

# Doses de ácido giberélico na produção e qualidade de laranja ‘Natal’ no estado de São Paulo, Brasil

## Doses of gibberellic acid in the production and quality of ‘Natal’ sweet orange in São Paulo, Brazil

José Antonio Alberto da Silva<sup>1,\*</sup>, Elaine Cristine Piffer Gonçalves<sup>1</sup>, Ivana Marino Bárbaro-Torneli<sup>1</sup>, Fernando Bergantini Miguel<sup>1</sup>, Rafael Roveri Sabião<sup>2</sup>, Anita Schmidek<sup>1</sup>, Marcelo Henrique de Faria<sup>1</sup> e Regina Kitagawa Grizotto<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios APTA-DDD, São Paulo, Brasil

<sup>2</sup> EPAGRI – CEPAF, Chapecó, Santa Catarina, Brasil

(\*E-mail: joasilva@sp.gov.br)

<https://doi.org/10.19084/rca.25056>

Recebido/received: 2021.07.15

Aceite/accepted: 2021.11.09

### RESUMO

O crescimento e importância da citricultura brasileira no mundo passa pela introdução de tecnologias como a utilização de reguladores vegetais como o ácido giberélico (GA<sub>3</sub>). Os efeitos das doses de 0, 5, 10 e 15 mg L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub> (Pro-Gibb®) associado ao surfactante Silwett L-77® a 0,5 mL L<sup>-1</sup> foram avaliadas em experimento pulverizando as plantas de um pomar de laranjeira ‘Natal’ na região Norte do estado de São Paulo, Brasil. A aplicação dos tratamentos deu-se anualmente, durante dois anos, quando os frutos ainda estavam totalmente verdes, porém antes do florescimento da próxima safra. Os resultados mostraram por ocasião da colheita que o tratamento das laranjeiras ‘Natal’ com ácido giberélico associado a surfactante siliconado, diminuiu a abscisão de frutos pela maior força necessária para destacar os frutos das plantas durante a colheita e aumentou significativamente a resistência da casca à punctura. A manutenção da coloração mais esverdeada da casca dos frutos, avaliada através de colorímetro, os tornam menos atrativo às moscas das frutas e assim possibilita retardar as aplicações de inseticidas para controle das moscas. Além disso, permite retardar as colheitas armazenando os frutos nas plantas, com colheitas escalonadas para além do período normal para a variedade. Sugere-se doses de 5 a 10 mg L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> sempre associado a surfactante siliconado (0,05% L77) para se obter as melhores respostas em laranjas da variedade Natal. Os tratamentos com GA<sub>3</sub> não afetaram a produtividade do pomar de laranja ‘Natal’, nem a maturação e nem a qualidade tecnológica dos frutos.

**Palavras-chave:** citros, colorímetro, GA<sub>3</sub>, reguladores vegetais, surfactante

### ABSTRACT

The growth and importance of the Brazilian citrus industry in the world involves the introduction of technologies such as the use of plant growth regulators such as gibberellic acid (GA<sub>3</sub>). The effects of doses of 0, 5, 10 and 15 mg L<sup>-1</sup> of GA<sub>3</sub> (Pro-Gibb®) associated with the surfactant Silwett L-77® at 0.5 mL L<sup>-1</sup> were evaluated in an experiment by spraying the plants of a ‘Natal’ orange orchard in the Northern region of the state of São Paulo, Brazil. The treatments were applied annually, for two years, when the fruits were still fully green, but before the flowering of the next crop. The results showed, at the picking period, that the treatment of ‘Natal’ sweet orange trees with gibberellic acid associated with silicone surfactant, reduced fruit abscission due to the higher force needed to detach the fruits from the plants and significantly increased the peel resistance to puncture; The maintenance of the greener color of the orange peel, evaluated using a colorimeter, make them less attractive to fruit flies and make it possible the delay on insecticides treatments for flies control. Additionally, it allows the delay on harvesting by storing the fruits on the plants, with staggered harvest beyond the normal period for the variety. It is suggested doses of 5 to 10 mg L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> always associated to silicone surfactant (0.05% L77) to obtain the best responses in oranges of Natal cultivar. Treatments with GA<sub>3</sub> did not affect the productivity of the ‘Natal’ sweet orange orchard, neither the maturation and nor the technological quality of the fruits.

**Keywords:** citrus, colorimeter, GA<sub>3</sub>, plant regulators, surfactant

## INTRODUÇÃO

O Brasil se consagrou novamente na safra 2019/20 como o maior produtor e exportador mundial de suco de laranja, sendo o cinturão citrícola de São Paulo e o Triângulo/Sudoeste Mineiro os principais produtores, com aproximadamente 347.946 milhões de árvores adultas que produziram 386,79 milhões de caixas de 40,8 kg (Fundecitrus, 2020). O estado de São Paulo se destaca sendo responsável por 73% da produção nacional de laranjas, pois apresenta ótimas condições edafoclimáticas, tecnologias e estrutura suporte para o sistema produtivo e industrial (IBGE, 2021).

