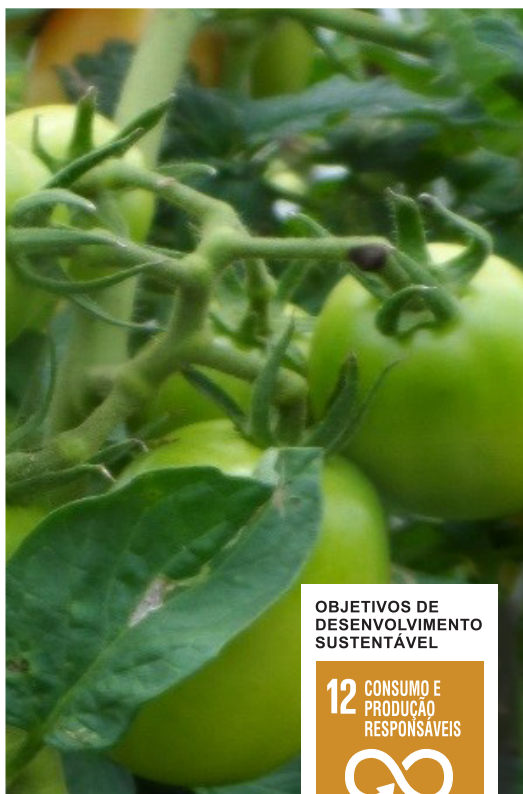


Controle do Despencamento Natural de Frutos de Tomate Italiano em Cacho Via Aspersão Pós-Colheita de Ácido Giberélico



OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL

12 CONSUMO E
PRODUÇÃO
RESPONSÁVEIS



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agroindústria de Alimentos
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
38**

**Controle do Despencamento Natural de
Frutos de Tomate Italiano em Cacho Via
Aspersão Pós-Colheita de Ácido Giberélico**

*Marcos José de Oliveira Fonseca
Diego Dias Rafael
Regina Celi Cavestré Coneglian
Michele Paula da Silva
Henriqueta Talita Guimarães Barboza
Antonio Gomes Soares*

Embrapa Agroindústria de Alimentos
Rio de Janeiro, RJ
2021

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Agroindústria de Alimentos
Avenida das Americas, 29501, Guaratiba
CEP: 23020-470, Rio de Janeiro, RJ
Fone: +55 (21) 3622-9600
Fax: +55 (21) 3622-9713
www.embrapa.br/agroindustria-de-alimentos
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações e Editoração da
Embrapa Agroindústria de Alimentos

Presidente
Esdras Sundfeld

Secretária-Executiva
Virgínia Martins da Matta

Membros
*André Luis do Nascimento Gomes, Celma
Rivanda Machado de Araujo, Daniela De Grandi
Castro Freitas de Sá, Elizabete Alves de Almeida
Soares, Janice Ribeiro Lima, Leda Maria Fortes
Gottschalk, Marcos de Oliveira Moulin, Melicia
Cintia Galdeano e Otniel Freitas Silva*

Supervisão editorial
Virgínia Martins da Matta

Revisão de texto
Virgínia Martins da Matta

Normalização bibliográfica
Celma Rivanda Machado de Araújo

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Marcos de Oliveira Moulin

Foto da capa
Diego Dias Rafael

1ª edição
Publicação em PDF (2021)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Agroindústria de Alimentos

Controle do Despencamento Natural de Frutos de Tomate Italiano em Cacho Via
Aspersão Pós-Colheita de Ácido Giberélico / Marcos José de Oliveira Fonseca...
[et al.]. - Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2021.

PDF (21 p.) : il. color. ; 27 x 21 cm. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento /
Embrapa Agroindústria de Alimentos, ISSN 0101-630X; 38).

1. Giberelina. 2. GA3. 3. Regulação do desenvolvimento. 4. Parâmetro
de Qualidade. 5. *Solanum lycopersicum*. 6. Tecnologia de alimento. 7.
Processamento de alimento. I. Fonseca, Marcos José de Oliveira. II. Rafael, Diego
Dias. III. Coneglian, Regina Celi Cavestré. IV. Silva, Michele Paula da. V. Barboza,
Henriqueta Talita Guimarães. VII. Soares, Antonio Gomes. VIII. Série. IX. Embrapa
Agroindústria de Alimentos.

CDD (23. ed.) 664.805.642

© Embrapa, 2021

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução.....	8
Material e Métodos	9
Resultados e Discussão	12
Conclusões.....	19
Referências	19

Controle do Despencamento Natural de Frutos de Tomate Italiano em Cacho Via Aspersão Pós-Colheita de Ácido Giberélico

