E.P.; BRACCINI, M.C.L.; DE LUCCA, A.; BRACCINI. Cultivo hidropônico do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Unimar**, v. 19, p. 721-740, 1997.

MARTÍNEZ, L.D.O.; MENDOZA, O.J.; VALENZUELA, M.C.; SERRANO, P.A.; OLARTE, S.J. Efecto de las giberelinas sobre el crecimiento y calidad de plántulas de tomate. **Biotecnia**, v.15, p. 56-60, 2013.

MCATEE, P.; KARIM, S.; SCHAFFER, R.; DAVID, K.A dynamic interplay between phytohormones is required for fruit development, maturation, and ripening. **Frontiers in Plant Science**, v. 4, p. 1-9, 2013.

MELO, P.C.T.; VILELA, N.J. Desafios e perspectivas para a cadeia brasileira do tomate para processamento industrial. **Horticultura Brasileira**, v. 23, p. 154-157, 2005.

PASSOS, R.F. **Efeito da adubação nitrogenada e da calagem no balanço nutricional e na produtividade do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Andino)**. 1999. 124f. Tese (Doutorado). Universidade de Brasília, Brasília, 1999.

PAULA, J.T. **Qualidade pós-colheita de genótipos de tomateiro colhidos em diferentes estádios de maturação**. 2013. 93f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2013.

PEDROSO, L.; BERTOLDO, J.L.; MARCHI, B.A.; CRUZ, R.M.S.; SOUZA, B.C.; LERMEN, C.; ALBERTON, O. Avaliação dos fitorreguladores auxina e giberelina na germinação e crescimento do arroz. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da Universidade Paranaense**. v. 19, p. 241-245, 2016.

PEREZ, A.; BEN-ARIE, R.; DINOOR, A. Prevention of black spot disease in persimmon fruit by gibberellic acid and iprodione treatments. **Phytopathology**. v. 85, p. 221-225, 1995.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria. 2020.

RADIN, B. **Eficiência do uso da radiação fotossinteticamente ativa pela cultura do tomateiro em diferentes ambientes**. 2002. 120f. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

RAMOS, A.P. **Ação de auxina e brassinosteróide na funcionalidade do xilema, composição mineral, estresse oxidativo e qualidade de maçãs "Galaxy"**. 83f. 2017. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2017.

REBERS, M.; KANETA, T.; KAWAIDE, H.; YAMAGUCHI, S.; YANG, Y.Y. Regulation of gibberellin biosynthesis genes during flower and early fruit development of tomato. **The Plant Journal**. v. 17, p. 241–250, 1999.

RODRIGUES, F.; NUNES, A.C.P.; CARVALHO, D.D.C.; RIBEIROET, M.C. Indução de tolerância à murcha bacteriana em híbridos de tomates por aplicação de giberelina. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 17, p. 54-60, 2018.

SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. **Fisiologia das plantas**. 4. ed. Belmont: Cengage Learning Br, 2013. 792 p.

SANTOS, M.A. **Utilização do fitorregulador giberelina na cultura do tomate para processamento industrial**. 2019. 25f. Tese (Doutorado). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Morrinhos, Morrinhos, 2019.

SHAPIRO, S.S.; WILK, M.B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, v. 52, p. 591–611, 1965.

SILVA, J.B.C.; GIORDANO, L.B.; FURUMOTO, O.; BOITEUX, L.S; FRANÇA, F.H.; VILLAS BOAS, G.L; BRANCO, M.C.; MEDEIROS, M.A.; MAROUELLI, W.; SILVA, W.L.C.; LOPES, C.A.; ÁVILA, A.C.; NASCIMENTO, W.M.; PERREIRA, W. **Cultivo de tomate para industrialização**: Clima, Embrapa, 2006.

SOUSA, V.F.; MAROUELLI, W.A.; COELHO, E.F.; PINTO, J.M.; FILHO, M.A.F. **Irrigação e Fertirrigação em Frutíferas e Hortalças**. 1. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. 771 p.

STERN, R.A.; BEN-ARIE, R.; NERIA, O.; FLAISHMAN, M. CPPU and BA increased fruit size of "Royal Gala" (*Malus domestica*) apple in a warm climate. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v. 78, p. 297-302, 2003.

SU, L.; DIRETTO, G.; PURGATTO, E.; DANOUN, S.; ZOUINE, M.; LI, Z.; ROUSTAN, J.; BOUZAYEN, M.; GIULIANO, G.; CHERVIN, C. Carotenoid accumulation during tomato fruit ripening is modulated by the auxin-ethylene balance. **BMC Plant Biology**, v. 15, p. 144, 2015.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.

YARCE, J.C.S. **Interacción de Giberelinas y Auxinas en la Fructificación del Tomate**. 2008. 152f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Biotecnología, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, 2008.