

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS MORRINHOS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OLERICULTURA

UTILIZAÇÃO DO FITORREGULADOR GIBERELINA NA
CULTURA DO TOMATE PARA PROCESSAMENTO
INDUSTRIAL

Autor: Murilo Alberto dos Santos
Orientador: Dr. Emerson Trogello

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS MORRINHOS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OLERICULTURA

UTILIZAÇÃO DO FITORREGULADOR GIBERELINA NA
CULTURA DO TOMATE PARA PROCESSAMENTO
INDUSTRIAL

Autor: Murilo Alberto dos Santos
Orientador: Dr. Emerson Trogello

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM OLERICULTURA, no Programa de Pós-Graduação em Olericultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos – Área de Concentração: Olericultura.

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

SSA237 Santos, Murilo Alberto dos
u Utilização do fitorregulador giberelina na cultura
do tomate para processamento industrial / Murilo
Alberto dos Santos; orientador Dr. Emerson Trogello;
co-orientadora Dra. Clarice Aparecida Megguer. --
Morrinhos, 2019.
25 p.

Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-Graduação
em Olericultura) -- Instituto Federal Goiano, Campus
Morrinhos, 2019.

1. Ácido giberélico . 2. Hormônio vegetal. 3.
Maturação. 4. *Solanum lycopersicum* . I. Trogello, Dr.
Emerson , orient. II. Megguer, Dra. Clarice
Aparecida, co-orient. III. Título.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS MORRINHOS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OLERICULTURA

UTILIZAÇÃO DO FITORREGULADOR GIBERELINA NA
CULTURA DO TOMATE PARA PROCESSAMENTO
INDUSTRIAL

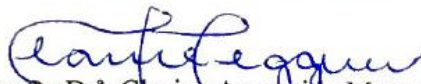
Autor: Murilo Alberto dos Santos
Orientador: Dr. Emerson Trogello

TITULAÇÃO: Mestre em Olericultura - Área de Concentração em Sistema
de Produção em Olerícolas.

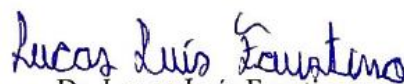
APROVADO em 12 de abril de 2019.



Prof. Dr. Emerson Trogello
Presidente da Banca
IF Goiano – Campus Morrinhos



Prof. Dr.ª Clarice Aparecida Megguer
Avaliadora Interna
IF Goiano – Campus Morrinhos



Dr. Lucas Luís Faustino
Avaliador Externo
Pós-Doutorando DOCFIX - Fapeg/Capes

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por sempre me abençoar e iluminar meu caminho.

Ao meu orientador, Emerson Trogello, que desde a graduação me proporcionou a oportunidade de estarmos trabalhando em inúmeros projetos. Sou grato por todo conhecimento que foi transmitido, sua compreensão nos momentos de dificuldade, sua competência e total disponibilidade para orientar todas as etapas do projeto.

A minha coorientadora, Clarice Aparecida Megguer, por me acolher e orientar durante todo mestrado, sempre disponível para sanar minhas dúvidas. Agradeço pelo conhecimento que foi repassado e sua total prontidão em sempre estar colaborando para condução e desenvolvimento do projeto.

Ao Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos, professores, funcionários e colegas, que durante sete anos contribuíram com minha educação, em várias etapas de meus estudos, desde a graduação até a Pós-graduação.

Ao senhor Arthur Traldi Chiari, por disponibilizar a área para condução do projeto e permitir total acesso em suas propriedades.

A Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Goiás, pela concessão do auxílio financeiro para a condução do projeto.

Ao pessoal da mecânica, Robinho, Mirin e Vilmar, pelo apoio na implantação e condução do projeto. E também ao Coordenador Geral José Neto, por disponibilizar área e insumos para implantação do projeto.

Aos meus pais Carlos Alberto de Souza Santos e Silvia Maria Lima da Silva Santos, por sempre me apoiarem em minhas decisões e não medirem esforços para alcançar os meus objetivos. Ao meu irmão Thallys Henrique dos Santos e sua esposa Rhayanne Michelly, pelo apoio para enfrentar todas as dificuldades.

Aos meus amigos Rhayf Eduardo Rodrigues, Ana Carolina de Lima Ribeiro e Ygor Antonio de Oliveira Santos, por todo esforço, dedicação, apoio e disposição em todas as atividades desumanas que o projeto exigiu, vocês foram fundamentais para que o projeto fosse iniciado e concluído.

Ao meu amigo João Pedro Elias Gondim, pelo convívio diário durante a graduação e mestrado.

As novas amigadas, Wallace Veríssimo, Brendhon Serafim, Italo Natanny, Vanderli Pavan, Giovana Cândida, Iara Cristina, Beatriz Borges, Marina Nascimento, Flavio Henrique, Letícia Carolyn, Letícia Cristine, Eduardo Henrique e Bruno Marques, pelo convívio, incentivo e companheirismo durante o tempo de mestrado.

Ao grande casal Lucas Faustino e Nádia Fernandes, pela grande amizade formada recentemente que agregou bastante na reta final do mestrado.

E a todos aqueles que de algum modo participaram de forma direta ou indireta de minha formação.

Muito Obrigado!

BIOGRAFIA DO AUTOR

Murilo Alberto dos Santos, filho de Carlos Alberto de Souza Santos e Silvia Maria Lima da Silva Santos, nascido em Morrinhos, Goiás, em 20 de julho de 1993. Em 2016, graduou-se em Agronomia pelo Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos. Em março de 2017 ingressou-se no curso de Mestrado Profissional em Olericultura no Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos, realizando pesquisas sobre a utilização do fitorregulador giberelina na cultura do tomate para processamento industrial, sob a orientação do professor Dr. Emerson Trogello, que resultou em uma dissertação, defendida em 12 de abril de 2019.

ÍNDICE

	Página
RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	x
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Cultura do tomateiro	3
2.2 Tomate para processamento industrial.....	4
2.3 Hormônios vegetais.....	5
2.4 Giberelina.....	6
2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	8
3. CAPÍTULO I.....	10
RESUMO.....	10
ABSTRACT.....	12
3.1 INTRODUÇÃO	13
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	14
3.3 RESULTADOS.....	16
3.4 DISCUSSÃO.....	20
3.5 CONCLUSÃO	23
3.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24

LISTA DE TABELAS

Página

Tabela 1: Resumo da análise de variância e médias para o nível de maturação dos frutos de tomate classificados em bons (B), descolorados (D), verdes (V) e podres (P)..... 16

Tabela 2: Resumo da análise de variância e médias para comprimento de fruto (CF, mm), diâmetro de frutos (DF, mm), densidade do fruto (DENS, g/cm³) e espessura do pericarpo (EP, mm)..... 17

Tabela 3: Comprimento (mm) para frutos de tomate em função da época de aplicação e doses do fitorregulador giberelina, cultivar HMX 7885..... 17

Tabela 4: Análise de variância e médias observadas para número de cachos por planta (NC), número de frutos por planta (NF), massa total de frutos (MT, kg planta⁻¹) e produtividade (P, ton ha⁻¹). 18

Tabela 5: Resumo da análise de variância e medias para firmeza (FM, kgf/cm²), teor de °Brix, pH e acidez titulável (AT)..... 19

Tabela 6: Acidez titulável para frutos de tomate em função da época de aplicação e doses do fitorregulador giberelina, cultivar Heinz 9553..... 19

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

DBC – Delineamento de blocos ao acaso

DPT – Dias pós-transplântio

FAO – Food and Agricultural Organization

GA – Giberelina

i.a – ingrediente ativo

GO – Goiás

ha – Hectare

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IF GOIANO – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano

Kg – Quilograma

mm – milímetro

O – Oeste

S – Sul

ton – Toneladas

% – Porcentagem

° – Graus

' – Minutos

” – Segundos

RESUMO

DOS SANTOS, MURILO ALBERTO. Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos, abril de 2019. **Utilização do fitorregulador giberelina na cultura do tomate para processamento industrial.** Orientador: Dr. Emerson Trogello. Coorientadora: Dra: Clarice Aparecida Megguer.