Marcos José de Oliveira Fonseca¹

Diego Dias Rafael²

Regina Celi Cavestré Coneglian³

Michele Paula da Silva⁴

Henriqueta Talita Guimarães Barboza⁵

Antonio Gomes Soares⁶

Resumo – Na comercialização de tomates em cacho, é necessário minimizar o despencamento natural dos frutos à medida que amadurecem. O despencamento dos frutos mais maduros deprecia o cacho e pode ser mais intenso conforme a variedade. O presente trabalho objetivou avaliar a influência da aplicação pós-colheita de giberelina (GA_3) na redução do despencamento natural em tomate italiano (*Solanum lycopersicum* L.) cv. BRS Nagai. Cachos de tomate italiano cv. BRS Nagai produzidos sob o sistema TOMATEC[®], em área comercial localizada em Tanguá, RJ, foram colhidos verde maduros e submetidos à aspersão direcionada para a ráquis com água destilada (T1), que foi considerado o controle do processo e com 90 mg/L de GA_3 (T2). Os cachos foram avaliados quanto à perda de massa fresca (%), firmeza dos frutos (N), coloração de casca e quanto ao despencamento natural (%) nos dias 1, 3, 6, 8, 10, 12 e 15 após a colheita. Com exceção do despencamento natural (2,26% e 3,77% no controle contra 0,68% e 1,36% quando se aplicou GA_3 , nos tempos 1 dia e 15 dias, respectivamente), não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para as demais características

¹ Engenheiro Agrônomo, Doutor em Produção Vegetal, pesquisador da Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, RJ.

² Engenheiro Agrônomo, bolsista da FAPEMIG-Brasil, doutorando da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

³ Engenheira Agrônoma, Doutora em Fitotecnia, professora adjunta da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

⁴ Engenheira Agrônoma, Doutora em Fitotecnia, profissional autônomo, Rio de Janeiro, RJ.

⁵ Química Industrial, Doutora em Química, analista da Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, RJ.

⁶ Químico, Doutor em Ciência dos Alimentos, pesquisador da Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, RJ.

avaliadas. Os resultados obtidos indicam que a aplicação pós-colheita de GA₃ pode ser uma tecnologia promissora para fixação de frutos de tomate em cacho, sem alterar sua qualidade pós-colheita durante o armazenamento, tais como perda de massa fresca, firmeza e coloração de casca.

Termos para indexação: giberelina, GA₃, regulação do desenvolvimento, parâmetros de qualidade, *Solanum lycopersicum*.

Control of Natural Fall of Italian Tomato Fruits in Bunch under Postharvest Sprinkling of Gibberellic Acid

Abstract – To commercialize tomato bunches, it is necessary to reduce the natural fruit drop. Mature fruits detach and undervalue the bunch. The objective of this work was to evaluate the postharvest application of gibberellin (GA_3) to reduce natural tomato (*Solanum lycopersicum* L.) cv. BRS Nagai, fruit drop in bunches. So, bunches of Italian tomatoes, cultivated under TOMATEC® system, in a commercial orchard located at Tanguá, RJ, were harvested on the mature green stage and submitted to direct sprinkling on its rachis with distilled water (T1) and with $90 \text{ mg.L}^{-1} GA_3$ (T2). The bunches were evaluated for fresh mass loss rate (%), firmness of fruits (N), skin color and natural fruit drop rate (%), 1, 3, 6, 8, 10, 12 and 15 days after harvest. Except for natural fruit drop (2.26% and 3.77% in the control sample, 0.68% and 1.36% from GA_3 treatments, at day 1 and day 15, respectively), no significant differences were observed between treatments for other characteristics. The obtained results show that the postharvest application of GA_3 should be a promising technology to maintain tomato fruits in bunches, without significant changes on postharvest characteristics, such as mass loss, firmness and peel color during their shelf life.

Index terms: gibberellin, GA_3 , development regulation, quality parameters, *Solanum lycopersicum*.

Introdução

No cenário nacional, a cultura do tomate (*Solanum lycopersicum* L.) ocupa 63.980 ha, com produção total de 4.167.629 t (65,14 t.ha⁻¹) (FAO, 2018), sendo o nono maior produtor mundial, com participação de 2,5% do total. Com o objetivo de comercialização dos frutos em cacho, faz-se necessária a aplicação de reguladores vegetais, em pós-colheita, para garantir a fixação dos frutos por um período de tempo prolongado e homogeneização da maturação. A utilização de reguladores tem sido utilizada em cultivos comerciais de algumas frutíferas, visando aumento de produtividade e de qualidade dos frutos.

O ProGibb400® é um regulador de crescimento (classe toxicológica IV) registrado no MAPA sob o número 11912 e utilizado com diferentes finalidades nas culturas de arroz, azevém, banana, batata, cana-de-açúcar, laranja, limão 'Tahiti', milho, soja, trigo e uva. Para limão 'Tahiti', por exemplo, recomenda-se 10 g.100L⁻¹ de ProGibb 400® visando retardar a maturação dos frutos em pós-colheita, prolongando o período de armazenamento, transporte e comercialização, enquanto que, para banana, recomenda-se a imersão, após a colheita, em solução 375 g.100L⁻¹ de ProGibb 400®, a fim de prolongar a vida útil em pós-colheita, aumentando o período de armazenamento e comercialização (Sumitomo Chemical do Brasil Representações Ltda., 2020).

De acordo com Tucker e Kim (2015), o despencamento natural de frutos em geral ocorre por meio do processo de abscisão, sendo um mecanismo fundamental para as plantas, representando adaptação evolutiva altamente benéfica, principalmente para propagação. Entretanto, do ponto de vista econômico, tal processo pode causar grande impacto por resultar em perdas elevadas durante o cultivo e em pós-colheita, como é o caso da uva.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência da aplicação pós-colheita de giberelina (GA₃) na redução do despencamento natural em tomate (*Solanum lycopersicum* L.) em cachos. Desta forma, este trabalho contribui para o cumprimento da meta 12.3.1br (adequada pelo IPEA) "Até 2030, reduzir o desperdício de alimentos per capita nacional, em nível de varejo e do consumidor, e reduzir as perdas de alimentos ao longo das cadeias de produção e abastecimento, incluindo as perdas pós-colheita"

que compõe o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 12, “Produção e Consumo Sustentáveis”.

Material e Métodos

Os cachos de tomate italiano cv. BRS Nagai foram produzidos sob o sistema TOMATEC®, em área comercial no município de Tanguá, RJ (22°43'45”S, 42°42'51”O, 20 m de altitude). O cultivo foi realizado em campo aberto (Figura 1), com aproximadamente 2.200 plantas.ha⁻¹. Realizou-se a colheita manual de cachos com três a sete frutos, no estágio verde maduro, com peso médio aproximado de 440 g. Foram utilizados 55 cachos por tratamento, totalizando 110 cachos ao final do experimento.

Imediatamente após a colheita, os cachos receberam tratamento por aspersão direcionada para a ráquis, até o total molhamento da região.

Foto: Diego Dias Rafael



Figura 1. Linhas de plantio de tomate, sob sistema TOMATEC®, em campo aberto. Tanguá, RJ.

Um lote (T1) foi tratado com água destilada, sendo considerado o grupo controle e o outro lote (T2) foi tratado com 90 mg.L⁻¹ de GA₃ (Figura 2). Em seguida, os cachos foram acondicionados em caixas plásticas e transportados em temperatura ambiente até o Laboratório de Fisiologia Pós-Colheita da Embrapa Agroindústria de Alimentos, onde permaneceram em temperatura e umidade ambientes (24 ± 3 °C e 75 ± 4% UR) durante 15 dias.

Os tomates foram avaliados quanto à:

1. Perda de massa fresca (%), calculada como descrito em Zhu et al. (2017), pela diferença entre a massa inicial (medida em balança semianalítica) dos cachos e a massa medida aos 3, 6, 9, 12 e 15 dias após a colheita, dividindo-se pela massa inicial e multiplicando-se por 100, segundo a fórmula abaixo:

$$PMF\% = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100$$

Em que P_i é o peso inicial, valor medido no primeiro dia de avaliação e P_f é o valor verificado em cada dia de avaliação durante o armazenamento.

Foto: Diego Dias Rafael



Figura 2. Linhas de plantio de tomate, sob sistema TOMATEC®, em campo aberto. Tanguá, RJ.

2. Firmeza dos frutos (N), utilizando texturômetro digital Texture Analyser TA/XT Plus (StableMycro Systems, Godalming, Surrey, UK) (Figura 3A). A força máxima necessária para causar deformação de 2 mm (tamanho do probe), durante 1 minuto, no pericarpo externo e radial foi medida em dois pontos diametralmente opostos, na região equatorial dos frutos de cada cacho, segundo adaptações de Bu et al. (2013). Foram avaliados quatro cachos, sendo que cada cacho foi considerado uma replicata.

3. Cor instrumental da casca, utilizando colorímetro CHROMA METER CR-400 (Konica Minolta, Osaka, Japão) por meio dos parâmetros de luminosidade L^* , coordenada de cromaticidade a^* e croma C^* , segundo metodologia adaptada de Ponce-Valadez et al. (2016). As medidas foram realizadas na região equatorial dos frutos em quatro cachos, sendo que cada cacho foi considerado uma replicata (Figura 3B).

Foto: Diego Dias Rafael

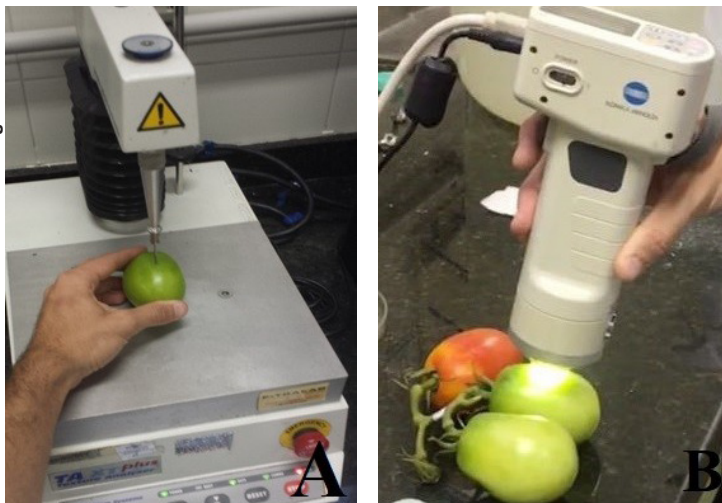


Figura 3. (A) Avaliação da firmeza instrumental do tomate italiano. (B) Avaliação da coloração da casca do tomate italiano.

4. Despencamento natural de frutos (%) ao longo de 1, 3, 6, 8, 10, 12 e 15 dias após a colheita. Cachos contendo três a cinco frutos foram presos e mantidos suspensos em posição vertical no fundo de caixas plásticas, mantidas invertidas com a abertura apoiada em mesas de aço inoxidável, sendo influenciados apenas pelo peso do próprio fruto (Figura 4). A medida foi realizada pela contagem de frutos isolados caídos, em relação ao total de



Figura 4. Vista interior da estrutura para avaliação de despencação natural de frutos de tomate em cacho.

frutos nas caixas, sendo 134 frutos tratados com GA_3 e 129 frutos controle, multiplicando-se o resultado por 100.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram testadas pelo teste Tukey a 5% utilizando o programa SPSS Statistics 22.