O tomate é uma das hortaliças mais cultivadas e conhecidas em todo o mundo, seja por sua comercialização na forma *in natura* ou como matéria-prima para o processamento industrial de atomatados. O tomate industrial deve atender a critérios específicos para garantir melhor rendimento na indústria, sendo um dos principais a uniformidade de maturação dos frutos. O objetivo do presente estudo foi avaliar como plantas de tomate industrial se comportam ao serem submetidas a aplicações do fitorregulador giberelina. O experimento foi conduzido na propriedade do grupo Agropecuária Irmãos Chiari, em que o primeiro ensaio utilizou o híbrido HMX 7885 e no segundo ensaio o híbrido Heinz 9553. As aplicações do fitorregulador foram realizadas nas doses de 0 - 2,5 - 5 - 10 e 20 gramas de giberelina por hectare, realizadas em diferentes épocas aos 52 e 59 dias pós transplantio. Utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso em parcelas subdivididas com quatro repetições e 10 tratamentos, totalizando 40 parcelas experimentais. Aplicações foram realizadas através da bomba pressurizada de CO₂, utilizando volume de calda de 200L ha⁻¹, na pressão de 3 bar e bico tipo leque. A colheita foi realizada quando as plantas alcançaram o ponto máximo de maturação dos frutos. As avaliações realizadas após a colheita foram: porcentagem de frutos bons, descolorados, verdes e podres; massa total de frutos; número de frutos por planta; número de cachos por planta; comprimento e diâmetro do fruto; produtividade; firmeza; densidade; °Brix; pH e acidez titulável. Conclui-se que o fitorregulador giberelina

reduziu a porcentagem de frutos descolorados para ambos ensaios, também promovendo alterações no comprimento de frutos e na acidez.

PALAVRAS-CHAVE: ácido giberélico, hormônio vegetal, maturação, *Solanum lycopersicum* L.

ABSTRACT

DOS SANTOS, MURILO ALBERTO. Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos, March, 2019. **Utilization of gibberelin phytohormone in tomato culture for industrial processing.** Advisor: Dr. Emerson Trogello, Co-advisor: Clarice Aparecida Megguer.

Tomato cultivation is one of the most cultivated and known vegetables worldwide, either by commercialization in the *in natura* form or as raw material for the tomato industrial processing. The industrial tomato must meet specific criteria to ensure a better yield in the industry, one of the main being the uniformity of fruit ripening. The objective of the present study was to evaluate how industrial tomato plants behave when submitted to gibberellin phytohormone applications. The experiment was carried out on the property of the Agropecuária Irmãos Chiari group, where in the first test the hybrid HMX 7885 was used and in the second test the Heinz 9553. The phytohormone applications were carried out in the doses of 0 - 2,5 - 5 - 10 and 20 grams of gibberellin per hectare, performed at different times at 52 and 59 days after transplanting. A randomized complete block design was used in subdivided plots with four replicates and 10 treatments, totaling 40 experimental plots. Applications were made through the pressurized CO₂ pump, using a volume of 200L ha⁻¹, at a pressure of 3 bar and fan-type nozzle. Harvesting was performed when the plants reached the maximum fruit maturity. The evaluations performed after the harvest were: ripe percentage, discolored, green and rotten fruits; fruits total mass; fruits per plant number; bunches per plant number; fruit length and diameter; productivity; firmness; density; °Brix; pH and titratable acidity. It was concluded that the gibberellin phytohormone reduced the discolored fruits percentage for both replications, also promoting changes in fruit length and acidity.

KEY WORDS: gibberelic acid; plant hormone; maturation; *Solanum lycopersicum* L.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A cultura do tomate (*Solanum lycopersicum* L.) pertence ao grupo de hortaliças mais importante do agronegócio, as solanáceas. É uma das hortaliças mais cultivadas no mundo, ficando atrás somente da cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.) (Filgueira, 2008).

A produção mundial do tomate industrial corresponde a 38,1 milhões de ton, tendo Estados Unidos como maior produtor seguido por China e Itália. O Brasil fica na 7ª posição com 1,4 milhões de ton cultivadas em 17.292 ha, obtendo média de 80 ton ha⁻¹ (FAO, 2017). O estado de Goiás é o maior produtor, contribuindo com cerca de 70% da produção nacional (Camargo & Camargo, 2017). O último levantamento sobre a área cultivada no país mostra que Goiás produziu mais de 978 mil ton em uma área superior a 12 mil ha, com média de 81,5 ton por ha (IBGE, 2017).

A produção final do tomate para processamento industrial corresponde a 40% de todo tomate cultivado no país (IBGE, 2017). O tomate industrial possui hábito de crescimento determinado, e sua frutificação é mais uniforme e os frutos possuem características essenciais para a indústria, como maior firmeza e alto teor de °Brix (Clemente & Boiteux, 2012).

Um dos fatores que prejudicam o rendimento na hora do processamento do tomate é a falta de uniformidade da maturação dos frutos. Mesmo sendo considerado uma planta de ciclo determinado a maturação dos frutos não é totalmente uniforme devido ao longo período de florescimento, variando este período de 35 a 70 dias, dependendo da cultivar utilizada (Luz et al., 2016).

O florescimento das plantas está relacionado aos diversos processos, como fotoperíodo, composição nutricional, estresses bióticos e abióticos, característica genética e o balanço hormonal (Taiz et al., 2017). Um hormônio vegetal que vem sendo

bastante explorado na agricultura é a giberelina (Martins, 2013). Este hormônio participa de vários processos na planta, como na transição do estado vegetativo para o reprodutivo, levando a indução do florescimento (Huang et al., 2015).

Huang et al. (2015) e Costa et al. (2016) realizando aplicações do fitorregulador giberelina em culturas diversas, conseguiram observar que o fitorregulador proporcionou antecipação do florescimento e também elevou a porcentagem de inflorescências por planta.

Objetivou-se com o presente estudo verificar os efeitos causados com a utilização do fitorregulador giberelina sobre a cultura do tomate para processamento industrial e se sua aplicação tem a capacidade de induzir e uniformizar a maturação dos frutos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura do tomateiro

O tomate é uma hortaliça originária e nativa da América do Sul, proveniente da região da Cordilheira dos Andes (Filgueira, 2008). Sua domesticação ocorreu no México e posteriormente dispersou-se por vários países do mundo, chegando ao Brasil (Silva et al., 2015).

O tomateiro inicialmente foi classificado cientificamente com o gênero *Solanum*, mas, posteriormente, reclassificado com o gênero *Lycopersicum* (Clemente & Boiteux, 2012). Neste sentido a comunidade científica propôs o nome científico da espécie como *Lycopersicum esculentum* (Alvarenga, 2013). Porém, por meio de outros estudos morfológicos, auxiliados pelo uso de novas técnicas, observou-se que existia relação genética muito forte entre o tomateiro e plantas do gênero *Solanum*. Isso fez com que se fixasse a espécie como *Solanum lycopersicum*, perpetuando até a atualidade.

Segundo Filgueira (2008), o tomate foi tratado como um fruto venenoso durante muito tempo. Para os antigos, as solanáceas de cores avermelhadas eram tidas como venenosas e perigosas. Diante disso, eram cultivadas em jardins e serviam apenas como ornamentação (Peralta et al., 2005). O tomate foi consumido pela primeira vez no ano de 1554, constatou-se que seu fruto não era “perigoso”, sendo introduzido posteriormente na culinária Espanhola e Italiana (Alvarenga, 2013).

A disseminação da cultura ganhou grandes proporções após sua domesticação, e no ano de 2016 a produção de tomate, com os dois principais segmentos indústria e mesa, foi de 162 milhões de ton cultivadas em 4,8 milhões de ha, obtendo média de 35 ton ha⁻¹. O Brasil com 2,20% da produção mundial aparece 9º lugar no ranking dos maiores produtores mundiais de tomate, sendo a China (30,38%), Índia (10,00%) e

Estados Unidos (7,90%) os maiores produtores (WPTC, 2017). Em 2016 o Brasil produziu cerca de 3,8 milhões ton, e os estados com maior produção foram Goiás (maior produtor desde 1999), São Paulo e Minas Gerais (IBGE, 2017).