Resultados e Discussão

Ambos os tratamentos apresentaram aumento linear de perda de massa fresca dos cachos durante o armazenamento, sem diferença significativa entre eles ($p > 0,05$) (Figura 5). Aos 15 dias, os cachos tratados apenas com água destilada (T1), isto é, o grupo controle, apresentaram valor médio de 11% de perda de massa fresca enquanto os cachos tratados com GA_3 (T2) tiveram cerca de 10% de perda.

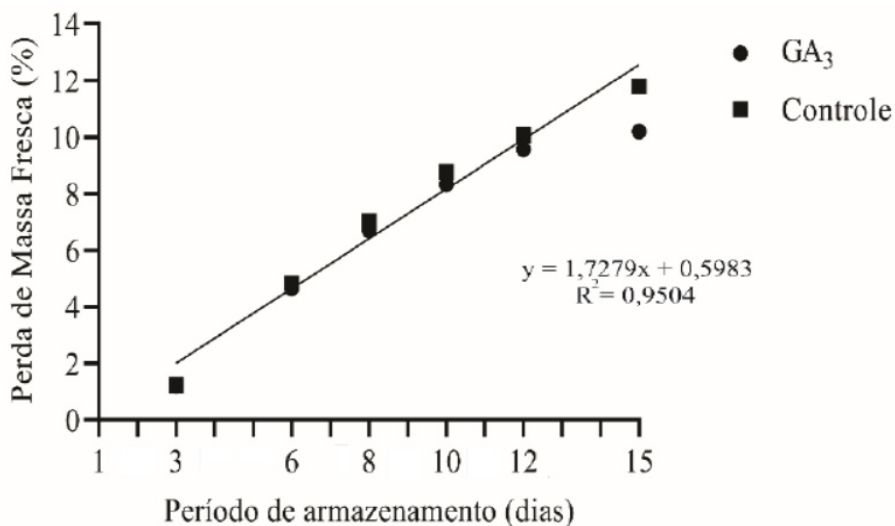


Figura 5. Estimativa de perda de massa fresca em cachos de tomate italiano cv. BRS Nagai armazenados em temperatura ambiente por 15 dias.

Assim como observado no presente trabalho, o aumento gradativo na perda de massa fresca, sem diferença estatística entre produtos tratados ou não com GA₃ em pós-colheita, também foi constatado com limão (Valero et al., 1998) e banana (Sembok et al., 2016).

Na Figura 6 pode-se observar a redução linear dos valores de firmeza instrumental dos frutos durante o período de armazenamento. Para ambos os tratamentos, apesar da redução de 38,5% da firmeza inicial, os frutos permaneceram com firmeza apropriada à comercialização (acima de 5 N), ao final dos 15 dias de armazenamento.

Diferentemente do que foi observado no presente trabalho, limões (*Citrus limon* L. cv. Verna) tratados com 100 mg.L⁻¹ de GA₃ apresentaram incremento significativo nos valores de firmeza durante os primeiros sete dias após tratamento, quando começaram a sofrer decréscimo linear 21 dias após o tratamento (Valero et al., 1998).

Por meio dos dados de cor de casca dos tomates, pode-se observar que não houve diferença significativa para o parâmetro L*, com redução dos valores ao longo do período pós-colheita (Figura 7). Este parâmetro representa

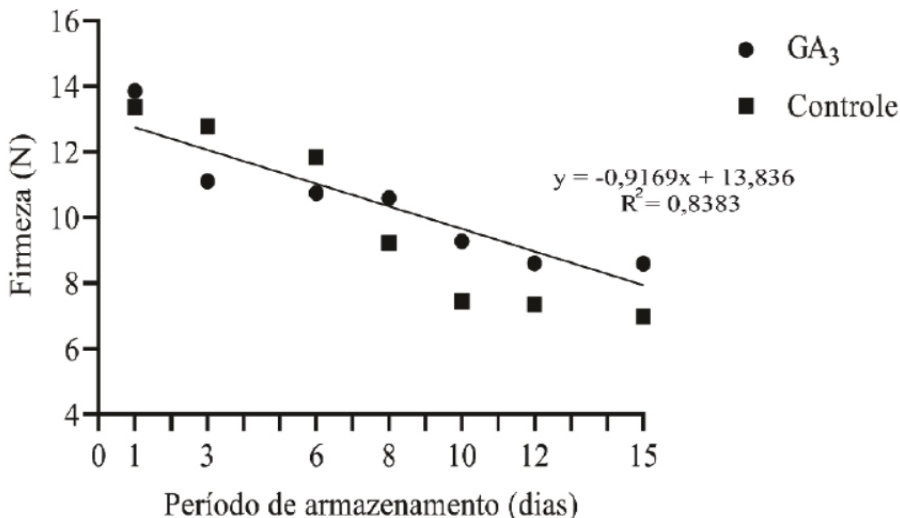


Figura 6. Estimativa da firmeza instrumental de tomate italiano cv. BRS Nagai armazenados em temperatura ambiente por 15 dias.