2.2 Tomate para processamento industrial

A planta do tomateiro é classificada quanto ao hábito de crescimento em indeterminado e determinado. No hábito determinado, o crescimento vegetativo é menos vigoroso, o crescimento das hastes e maturação dos frutos é mais uniforme, a planta assume a forma de uma moita e seus frutos são destinados principalmente para o processamento. Já para o hábito indeterminado as plantas apresentam grande vigor, alcançando grandes dimensões quando comparado ao determinado, possuem maturação desuniforme, ciclo longo e as plantas necessitam ser tutoradas (Filgueira, 2008).

Para o processamento industrial, opta-se por plantas de crescimento determinado pelo porte reduzido com maior ramificação, frutos com características mais específicas para a industrialização, maturação mais uniforme, alta concentração de sólidos solúveis totais e resistência ao transporte (Luz et al., 2016).

Fatores como incentivos fiscais, localização estratégica para escoamento, proximidade com grandes mercados consumidores e condições climáticas favoráveis, levaram ao sucesso da cadeia produtiva de tomate para processamento industrial no estado de Goiás (DIEESE, 2010). As principais cidades produtoras do estado de Goiás são Cristalina, Itaberaí e Morrinhos (IBGE, 2017). A cidade de Morrinhos conta com aproximadamente 2.000 ha cultivados por ano de tomate industrial, e no próprio município possui duas empresas que realizam o processamento do tomate, são elas: Ângelo Aurichio & Cia Ltda, com a marca Olé e a Dez Alimentos Ltda, com a marca Dez (Silva Junior et al., 2015).

O tomate industrial é uma cultura que ainda exige muito estudo por ser um seguimento do agronegócio desafiador para os produtores, em alguns casos classificada como cultura de risco, necessitando de um manejo nutricional, fitossanitário e hídrico rigoroso para atender aos padrões de processamento. O grau de maturação dos frutos é um aspecto bastante importante para a indústria, pelo motivo que campos de produção em que a porcentagem de frutos maduros seja baixa, ocasionara maior custo para o processamento e descontos ao produtor.

2.3 Hormônios vegetais

Os hormônios vegetais são compostos orgânicos sintetizados em uma parte da planta e translocado para outra parte, e, em baixa concentração causam respostas fisiológicas, seja promovendo ou inibindo alterações naturais da planta. Responsáveis pela regulação e coordenação do metabolismo, crescimento, desenvolvimento e variações fisiológicas nas plantas (Taiz et al., 2017). A seguir uma breve descrição dos principais hormônios vegetais:

- Auxina: as auxinas foram o primeiro hormônio estudado, sendo descoberta a partir de experimentos com plântulas de alface verificando o motivo da curvatura de bainhas em folhas jovens. Este hormônio está vinculado diretamente ao crescimento vegetal.

- Giberelina: este hormônio foi isolado em 1930 a partir do fungo *Gibberella fujikuroi*, que conferiu o nome de giberelina ao hormônio. Abreviado com a sigla GA este hormônio se destaca por promover o alongamento dos entrenós de plantas anãs e pelo seu envolvimento no florescimento.

- Citocinina: foi descoberto através de promotores da divisão celular em experimentos com culturas de tecidos. Este hormônio está envolvido em diversos processos fisiológicos da planta, como senescência foliar, dominância apical, quebra da dormência em gemas, entre outros.

- Etileno: o etileno é um hormônio gasoso de produção natural pelos tecidos vegetais. Sua atuação é diretamente ao amadurecimento de frutos, variando sua concentração e época de síntese conforme as características do frutos, climatérico ou não climatérico. Também está envolvido na germinação de sementes, expansão e divisão celular.

- Ácido abscísico: foi identificado em 1960 como inibidor do crescimento. Estudos posteriores mostram que este hormônio desencadeia o início do processo de senescência. Está ligado a dormência de sementes e a eventos de estresse do meio, levando ao fechamento estomático pelo estresse hídrico, salino e térmico.

Além dos principais hormônios citados anteriormente, também têm-se os Brassinosteroides, Poliaminas, Ácido Jasmônico e Ácido Salicílico. Estes hormônios possuem grande importância no crescimento e desenvolvimento da planta, porém ainda

exigem maiores estudos para caracterizar de forma mais precisa seu funcionamento nas plantas (Kerbaui et al., 2012)

Os hormônios vegetais estão sendo cada vez mais utilizados na agricultura, na forma sintética ou natural a partir do extrato de plantas. Ao analisar o aspecto endógeno nas plantas podem ser chamados de reguladores de crescimento, fito-hormônio e hormônio vegetal. Já quando é aplicado na planta ou frutos isoladamente recebem a denominação de fitorreguladores (Fernandes, 2007).

A utilização de fitorreguladores tem ganhado destaque nos últimos anos como estratégia agrônômica para potencializar a produção de diversas culturas. Segundo Weaver (1972), os órgãos vegetais de uma planta são alterados morfológicamente pela aplicação de fitorreguladores. A aplicação pode ser feita via foliar, tratamento de sementes, estacas ou via solo de maneira que as substâncias sejam absorvidas e possam exercer sua atividade. Tais alterações nos processos estruturais e funcionais podem aumentar a produção, melhorar a qualidade e facilitar a colheita (Castilho et al., 2005; Fagan et al., 2015).

2.4 Giberelina

O fito-hormônio GA participa de vários eventos durante o desenvolvimento do vegetal, como a germinação de sementes, alongamentos de caules, estímulo de brotações laterais, crescimento do tubo polínico, maturação do pólen e indução do florescimento. Este fito-hormônio é responsável por impulsionar eventos que posteriormente levaram a formação de órgãos finais, por este motivo é caracterizado como o hormônio que promove a diferenciação de tecidos (Yamaguchi, 2008). Estudos mostram que ao se elevar a concentração de GA em plantas, de forma endógena ou exógena, pode-se antecipar processos que são controlados pelo fotoperíodo, temperatura ou características genéticas na planta (Taiz et al., 2017)

Martínez et al. (2013) avaliando a ação que aplicações do fitorregulador giberelina promovem no crescimento e na qualidade de plantas de tomate, constatou mudanças na quantidade de matéria fresca acumulada, comprimento do caule, altura de planta, incremento na área foliar e plântulas mais vigorosas, realçando o potencial deste fitorregulador na cultura do tomate, assim como, estimulando maiores estudos sobre utilização.

A giberelina atua na desestabilização da proteína DELLA, ou seja, a proteína DELLA atua diretamente no processo de inibição da síntese de giberelina. Esta proteína atua como repressor do crescimento e desenvolvimento das plantas, e ao se realizar aplicações de GA ocorre a repressão das DELLAS, promovendo sua degradação (Golberg-Moeller et al., 2013).