o nível de luminosidade da cor medida, onde valores mais próximos de zero expressam cor escura – visto que o zero representa o preto – e os valores mais próximos de 100 expressam o claro, já que o número 100 representa a cor branca. Segundo Lizardo (2017), a diminuição dos valores de L^* em tomate ocorre de forma natural devido ao processo de amadurecimento, que resulta em uma coloração mais escura de casca, indicando grau de maturação mais avançado. Camelo et al. (2003) também não observaram diferenças significativas nos valores de L^* entre tomates cv. ‘Tommy’ submersos em solução contendo 1 g.L^{-1} de ácido giberélico e tomates controles (submersos em água) durante 18 dias de armazenamento a $20 \text{ }^\circ\text{C}$.

O tomate é um fruto verde quando imaturo e que altera sua coloração para alaranjado e, finalmente, vermelha, ao amadurecer, tanto pela degradação da clorofila como pela síntese e acúmulo de carotenoides, especialmente, licopeno. Desta forma, o estudo da evolução da coordenada a^* na casca dos tomates é o melhor parâmetro para acompanhamento do amadurecimento dos frutos. Para a coordenada de cromaticidade a^* , o aumento nos valores médios é esperado à medida que a coloração da casca de tomate desenvolve de verde ($-a$) para vermelho ($+a$) (Figura 8). Frutos apresentando menores

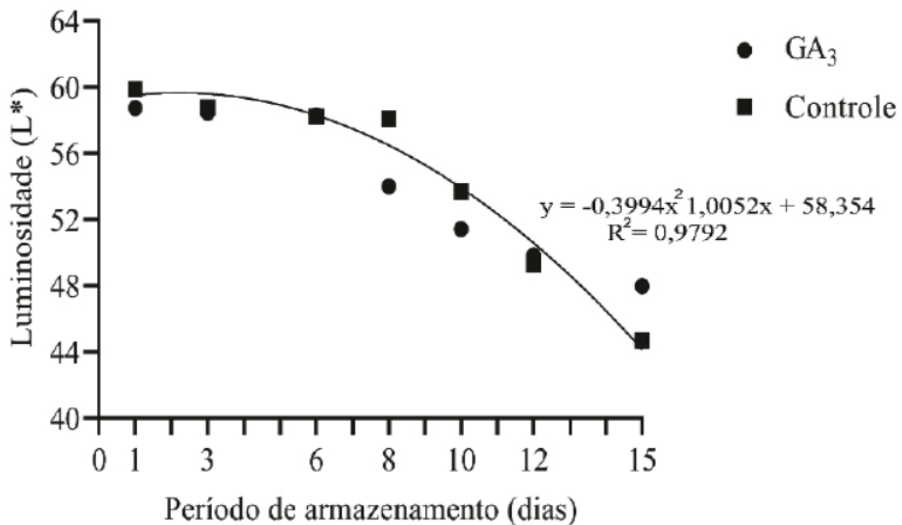


Figura 7. Estimativa de luminosidade (L*) em tomate italiano cv. BRS Nagai em cachos e armazenados em temperatura ambiente por 15 dias.

valores de a^* indicam menor desenvolvimento da coloração vermelha da casca, conseqüentemente, menor degradação de clorofilas e menor síntese de carotenoides, indicando menor grau de amadurecimento dos frutos. Tal parâmetro consiste em um excelente indicador da vida útil dos frutos de tomateiro durante períodos de armazenamento. Isto pôde ser verificado no presente trabalho, tendo em vista que no primeiro dia de armazenamento os cachos do grupo controle (T1) e os cachos tratados (T2) apresentaram valores médios de -11,95 e -10,64, respectivamente, indicando coloração verde da casca para ambos os tratamentos e, após 15 dias, os cachos T1 e T2 apresentaram aumento nos valores para 30,22 e 24,95, respectivamente, mas sem diferença significativa entre os tratamentos. Embora não apresentem diferença significativa, a tendência de menor valor de a^* e maior valor de L^* , em relação ao controle no 15º dia de armazenamento, observada nos frutos tratados com GA_3 , indica que a aplicação pós-colheita de giberelina pode ser uma ferramenta valiosa para a manutenção da coloração da casca de tomate. Tomates cv. 'Tommy' tratados com 1 g.L^{-1} de ácido giberélico e armazenados a $20 \text{ }^\circ\text{C}$ apresentaram valor a^* de aproximadamente 19, após 18 dias de armazenamento (Camelo et al., 2003), valor inferior ao obtido no presente trabalho. No decorrer do armazenamento dos cachos ocorre síntese

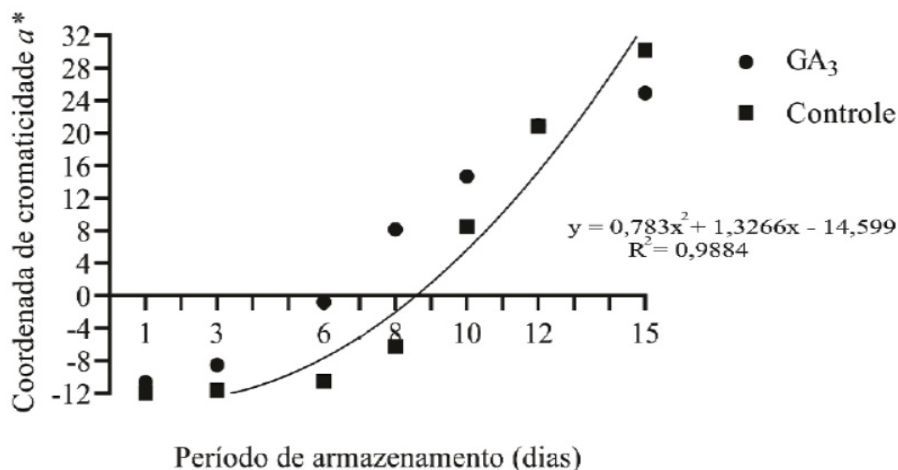


Figura 8. Estimativa da coordenada de cromaticidade a^* em tomate italiano cv. BRS Nagai em cachos e armazenados em temperatura ambiente por 15 dias.

de licopeno e degradação de clorofila, proporcionando o desenvolvimento de coloração vermelha em frutos de tomate (Carvalho et al., 2005).

Os valores obtidos para croma C^* representam a saturação ou intensidade da coloração e apresentaram aumento durante o armazenamento para ambos os tratamentos, sem diferença significativa entre eles ($p > 0,05$) (Figura 9). À medida que os valores de coordenada a^* aumentavam, o croma C^* também aumentava, indicando maior intensidade da coloração vermelha dos frutos.

Durante o período de amadurecimento dos frutos de tomateiro, no estágio transicional entre a coloração verde e alaranjada da casca, o teor de GAs endógenas é muito baixo e a aplicação exógena de giberelina já foi reportada como sendo uma forma eficiente de retardar o processo de amadurecimento e, conseqüentemente, o desenvolvimento de coloração da casca dos frutos (Dostal; Leopold, 1967). Tal redução nos conteúdos endógenos de GAs ocorre de forma natural, permitindo a sinalização e ação de outras classes hormonais, como o ácido abscísico e o etileno (Wu et al., 2018), que atuam diretamente no processo de amadurecimento e desenvolvimento de coloração da casca em tomateiro (Li et al., 2019). A aplicação de GA também mostrou-se eficiente em retardar o amadurecimento e desenvolvimento de coloração em manga (Khader et al., 1988) e morango (Martínez et al., 1994). Entretanto, no presente trabalho, pela aplicação direcionada para a rãquis,

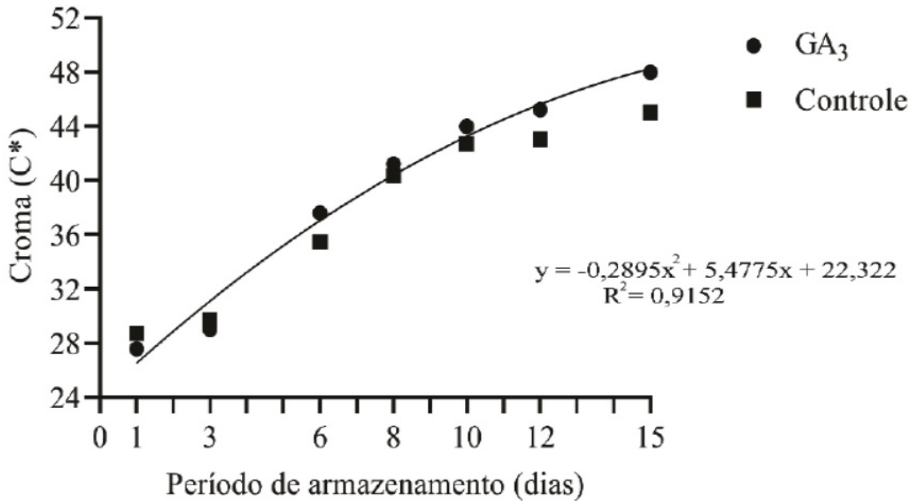


Figura 9. Estimativa da coordenada de cromaticidade a* em tomate italiano cv. BRS Nagai em cachos e armazenados em temperatura ambiente por 15 dias.

não houve efeito significativo para as características físicas dos tomates que poderiam indicar o retardo no processo de amadurecimento.

No primeiro dia de monitoramento, os cachos T1 apresentaram 2,26% e os cachos T2 0,68% de frutos despencados, respectivamente (Figura 10). Até o décimo segundo dia não houve despencamento de frutos em ambos os tratamentos, fato que manteve o mesmo percentual de despencamento. Entretanto, aos 15 dias, observou-se despencamento natural acumulado de 3,77% e 1,36% nos tratamentos controle e com aplicação de ácido giberélico, respectivamente. Considerando-se uma produtividade de 70 t. ha⁻¹, a redução final de perdas por despencamento com o uso do ácido giberélico seria de 1,687 t ou 84 caixas com 20 kg de tomate.