2.5 Referências bibliográficas

- Alvarenga MAR (2013) Origem, botânica e descrição da planta. In: Alvarenga MAR (2ª ed.) Tomate: produção em campo, casa de vegetação e hidroponia. Lavras, Editora universitária de Lavras. p.13-21.
- Camargo WP & Camargo FP (2017) Evolução das cadeias produtivas de tomate indústria e para mesa no Brasil, 1990-2016. *Informações Econômicas*, 47:50-59.
- Castilho OC, Barral G, Rodríguez GE, Miguelisse NE, Agüero MS (2005) Establecimiento y desarrollo en el cultivo forzado de tomate: efecto de fitoreguladores. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo*, 37:83-91.
- Clemente FMVT & Boiteux LS (2012) Produção de tomate para processamento industrial. 1ª ed. Brasília, Embrapa Hortaliças. 344p.
- Costa AP, Vendrame W, Nietzsche S, Crane J, Moore K & Schaffer B (2016) Branching, flowering and fruiting of *Jatropha curcas* treated with ethephon or benzyladenine and gibberellins. In: *Anais Academia Brasileira de Ciências*, 88:989-998.
- DIEESE. Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos. Área colhida em mesorregiões do Estado de Goiás. 2010. Disponível em: <https://www.dieese.org.br>. Acessado em: 20 de fevereiro de 2019.
- Fagan EB, Ono EO, Rodrigues JD, Chalfun JR A, Dourado Neto D (2015) Fisiologia vegetal: reguladores vegetais. Editora Andrei. 302p.
- FAO. Food and Agriculture Organization. Dados de produção e produtividade de tomateiro industrial. 2016. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/>. Acessado em: 10 de janeiro de 2019.
- Fernandes AC (2007) Reguladores de crescimento na dormência e germinação de sementes de amendoim. Tese Doutorado. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 68p
- Filgueira FAR (2008) Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3ªed. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. 421 p.
- Golberg-Moeller R, Shalom L, Shlizerman L, Samuels S, Zur N, Ophir R, Blumwald E & Sadka A (2013) Effects of gibberellin treatment during flowering induction period on global gene expression and the transcription of flowering-control genes in Citrus buds. *Plant Science*, 198:46-57.
- Huang CT, Lin CL & Hsieh CF (2015) Gibberellin-induced flowering in sexually defective *Remusatia vivípara* (Araceae). *Revista Taiwania*, 60:1-7
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2017) Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201701.pdf. Acessado em: 20 de janeiro de 2019.
- Kerbaux GB (2012) Fisiologia Vegetal. 2ªed. Guanabara, Koogan. 452p
- Luz JMQ, Bittar CA, Oliverira RC, Nascimento AR & Nogueira APO (2016) Desempenho e divergência genética de genótipos de tomate para processamento industrial. *Revista Horticultura Brasileira*, 34:483-490.

- Martins AO (2013) Impactos ecofisiológicos e metabólicos da alteração nos níveis de giberelina em tomate. Tese Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 113p
- Martinez LDO, Mendoza JO, Valenzuela CM, Serrano AP & Olarte JS (2013) Efecto de las giberelinas sobre el crecimiento y calidad de plátulas de tomate. *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud*, 3:56-60.
- Peralta IE, Knapp S & Spooner DM (2005) New species of wild tomatoes (*Solanum* section *Lycopersicon*: Solanaceae) from northern Peru. *Systematic Botany*, 30:424-434.
- Silva Junior AR, Ribeiro WM, Nascimento AR & Souza CB (2015) Cultivo do Tomate Industrial no Estado de Goiás: Evolução das Áreas de Plantio e Produção. Goiânia, SEGPLAN. 14p. (Circular Técnica, 34).
- Taiz L, Zeiger E, Møller IM & Murphy A (2017) Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6ª ed. Porto Alegre, Artmed. 858p.
- WORD PROCESSING TOMATO COUNCIL - WPTC. Banco de dados. Monteux: WPTC. Disponível em: www.wptc.to. Acessado 17 de dezembro de 2018.
- Weaver RJ (1972) Plant growth substances in agriculture. San Francisco, W.H. Freeman. 594p.
- Yamaguchi S (2008) Gibberellin metabolism and its regulation. *Annual Review Plant Biology*, 59:225-251.

3. CAPÍTULO I

Utilização do fitorregulador giberelina na cultura do tomate para processamento industrial

Utilization of gibberelin phytohormone in tomato culture for industrial processing

(Normas de acordo com a revista Ceres)

RESUMO

DOS SANTOS, MURILO ALBERTO. Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos, abril de 2019. **Utilização do fitorregulador giberelina na cultura do tomate para processamento industrial.** Orientador: Dr. Emerson Trogello. Co-orientadora: Dra. Clarice Aparecida Megguer.

O tomate industrial deve atender a critérios específicos para garantir melhor rendimento na indústria, sendo um dos principais fatores a uniformidade de maturação dos frutos. Objetivou-se com o presente estudo avaliar como plantas de tomate industrial se comportam ao serem submetidas a aplicações do fitorregulador giberelina. A cultivar utilizada no primeiro ensaio foi o híbrido HMX 7885 e no segundo ensaio o híbrido Heinz 9553. As aplicações do fitorregulador foram realizadas nas doses de 0 - 2,5 - 5 - 10 e 20 gramas de giberelina por hectare, realizadas em diferentes épocas aos 52 e 59 dias pós transplante. Utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso em parcelas subdivididas com quatro repetições e 10 tratamentos, totalizando 40 parcelas experimentais. A colheita foi realizada quando as plantas alcançaram o ponto máximo de maturação dos frutos. As avaliações realizadas após a colheita foram: porcentagem

de frutos bons, descolorados, verdes e podres; massa total de frutos; número de frutos por planta; número de cachos por planta; comprimento e diâmetro do fruto; produtividade; firmeza; densidade; °Brix; pH e acidez titulável. Conclui-se que o fitorregulador giberelina reduziu a porcentagem de frutos descolorados para ambos ensaios, também promovendo alterações no comprimento de frutos e na acidez.

PALAVRAS-CHAVES: ácido giberélico; hormônio vegetal; maturação; *Solanum lycopersicum* L.

ABSTRACT

DOS SANTOS, MURILO ALBERTO. Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos, April, 2019. **Utilization of gibberelin phytohormone in tomato culture for industrial processing**. Advisor: Dr. Emerson Trogello, Co-advisor: Dra. Clarice Aparecida Megguer

The industrial tomato must meet specific criteria to ensure a better yield in the industry, being one of the main factors the fruit maturation uniformity. The objective of the present study was to evaluate how industrial tomato plants behave when submitted to gibberellin phytohormone applications. The cultivar used in the first replicate was the hybrid HMX 7885 and in the second test the hybrid Heinz 9553. The applications phytohormone were carried out in the doses of 0 - 2.5 - 5 - 10 and 20 grams of gibberellina per hectare, carried out at different times at 52 and 59 days after transplanting. A randomized complete block design was used in subdivided plots with four replicates and 10 treatments, totaling 40 experimental plots. Harvesting was performed when the plants reached the maximum fruit maturity. The evaluations performed after the harvest were: good fruits percentage, discolored, green and rotten fruits; fruits total mass; fruits per plant number; bunches per plant number; fruit length and diameter; productivity; firmness; density; °Brix; pH and titratable acidity. It is possible to observe that the gibberellina phytohormone causes changes in tomato plants, mainly in the discolored fruits percentage.

KEY WORDS: gibberelic acid; plant hormone; maturation; *Solanum lycopersicum* L.

3.1 INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) está entre as hortaliças mais consumidas, principalmente na forma *in natura* ou industrializado. Esta cultura faz parte da família das solanáceas, sendo originária da América do Sul, mas sua domesticação ocorreu na Europa, onde foi reconhecido como apto para o consumo humano (Filgueira, 2008).

O Brasil está na 7ª colocação entre os maiores produtores de tomate para processamento industrial, apresentando uma produção de 1,4 milhões de ton por ano, tendo os Estados Unidos como maior produtor com 38,1 milhões de ton por ano (FAO, 2017). A produção de tomate industrial corresponde a 40% de todo tomate produzido no país, tendo como maior produtor o estado de Goiás com produção de 978 mil ton por ano, dispostos em 12 mil ha e proporcionando média de 81,5 ton por ha (IBGE, 2017).

Uma característica que viabiliza o processamento do tomate pelas indústrias é o seu hábito de crescimento determinado. Este atributo da cultura possibilita a colheita mecanizada, pois a maturação dos frutos ocorre de forma mais uniforme que o tomate indeterminado e a planta possui porte reduzido, reduzindo os custos com operações manuais (Clemente & Boiteux, 2012).

Buscando incrementar a cadeia produtiva de tomate para processamento, estudos são investidos para acrescentar características na cultura que possam potencializar sua produção, como redução do ciclo, resistência a doenças, aumento das qualidades físico-químicas e uniformização de sua maturação (Quezado-Duval et al., 2007). A maturação dos frutos não ocorre de forma total homogênea, ocasionando em algumas situações elevada porcentagem de frutos verdes. Este fato está ligado ao longo período de florescimento, 40 a 70 dias, que a cultura apresenta (Luz et al., 2016).

Uma estratégia que vem sendo utilizada para reduzir a desuniformidade da floração é a elevação das concentrações hormonais nas plantas cultivadas através de aplicações de fitorreguladores, especificamente as giberelinas (Martins et al., 2013 & Huang, et al., 2015). Costa et al. (2016), em trabalho com gimnospermas, pode observar que o fitorregulador giberelina elevou a porcentagem inflorescências produzidas pela planta e também reduziu a taxa de abortamento de flores.

Objetivou-se com o presente estudo verificar os efeitos causados com a utilização do fitorregulador giberelina sobre a cultura do tomate para processamento industrial e se sua aplicação tem a capacidade de uniformizar a maturação dos frutos.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na propriedade do grupo Agropecuária Irmãos Chiari, e o mesmo teve seu primeiro ensaio situada na Fazenda Santa Rosa (17°43'47"S e 49°02'35"O), no período de 19 de abril a 18 de agosto de 2018. O segundo ensaio foi conduzida na Fazenda São José (17°42'38"S e 49°00'22"O), compreendendo o período de 11 de junho a 26 de setembro de 2018.

Os híbridos de cada ensaio foram o HMX 7885 (Fazenda Santa Rosa) da TopSeed e o Heinz 9553 (Fazenda São José) da Heinz Seed, ambos materiais possuem dupla aptidão, tanto para a mesa como para indústria, porém as duas áreas foram destinadas para a indústria. A população das duas áreas foi de 30.000 plantas ha⁻¹. Tratos culturais como: nutrição mineral, aplicação de produtos fitossanitários e manejo hídrico foram realizados conforme as necessidades da cultura, seguindo sempre o cronograma estabelecido pelo grupo Agropecuária Irmãos Chiari.

A área experimental foi demarcada 30 dias após o transplante das mudas, possibilitando escolher a área que apresentava maior homogeneidade e menor número de plantas atípicas.

As aplicações de giberelina foram realizadas nas doses de 0; 2,5; 5; 10 e 20 g i.a ha⁻¹, sendo que as mesmas foram realizadas em duas épocas distintas: aos 52 e 59 DPT (dias pós transplante), em que plantas de tomateiro se encontravam em florescimento pleno. A fonte de giberelina utilizada no experimento foi através do produto comercial ProGibb[®] 400 que contém em sua formulação 400 g kg⁻¹ de ácido giberélico como princípio ativo.

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso (DBC) em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. Em que a época (52 e 59 DPT) de aplicação foi alocada nas parcelas e as doses (0; 2,5; 5; 10 e 20 g i.a) nas subparcelas, totalizando 40 parcelas experimentais. Cada parcela teve 3 m de comprimento, com 2 linhas duplas, espaçadas de 1,2 m entre linhas duplas e 0,6 m entre linhas, chegando a um total de 6,6 m² por parcela.

As plantas de tomate foram pulverizadas com fitorregulador através da bomba pressurizada de CO₂, utilizando volume de calda de 200L ha⁻¹, na pressão de 3 bar e bico tipo leque. Todas as aplicações foram realizadas pela manhã as 08 horas.

A colheita foi realizada quando as plantas alcançaram o ponto máximo de maturação dos frutos, ponto este determinado juntamente com técnicos responsáveis pela condução da área comercial. No momento da colheita foram coletadas duas plantas

inteiras por tratamento, acondicionando as plantas em caixas plásticas e respectivamente transportadas para o laboratório de Fisiologia e Pós-Colheita do IFGoiano – Campus Morrinhos, onde realizou-se as avaliações fitotécnicas e pós-colheita.

As avaliações realizadas no experimento foram:

Análises Fitotécnicas

- Massa total de frutos: por tratamento, todos os frutos da planta foram coletados e posteriormente aferiu-se a massa total utilizando a balança de precisão da marca EVEN.

- Número de cachos por planta: contagem do total de cachos com frutos presentes na planta.

- Número de frutos por planta: contagem do total de frutos presentes por planta

- Classificação da porcentagem de maturação em bons, descolorados, verdes e podres (Figura 1). A classificação foi realizada manualmente seguindo os padrões estabelecidos pelo MAPA, portaria nº 278, de 1988, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.



Figura 1: Classificação dos frutos (esquerda para a direita) em bons, descolorados, verdes e podres.

- Comprimento e diâmetro do fruto: com o auxílio do paquímetro, digital da marca DIGIMESS, aferiu o comprimento e diâmetro de dez frutos, sempre realizando as medições na parte central do fruto.

- Densidade: utilizando cinco frutos selecionados ao acaso, a densidade foi obtida seguindo a metodologia de Montanheiro (1990) para determinação da densidade de sólidos e líquidos pelo princípio de Arquimedes.

- Espessura do pericarpo: com o auxílio do paquímetro, realizou a medição do pericarpo de cinco frutos cortados ao meio.

- Produtividade final: avaliação realizada utilizando os valores obtidos com a massa total de frutos e stand de plantas, desta forma extrapolando para ton ha⁻¹.

Análises físico-químicas:

- Firmeza: utilizando dez frutos, realizou-se a medição com o paquímetro da área de deformação formada na placa de vidro do aplanador de bancada, realizando medições transversais e longitudinais da área deformado na parte mediana do fruto. Posteriormente, realizou-se o cálculo para determinar a firmeza dos frutos.

- pH, °Brix e Acidez titulável: para a obtenção dos valores de pH, °Brix e acidez titulável, primeiramente foi feita a extração do suco de cinco frutos com auxílio da centrifuga de alimentos, previamente lavados com água deionizada. Os valores de pH foram obtidos com o auxílio do pHmetro digital de bancada modelo mPA - 210 previamente calibrado com solução tampão pH 4,0 e 7,0. O °Brix foi determinado com o refratômetro digital portátil, em que três gotas do suco foram depositadas no prisma do refratômetro e em seguida realizou-se a leitura. A acidez titulável foi determinada por titulometria de neutralização (Latimer, 2010).

Após efetuar as análises fitotécnicas e físico-química, os dados obtidos foram tabulados e em seguida aplicou-se a análise variância, em que para a variável época utilizou Tukey a 5% de probabilidade e para doses o teste de regressão a 5% de probabilidade. Todas as análises foram realizadas por meio do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 1996).

3.3 RESULTADOS

Na classificação para o nível de maturação dos frutos, foi observado diferença estatística somente para a porcentagem de frutos descolorados, em ambos ensaios (Tabela 1). Quando o fitorregulador foi aplicado aos 59 DPT reduziu a porcentagem de frutos descolorados, e o primeiro ensaio levou a redução de 15,48% e o segundo ensaio 16,49%.

Tabela 1: Resumo da análise de variância e médias para o nível de maturação dos frutos de tomate classificados em bons (B), descolorados (D), verdes (V) e podres (P).

CV	GL	Quadrados Médios							
		HMX 7885				HEINZ 9553			
		B (%)	D (%)	V	P	B (%)	D (%)	V	P (%)

				(%)	(%)			(%)	
Época	1	211,06	175,91*	3,47	0,36	365,39	435,73**	16,31	33,61
Dose	4	15,84	15,96	11,11	3,88	31,69	42,81	7,91	5,97
É x D	4	18,63	12,78	1,95	1,15	56,27	96,89	5,73	32,07
Bloco	3	42,50	13,79	6,94	9,33	964,81	528,43	21,81	33,12
R1	3	26,41	17,33	4,22	0,41	58,52	10,52	14,37	41,69
R2	24	35,32	26,35	4,79	2,16	38,70	50,14	9,29	30,11
CV 1 (%)		7,54	16,64	42,87	31,24	15,44	8,83	72,48	75,99
CV 2 (%)		8,72	20,52	45,66	71,59	12,55	19,28	58,28	64,58
Época (DPT)		Médias							
	52	65,84	27,12b	5,09	1,96	46,53	40,02b	5,87	7,58
	59	70,43	22,92a	4,50	2,15	52,58	33,42a	4,59	9,41
Doses (g i.a ha ⁻¹)		Médias							
	0	65,71	26,37	6,12	1,80	52,32	33,77	6,61	7,29
	2,5	68,20	24,55	5,17	2,07	49,11	35,80	5,73	9,36
	5	69,07	22,93	5,55	2,44	49,01	37,03	4,85	9,11
	10	69,09	26,28	3,59	1,05	50,40	36,84	3,96	8,79
	20	68,62	24,96	3,52	2,90	46,92	40,15	5,00	7,93

E x D - Interação entre o fator época pela dose; GL - Graus de liberdade; NS - Não significativo pelo teste de F; ** - Significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey; * - Significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey; CV - Coeficiente de Variação; R - Resíduo.