A aplicação de diferentes concentrações de GA₃, em pré-colheita, vem se consolidando como metodologia eficiente para a fixação de frutos, como foi observado em caqui (Docema, 2016), citros (Bermejo et al., 2017) e caju (Souza et al., 2019). Diversos trabalhos vêm demonstrando a ação de giberelinas durante o processo de senescência, principalmente quanto à inibição da degradação de clorofila em diferentes órgãos como cotilédones, folhas, flores e frutos. Entretanto, a abordagem quanto à ação deste fitormônio

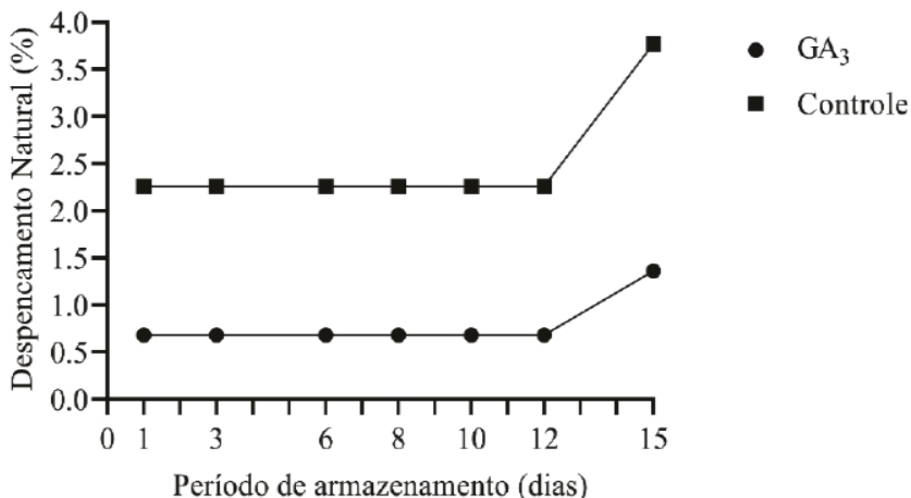


Figura 10. Porcentagem de frutos despencados em tomate italiano cv. BRS Nagai em cachos, tratados (T2) ou não (T1) com solução contendo GA₃, e armazenados em temperatura ambiente por 15 dias..

é quase exclusivamente em pré-colheita, sendo a discussão em pós-colheita ainda incipiente (Nooden, 1988; Serrano et al., 2004).

A ausência de diferenças significativas entre os tratamentos na perda de massa fresca, firmeza de polpa, luminosidade, cromaticidade a^* e croma foi importante para constatar que a solução de ácido giberélico não altera a qualidade dos frutos. Por outro lado, o despencamento dos frutos nos cachos (Figura 10) foi reduzido e revela o potencial da tecnologia de aplicação do GA₃. A manutenção por 12 dias seria mais que suficiente para a comercialização e coincide com o alcance do valor +20 para a coordenada a^* (Figura 8), significando que os tomates alcançaram a coloração vermelha característica de fruto maduro, pronto para consumo. Neste momento, embora a perda de massa do cacho seja próxima de 10% (Figura 4), a firmeza dos tomates (8N) ainda é suficiente (Figura 6) para a sua comercialização.

Conclusões

A aplicação pós-colheita de GA_3 pode se tornar uma tecnologia promissora para fixação de frutos de tomate em cacho, sem alterar características pós-colheita importantes durante o armazenamento, tais como perda de massa fresca, firmeza e coloração da casca.

Considerando-se a redução de 69,9% do despencamento natural inicial e de 59,7% do despencamento natural ao final de 15 dias, a tecnologia contribuirá para a redução de perdas quantitativas em lavouras comerciais, independentemente do sistema de produção adotado.

Agradecimentos

Agradecemos aos tomaticultores Onofre de Souza Pereira e Edson Oliveira Machado, do Município de Tanguá-RJ, pelo apoio na execução desta pesquisa.

Referências

BERMEJO, A.; GRANERO, B.; MESEJO, C.; REIG, C.; TEJEDO, V.; AGUSTÍ, M.; PRIMO-MILLO, E.; IGLESIAS, D. J. Auxin and Gibberellin Interact in Citrus Fruit Set. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 37, p. 1-11, 2018. DOI 10.1007/s00344-017-9748-9.

BU, J.; YU, Y.; AISIKAER, G.; YING, T. Postharvest UV-C irradiation inhibits the production of ethylene and the activity of cell wall-degrading enzymes during softening of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 86, p. 337-345, 2013.

CAMELO, A. L.; GÓMEZ, P.; ARTÉS-CALERO, F. Use of a^* and b^* Colour Parameters to Assess the Effect of Some Growth Regulators on Carotenoid Biosynthesis during Postharvest Tomato Ripening. **Acta Horticulturae**, v. 559, p. 305-308, 2003. Apresentado na International Conference Postharvest Unilimited, 2002, Louven. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2003.599.36>.

CARVALHO, W.; FONSECA, M. E. de N.; SILVA, H. R. da; BOITEUX, L. S.; GIORDANO, L. de B. Estimativa indireta de teores de licopeno em frutos de genótipos de tomateiro via análise colorimétrica. **Horticultura Brasileira**, v. 232, n. 3, p. 819-825, jul. 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362005000300026>.

DOCEMA, M. L. **Fixação de frutos de caqui, sua relação com o acúmulo de graus-dia e a aplicação de ácido giberélico**. 2016. 63 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2016.

DOSTAL, H. C.; LEOPOLD, A. C. Gibberellin Delays Ripening of Tomatoes. **Science**, v. 158, n; 3808, p. 1579-1580, 1967. DOI: 10.1126/science.158.3808.1579.