No primeiro ensaio foi observado interação para o comprimento médio de frutos (Tabela 2). Através do desdobramento estatístico para os fatores época e dose (Tabela 3), as doses de 10 e 20 g.i.a ha⁻¹, aplicadas aos 52 DPT, alcançaram maior média de comprimento do fruto com 79,67 mm (10 g.i.a) e 76,57 mm (20 g.i.a). Os frutos da dose de 10 g i.a ha⁻¹ apresentaram acréscimo de 7,52% no comprimento em relação a mesma dose de 10 g.i.a ha⁻¹, entretanto aplicado aos 59 DPT. Já os frutos da dose de 20 g i.a ha⁻¹ apresentaram acréscimo de 5,75% em seu comprimento quando comparado a dose de 20 g.i.a ha⁻¹ aos 59 DPT.

Tabela 2: Resumo da análise de variância e médias para comprimento de fruto (CF, mm), diâmetro de frutos (DF, mm), densidade do fruto (DENS, g/cm³) e espessura do pericarpo (EP, mm).

CV	GL	Quadrados Médios							
		HMX 7885				HEINZ 9553			
		CF	DF	DENS	EP	CF	DF	DENS	EP
Época	1	38,64	1,13	0,000003	0,0000	2,84	0,79	0,000090	0,0051
Dose	4	8,05	1,31	0,000007	0,0024	4,49	1,43	0,000030	0,0012
É x D	4	32,72**	0,89	0,000035	0,0014	2,76	2,03	0,000079	0,0031
Bloco	3	12,95	3,04	0,000016	0,0023	10,14	6,44	0,000007	0,0038
R1	3	41,18	6,58	0,000029	0,0050	1,61	0,21	0,000136	0,0005
R2	24	8,94	1,36	0,000046	0,0028	4,08	1,62	0,000067	0,0022
CV 1 (%)		8,53	5,53	0,56	11,37	2,36	1,09	1,20	4,08
CV 2 (%)		3,98	2,52	0,71	8,56	3,75	3,02	0,84	8,56

Época (DPT)		Médias							
52	76,18	46,18	0,96	0,62	54,16	42,27	0,97	0,56	
59	74,21	46,52	0,96	0,62	53,63	41,98	0,97	0,54	
Doses (g.i.a ha ⁻¹)		Médias							
0	75,07	45,89	0,95	0,60	54,79	42,09	0,97	0,56	
2,5	74,26	45,96	0,96	0,62	53,28	41,70	0,97	0,55	
5	75,54	46,58	0,95	0,60	54,60	42,79	0,97	0,54	
10	76,72	46,80	0,96	0,64	53,22	42,20	0,97	0,57	
20	74,37	46,52	0,96	0,64	53,58	41,84	0,97	0,55	

E x D - Interação entre o fator época pela dose; GL - Graus de liberdade; NS - Não significativo pelo teste de F; ** - Significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey; * - Significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey; CV - Coeficiente de Variação; R: Resíduo;

Tabela 3: Comprimento (mm) para frutos de tomate em função da época de aplicação e doses do fitorregulador giberelina, cultivar HMX 7885.

Características avaliadas	Épocas (DPT)	Doses de Giberelina (g.i.a/ha)					Média
		0	2,5	5,0	10	20	
HMX 7885							
Comprimento	52	73,39a	73,63a	77,51a	79,76a	76,57a	76,17
	59	76,74a	74,88a	73,57a	73,76b	72,16b	74,20
DMS: 4, 36	Média:	75,07	74,26	75,54	76,72	74,36	75,19

DMS – Diferença mínima significativa.

A variável diâmetro de fruto (Tabela 2) não apresentou diferença estatística para os tratamentos impostos, obtendo a média geral de 46,35 mm para o primeiro ensaio e 53,89 mm no segundo ensaio. Na tabela 2, também é observado que a densidade dos frutos e o número de lóculos também não tiveram diferença estatística para os tratamentos.

Na Tabela 4 está exposto o número de cachos e frutos por planta, massa total de frutos e a produtividade ha⁻¹. Não foi observado diferença estatística entre as análises realizados, mostrando que a metodologia utilizada nos tratamentos não promoveu variações nos parâmetros avaliados. A massa total de frutos apresentou média de 5,57 kg planta⁻¹ no primeiro ensaio e no segundo ensaio média de 3,38 kg planta⁻¹. A cultivar HMX 7885 alcançou a produtividade final de 145,11 ton ha⁻¹ e a cultivar Heinz 9553 de 94,52 ton ha⁻¹, para ambos ensaios não foi verificado diferença estatística entre os tratamentos.

Tabela 4: Análise de variância e médias observadas para número de cachos por planta (NC), número de frutos por planta (NF), massa total de frutos (MT, kg planta⁻¹) e produtividade (P, ton ha⁻¹).

CV	GL	Quadrados Médios							
		HMX 7885				HEINZ 9553			
		NC	NF	MT	P	NC	NF	MT	P
Época	1	275,63	955,51	300,85	235,87	63,76	265,23	1,03	0,80
Dose	4	33,49	201,79	574,73	450,58	16,52	99,79	286,41	224,54
É x D	4	7,47	143,74	120,38	94,38	24,55	361,51	906,79	710,92
Bloco	3	40,08	121,44	714,49	560,16	38,54	403,24	739,45	579,73
R1	3	56,21	313,36	1308,46	1025,83	57,44	413,98	307,85	241,36
R2	24	12,32	196,72	560,62	439,53	35,78	581,76	585,80	459,27
CV 1 (%)		25,87	16,97	20,54	20,54	22,33	19,32	16,44	16,44
CV 2 (%)		12,11	13,44	13,44	13,44	17,62	22,90	22,67	22,67
Época (DPT)		Médias							
52		31,60	109,23	5,66	146,96	35,20	107,90	3,37	94,66
59		26,35	99,45	5,48	143,27	32,68	102,75	3,38	94,38
Doses (g.i.a ha ⁻¹)		Médias							
0		28,44	108,25	5,93	152,80	33,69	99,19	3,20	89,59
2,5		31,63	108,06	5,57	144,62	31,75	106,00	3,32	92,86
5		30,56	105,38	5,60	144,26	33,88	106,31	3,59	100,56
10		26,94	95,94	5,17	137,75	34,81	108,19	3,56	99,72
20		27,31	104,06	5,58	146,14	35,56	106,94	3,21	89,86

É x D - Interação entre o fator época pela dose; GL - Graus de liberdade; NS - Não significativo pelo teste de F; ** - Significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey; * - Significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey; CV - Coeficiente de Variação; R: Resíduo.

O teor de acidez dos frutos sofreu alterações com a utilização do fitorregulador na cultivar utilizado no segundo ensaio (Tabela 5). A maior dosagem de 20 g.i.a ha⁻¹ aplicada aos 52 DPT elevou teor de acidez dos frutos em relação a aplicação aos 59 DPT, promovendo o incremento de 8,19% no teor de acidez (Tabela 6).

Tabela 5: Resumo da análise de variância e médias para firmeza (FM, kgf/cm²), teor de °Brix, pH e acidez titulável (AT).

CV	GL	Quadrados Médios							
		HMX 7885				HEINZ 9553			
		FM	°Brix	pH	AT	FM	°Brix	pH	AT
Época	1	0,0008	0,0068	0,0810	0,4473	0,0001	0,0303	0,0020	0,0203
Dose	4	0,0003	0,0068	0,0369	0,0425	0,0008	0,0703	0,0033	0,0848*
É x D	4	0,0003	0,0268	0,1004	0,1239	0,0011	0,0353	0,0037	0,1128**
Bloco	3	0,0022	0,0191	0,0270	0,4377	0,0277	0,4069	0,0116	0,1329
R1	3	0,0022	0,0317	0,0257	0,2215	0,0014	0,2976	0,0034	0,0709
R2	24	0,0007	0,0165	0,0578	0,2584	0,0009	0,0698	0,0049	0,0286
CV 1 (%)		19,86	4,28	4,42	11,99	17,25	17,87	1,29	6,35
CV 2 (%)		11,08	3,09	6,63	12,95	13,77	8,65	1,54	4,03
Época (DPT)		Médias							

52	0,23	4,17	3,58	4,03	0,21	3,03	4,53	4,17
59	0,24	4,15	3,76	3,82	0,22	3,08	4,52	4,22
Doses (g.i.a ha ⁻¹)				Médias				
0	0,25	4,19	3,66	3,94	0,21	3,18	4,50	4,35
2,5	0,23	4,13	3,58	4,01	0,20	2,93	4,53	4,20
5	0,24	4,13	3,60	3,84	0,21	3,10	4,55	4,10
10	0,24	4,19	3,56	3,98	0,22	3,05	4,54	4,21
20	0,24	4,16	3,73	3,86	0,22	3,01	4,51	4,10

E x D - Interação entre o fator época pela dose; GL - Graus de liberdade; NS - Não significativo pelo teste de F; ** - Significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey; * - Significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey; CV - Coeficiente de Variação; R: Resíduo.

Tabela 6: Acidez titulável para frutos de tomate em função da época de aplicação e doses do fitorregulador giberelina, cultivar Heinz 9553.

Características avaliadas	Épocas (DPT)	Doses de Giberelina (g.i.a ha ⁻¹)					Média
		0	2,5	5,0	10	20	
HEINZ 9553							
Acidez	52	4,25a	4,12a	4,10a	4,10a	4,27a	4,17
	59	4,45a	4,27a	4,10a	4,32a	3,92b	4,21
DMS: 0,24	Média:	4,35	4,20	4,10	4,21	4,10	4,19

DMS – Diferença mínima significativa.

Nas análises destrutivas de °Brix e pH (Tabela 5) não foi observado diferença estatística entre os tratamentos. O °Brix no primeiro ensaio, utilizando a cultivar HMX 7885, apresentou média de 4,16, já no segundo ensaio com a cultivar Heinz 9553 obteve média de 3,05 de °Brix. Para o primeiro ensaio o pH atingiu média de 3,67 e no segundo ensaio média do pH de 4,52.

3.4 DISCUSSÃO

A capacidade do fitormônio GA em estimular a floração em plantas já vem sendo testado a algum tempo por pesquisadores, porém, ainda são poucas culturas que respondem as metodologias já estabelecidas (Taiz et al., 2017). Esperava-se que ao realizar aplicações do fitorregular em plantas de tomate industrial promoveria maior uniformidade na maturação dos frutos. Entretanto, o fitorregulador acarretou maior porcentagem de frutos descolorados em aplicações aos 52 DPT, aumentando em 15,48% no primeiro ensaio e 16,49% no segundo ensaio de frutos descolorados.

Zang et al. (2016), observaram relação semelhante ao utilizar o fitorregulador em plantas de mirtilo, em que a aplicação na pré-floração ocasionou retardo no amadurecimento dos frutos em relação as plantas controle. Desta forma, pode-se

presumir que a aplicação, dependendo da época, pode prejudicar os níveis endógenos do fitormônio nas plantas, levando ao atraso no amadurecimento dos frutos.

Serrani et al. (2007) em estudos com a cultura do tomate, realizando quatro tratamentos distintos: T1 - controle; T2 - fitorregulador GA; T3 - inibidor da GA e T4 - inibidor da GA + fitorregulador GA, notaram que o T1, T2 e T4 tiveram a mesma resposta para a variável diâmetro e comprimento dos frutos, já o T3 com somente o inibidor da síntese de GA apresentou redução no diâmetro e comprimento dos frutos. Pode-se observar que as plantas tratadas com o inibidor e posteriormente com o fitorregulador retomaram seu desenvolvimento normal.

Isto mostra que a utilização do fitorregulador GA, para a variável comprimento e diâmetro de fruto, é benéfica quando os níveis endógenos estão inferiores ao necessário para um bom desenvolvimento do fruto. E quando os níveis endógenos estão ideais a aplicação de GA não surte efeito sobre a característica tamanho de fruto.

Foi observado que o comprimento dos frutos teve variação somente no primeiro ensaio com a cultivar HMX 7885. Uma hipótese que poderia relacionar está alteração é que a cultivar em questão se encontrava com níveis endógenos de GA abaixo do nível hormonal desejado, e ao realizar aplicações do fitorregulador a planta restabeleceu o balanço hormonal. Outro fator que pode ter levado a resposta do fitorregular para o comprimento de fruto é que no primeiro ensaio ocorreu fitotoxidez de herbicida durante o manejo da cultura, possivelmente causando estresse na planta que provocou a resposta ao fitorregulador.

Frutos que apresentam maior comprimento, conseqüentemente aspecto mais alongado, são desejados para o tomate de processamento industrial, uma vez que no processo de colheita a acomodação dos frutos no caminhão de transporte é otimizada, pelo fato que frutos de maior comprimento possibilitam transportar cargas maiores de frutos, levando a redução nos custos com transporte (Quezado-Duval et al., 2018)

Zang et al. (2016), verificaram que a resposta ao fitorregulador para o tamanho dos frutos de mirtilo varia conforme a cultivar que está sendo utilizada, não ao ponto das cultivares que não apresentaram interação serem insensíveis ao fitorregulador, mas ao detalhe que cada cultivar em particular pode apresentar a necessidade de metodologias específicas.

Awad et al. (2012), em ensaios com tamareiras, verificaram que a acidez titulável dos frutos sofreu alteração para a maioria das doses do fitorregulador. Já os frutos de tomate tiveram aumento da acidez titulável somente no segundo ensaio com a

cultivar Heinz 9553, quando aplicado aos 52 DPT. Possivelmente, este resultado está vinculado a maior porcentagem de frutos descolorados obtidos ao realizar aplicações de GA aos 52 DPT, além do segundo ensaio ter apresentado média superior de frutos descolorados em relação ao primeiro ensaio.

A acidez titulável decresce com o avanço do amadurecimento dos frutos, isso ocorre porque o teor de ácidos presentes nos frutos perde concentração de acordo com o amadurecimento (Anthon et al., 2011). Ou seja, no início do processo de maturação os frutos de tomate apresentam maior acidez titulável, correlacionando aumento da acidez para o tratamento que apresentou maior porcentagem de frutos descolorados.

O °Brix e o pH não apresentaram diferença estatística para os tratamentos estabelecidos sobre as plantas de tomate industrial. Camili et al. (2013) realizando aplicações de GA em bagas de uva, não verificaram alterações na qualidade química das bagas. Zang et al. (2016) também não observaram alterações no °Brix e pH em frutos de mirtilo. Tais resultados leva a suposição que, nas condições de estudo dos autores anteriormente citados e neste presente estudo, o fitorregulador GA não interfere no °Brix e pH.