FAO. **FAOSTAT**, 2018. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 1 fev. 2021.

KHADER, S. E. S. A.; SINGH, B. P.; KHAN, S. A. Effect of GA3 as a post-harvest treatment of mango fruit on ripening, amylase and peroxidase activity and quality during storage. **Scientia Horticulturae**, v. 36, n. 3/4, p. 261-266, 1988. DOI: [https://doi.org/10.1016/0304-4238\(88\)90060-X](https://doi.org/10.1016/0304-4238(88)90060-X).

LI, HU; WU, H.; QI, Q.; LI, HUIHUI; LI, Z.; CHEN, S.; DING, Q.; WANG, Q.; YAN, Z.; GAI, Y.; JIANG, X.; DING, J.; GU, T.; HOU, X.; RICHARD, M.; ZHAO, Y.; LI, Y. Gibberellins Play a Role in Regulating Tomato Fruit Ripening. **Plant and Cell Physiology**, v. 60, n. 7, p. 1619-1629. 2019. DOI: 10.1093/pcp/pcz069.

LIZARDO, C. O. I. **Pressão hiperbárica e temperatura na qualidade pós-colheita de tomate 'Débora'**. 2017. 71 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Instituto de Agronomia, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2017.

MARTÍNEZ, G. A.; CHAVES, A. R.; AÑÓN, M. C. Effect of gibberellic acid on ripening of strawberry fruits (*Fragaria annanassa* Duch.). **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 13, n. 2, p. 87-91, 1994.

NOODÉN, L. D. Abscisic acid, auxin, and other regulators of senescence, In: NOODÉN, L. D.; LEOPOLD, A. C. (ed.). **Senescence and aging in plants**. San Diego: Academic Press Inc., 1988. cap. 10, p. 329-368.

PONCE-VALADEZ, M.; ESCALONA-BUENDÍA, H. B.; VILLA-HERNÁNDEZ, J. M.; DE LEÓN-SÁNCHEZ, F. D.; RIVERA-CABRERA, F.; ALIA-TEJACAL, I.; PÉREZ-FLORES, L. J. Effect of refrigerated storage (12.5°C) on tomato (*Solanum lycopersicum*) fruit flavor: A biochemical and sensory analysis. **Postharvest Biology and Technology**, v. 11, p. 6-14, 2016.

SEMBOK, W. Z. W.; HAMZAH, Y.; LOQMAN, N. A. **Effect of plant growth regulators on postharvest quality of banana (*Musa sp.* AAA Berangan)**. *Journal of Tropical Plant Physiology*, v. 8, p. 52-60, 2016.

SERRANO, M.; MARTÍNEZ-ROMERO, D.; ZUZUNAGA, M.; RIQUELME, F.; VALERO, D. Calcium, polyamine and gibberellin treatments to improve postharvest fruit quality. In: DRIS, R.; MOHAN JAIN, S. (ed.). **Postharvest Treatment and Technology**. Amsterdam: Kluwer Academic Publishers, 2004. p. 55-68. (Production Practices and Quality Assessment of Food Crops, v. 4).

SOUZA, K. O.; SILVEIRA, A. G.; LOPES, M. M. A.; MOURA, C. F. H.; SILVA, E. B. O.; AYALA-ZAVALA, F.; SOARES, L. S. P.; MIRANDA, M. R. A. AVG and GA3 prevent preharvest fruit drop and enhance postharvest quality of 'BRS 189' cashew. **Scientia Horticulturae**, v. 257, 108771, p. 1-8, nov. 2019.

SUMITOMO CHEMICAL DO BRASIL REPRESENTAÇÕES LTDA. Modelo de bula; PROGIBB 400, 2020. Disponível em: <https://sumitomochemical.com/asd/wp-content/uploads/2020/07/PROGIBB-400-Bula-27fev2020.pdf>

TUCKER, M. L.; KIM, J. Abscission research: what we know and what we still need to study. **Stewart Postharvest Review**, v. 2, p. 7, 2015.

VALERO, D.; MARTÍNEZ-ROMERO, D.; SERRANO, M.; RIQUELME, F. Postharvest gibberellin and heat treatment effects on polyamines, abscisic acid and firmness in lemons. **Journal of food science**, v. 63, n. 4, p. 611-615, 1998.

WU, Q.; BAI, J.;TAO, X.; MOU, W.; LUO, Z.; MAO, L.;BAN, Z.; YING, T.; LI, L. Synergistic effect of abscisic acid and ethylene on color development in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit. **Scientia Horticulturae**, v. 235, 169-180, 2018.

ZHU, Z.; CHEN, Y.; SHI, G.; ZHANG. Selenium delays tomato fruit ripening by inhibiting ethylene biosynthesis and enhancing the antioxidant defense system. **Food Chemistry**, v. 219, p. 179-184, 2017.

Literatura recomendada

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE MUNICÍPIOS (Brasil). Guia para Integração dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável nos Municípios Brasileiros – Gestão 2017-2020. Brasília, DF: CNM, 2017. 140 p. PDF. Disponível em: https://siteal.iiep.unesco.org/sites/default/files/sit_accion_files/br_0578_0.pdf. Acesso em: jun. 2021.



Agroindústria de Alimentos