Pode ser visto na Tabela 5 que o °Brix foi baixo para ambas cultivares, ficando longe do ideal que a indústria necessita que é 5°brix (Melo e Vilela, 2005). Luz et al. (2016), justificam que a redução no °Brix está fortemente relacionado a interferência do clima, manejo da irrigação e adubação. O ano de 2018 foi muito atípico para cadeia produtiva de tomate no município de Morrinhos, fatores como alta incidência de pragas e temperatura máxima acima da média de anos anteriores prejudicaram a produção e qualidade dos frutos.

Foi observado que os tratamentos não afetaram a firmeza dos frutos. A firmeza é considerada um dos parâmetros mais importante para o tomate indústria, tal característica determina se a cultivar tem aptidão ao segmento industrial, pois frutos que apresentam baixa firmeza não suportam a colheita mecanizada e o transporte (Luz et al., 2016). Mostrando que nas condições que foi conduzido o experimento o fitorregulador não promove alterações na firmeza dos frutos.

A espessura do pericarpo não apresentou diferença estatística para os tratamentos. Serrani et al. (2007); Jong et al. (2009) e Ding et al. (2013), trabalhando com diferentes aplicações de GA, observaram que a espessura do pericarpo se manteve idêntica ao controle, porém o volume pode sofrer alteração. Desta forma, nota-se que na situação da experimentação o efeito do fitorregulador foi somente na expansão celular.

Snaches (2005), realizando pulverizações de 20, 40 e 80 mg L⁻¹ não observou diferença estatística para a massa de frutos de limão, independente da época de aplicação do ano, o fitorregulador não surte efeito sobre os limões. Fato também presenciado no atual experimento em que doses crescentes e aplicadas em diferentes épocas não promoveram alteração em frutos de tomate.

Ao utilizar o fitorregulador GA em diferentes dosagens na cultura do pinhão-manso Costa et al. (2016) não observaram diferença estatística para número de frutos por planta e produtividade da cultura, assemelhando-se com o resultado exposto para plantas de tomate industrial. Mas, um fato interessante observado por Costa et al. (2016) foi que a GA elevou em até 30 % o número de flores, entretanto não teve o bom pegamento.

Huang et al. (2014), também constataram que plantas de *Remusatia vivípara* quando tratadas com doses crescentes (25; 50; 75 e 100 mg L⁻¹) de GA induziu a maior número de flores por cacho floral, apresentando aumento de até 70% de flores em relação ao controle. Ou seja, a GA tem o potencial para induzir mais flores que o padrão fisiológico da planta, entretanto o pegamento das flores está relacionado aos outros fatores, como: espécie utilizada, época de aplicação, estado fisiológico e nutricional das plantas, entre outros.

Embora os reguladores de crescimento de plantas estão sendo utilizados para otimizar características de interesse em inúmeras culturas, grande variação nos resultados ainda persiste, provavelmente pelas condições ambientais específicas e metodologias variadas. Além disso, sabe-se que os hormônios vegetais raramente agem sozinhos, assim, mesmo quando uma resposta na planta é atribuída apenas para a ação de um fitormônio, o tecido que recebe a aplicação contém hormônios endógenos que podem maximizar ou inibir o efeito nas plantas (Ayub & Rezende, 2010).

3.5 CONCLUSÃO

Doses do fitorregulador giberelina, quando aplicadas durante o florescimento do tomate para processamento industrial, causam alterações no comprimento médio e acidez dos frutos. Foi possível observar leve redução na porcentagem de frutos descolorados, entretanto não foi o suficiente para uniformizar a maturação dos frutos.

3.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anthon GE, LeStrange M & Barrett DM (2011) Changes in pH, acids, sugars and other quality parameters during extended vine holding of ripe processing tomatoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91:1175-1181.

Awad MA & Al-Qurashi AD (2012) Gibberellic acid spray and bunch bagging increase bunch weight and improve fruit quality of 'Barhee' date palm cultivar under arid conditions. *Scientia Horticulturae*, 138:96-100.

Ayub RA & Rezende BLA (2010) Contribuição do ácido giberélico no tamanho de frutos do tomateiro. *Revista Biotemas*, 4: 25-28.

Camargo WP & Camargo FP (2017) Evolução das cadeias produtivas de tomate indústria e para mesa no Brasil, 1990-2016. *Informações Econômicas*, 47:50-59.

Camili EC, Rodrigues JD & Ono EO (2013) Giberelina, citocinina e auxina na qualidade química de bagas de uva "superior seedless". *Bioscience Journal*, 29:1761-1770.

Clemente FMVT & Boiteux LS (2012) Produção de tomate para processamento industrial. 1ª ed. Brasília, Embrapa Hortaliças. 344p.

Costa AP, Vendrame W, Nietzsche S, Crane J, Moore K & Schaffer B (2016) Branching, flowering and fruiting of *Jatropha curcas* treated with ethephon or benzyladenine and gibberellins. In: *Anais Academia Brasileira de Ciências*, 88:989-998.

Ding J, Chen B, Xia X, Mao W, Shi K, Zhou Y & Yu J (2013) Cytokinin-induced parthenocarpic fruit development in tomato is partly dependent on enhanced gibberellin and auxin biosynthesis. *Plos One*, 8(7): e70080. doi:10.1371/journal.pone.0070080

Ferreira DF. Universidade Federal de Lavras (1996) SISVAR: Sistema de análise de variância. Versão 5.6. Ciência e Agrotecnologia (UFLA).

Filgueira FAR (2008) Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3ªed. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. 421 p.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2017) Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201701.pdf. Acessado em: 20 de janeiro de 2019.

Jong M, Mariane C & Vriezen WH (2009) The role of auxin and gibberellin in tomato fruit set. *Journal of Experimental Botany*, 60:1523-1532.

Huang CT, Lin CL & Hsieh CF (2015) Gibberellin-induced flowering in sexually defective *Remusatia vivípara* (Araceae). *Revista Taiwania*, 60:1-7.

Latimer GW (2010) Office Methods of Analysis of AOAC International 18ª ed. Gaithersburg, AOAC - Association Official Analytical Chemists.

Luz JMQ, Bittar CA, Oliverira RC, Nascimento AR & Nogueira APO (2016) Desempenho e divergência genética de genótipos de tomate para processamento industrial. *Revista Horticultura Brasileira*, 34:483-490.

Melo PCT & Vilela NJ (2005) Desafio e perspectiva para a cadeia brasileira do tomate para processamento industrial. *Horticultura Brasileira*, 23:154-157.

- Montanheiro MNS (1990) Determinação da densidade de sólidos e líquidos pelo princípio de Arquimedes. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 7:121-123.
- Quezado-Duval AM, Reis A, Inoue-Nagata AK, Charchar JM, Giordano LB, Boiteux LS (2007) Cuidados especiais no manejo da cultura do tomate no verão. Comunicado Técnico/ Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.
- Quezado-Duval AM, Teixeira AO, Megguer CA, Silva CJ, Pontes NC & Basílio ÊE (2018) Desempenho agrônomico e de qualidade de frutos de híbridos de tomate para processamento industrial sob irrigação subterrânea. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento/ Embrapa Hortaliças*, Brasília, DF.
- Serrani JC, Fos M, Atarés A & García-Martínez JL (2007) Effect of gibberellin and auxin on parthenocarpic fruit growth induction in the cv. micro-tom of tomato. *Journal of Plant Growth Regulation*, 26: 211-221.
- Serrani JC, Sanjuán R, Ruiz-Rivero O, Fos M & García JL (2007) Gibberellin reuglation of fruit set and growth in tomato. *Plant Physiology*, 145:246-257.
- Sanches FR (2005) Iniciação floral e ácido giberélico no florescimento e na produção da lima ácida “Tahiti” (*Citrus latifolia*, Tanaka). Tese de doutorado. UNESP - Campus Jaboticabal, SP. 2005. 86p.
- Taiz L, Zeiger E, Møller IM & Murphy A (2017) *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6ª ed. Porto Alegre, Artmed. 858p.
- Zang YX, Chun IJ, Zhang LL, Hong SB, Zheng WW & Xu K. Effect of gibberellic acid application on plant growth attributes, return bloom, and fruit quality of rabbiteye blueberry. *Scientia horticulturae*, 200:13-18.