O incremento tecnológico aplicado na citricultura brasileira, mantém o Brasil como maior produtor mundial de laranjas, passando também pela utilização de reguladores vegetais com o objetivo de melhorar o vigor das plantas, o florescimento e frutificação, incrementando a produtividade e qualidade de frutos (Silva & Donadio, 1997; Mattos Junior *et al.*, 2005; Castro & Medina, 2019).

Os primeiros trabalhos com o ácido giberélico ( $GA_3$ ) em citros objetivaram definir doses para as variedades cítricas comerciais no Brasil, buscando inicialmente o controle de mosca-das-frutas, pois devido ao retardo no amarelecimento da casca dos frutos pelo atraso na degradação da clorofila da casca, sem interferir na maturação interna, resulta numa menor atração das moscas que acabam evitando frutos com coloração verde por preferirem frutos amarelos e alaranjados. Esta estratégia visa principalmente reduzir a aplicação de agrotóxicos específicos para controle de mosca-das-frutas, os custos e o menor risco de resíduos químicos nos frutos, haja visto que o ácido giberélico é um produto biotecnológico (Malavasi *et al.*, 1993).

Modesto *et al.* (2006) demonstraram eficiência agromônica do regulador  $GA_3$  no atraso do desverdecimento dos frutos, favorecendo o atraso da colheita e possibilitando valorização maior da produção.

Um dos grandes receios na aplicação do  $GA_3$  em laranjas era a possibilidade da redução nas safras subsequentes, porém, os trabalhos científicos mostram que o uso dentro das recomendações já definidas para cada variedade como época de aplicação e doses recomendadas, não provoca este efeito,

mas sim, possibilita a retenção de frutos maduros nas plantas, armazenando-os além do período normal sem perda da qualidade, auxiliando no gerenciamento e estendendo a época de colheita, proporcionando assim, a comercialização fora dos picos de produção (Silva & Donadio, 1997).

Uma revisão detalhada e recomendações sobre o uso do ácido giberélico e outros biorreguladores vegetais na citricultura, com objetivos e respostas foi feita por Sanches (2000).

Para a queda prematura de frutos de citros após o florescimento o uso de reguladores de crescimento vegetal, que são substâncias orgânicas complexas que, aplicadas de maneira exógena e em baixas concentrações, promovem, inibem ou modificam os processos morfológicos e fisiológicos das plantas (Vieira, 2001). Entre esses reguladores, o ácido giberélico ( $GA_3$ ) se destaca por promover a fixação de frutos nas plantas cítricas, pois aumenta a capacidade de dreno do fruto por fotoassimilados e minerais (Talón, 1997).

A utilização do  $GA_3$  em citros na Espanha, promoveu aumento na proporção de inflorescência com folhas e conseqüente melhor pegamento destas, resultando ainda em frutos com maior desenvolvimento por ocasião das colheitas (Guardiola, 1992).

De acordo com Sanches *et al.* (2001) o uso de ácido giberélico no inverno, reduziu o número de flores formadas (-81%) e aumentou a produção de frutos temporãos (+59,8%). Estes autores citam ainda que o aumento da concentração de ácido giberélico leva a menor produção de frutos por planta, porém o peso individual dos frutos e o diâmetro dos mesmos são aumentados em decorrência da menor competição entre eles.

Castro & Medina (2019) relataram as vantagens do uso de biorreguladores numa tentativa de restringir os efeitos do declínio dos citros e que as aplicações destes, devem ser feitas com maior frequência para obtenção de melhores resultados.

Avaliando o uso de  $GA_3$  em viveiros de citros, Fukuda (2019) relata que em condições controladas, a aplicação foliar de ácido giberélico promoveu o desenvolvimento de brotações em mudas de

laranjeira 'Valência', antecipando o período de formação das mudas.

Com base nos resultados já obtidos e buscando novas informações, instalou-se um experimento de campo com o objetivo de avaliar os efeitos de doses de GA<sub>3</sub> aplicado anualmente em plantas de laranja 'Natal', visando avaliar a retenção de frutos nas plantas, a resistência e coloração da casca, a qualidade tecnológica e a produção de frutos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento de campo foi conduzido em pomar de laranja 'Natal' [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck], enxertada sobre tangerineira 'Cleópatra' (*Citrus reshni* hort. ex Tanaka), irrigada via gotejamento, espaçadas de 7 x 5 metros, na fase de produção comercial, localizado na região Norte do estado de São Paulo, na Latitude 20° 43' 55" S; Longitude 48° 34' 20" W e Altitude 568 m, em solo classificado como Latossolo Vermelho escuro fase arenosa, com topografia praticamente plana e de boa drenagem. O clima da região é do tipo AW (segundo classificação de Köppen), onde a temperatura média do mês mais quente é superior a 22°C e do mês mais frio inferior a 18°C. As precipitações pluviométricas mensais médias, coletadas na unidade de pesquisa nos últimos anos, mostraram que de outubro a maio ocorreram 1.222 mm, correspondendo a 93,7% do total anual; enquanto no período de junho a setembro choveu em média 82 mm, representando 6,3%.

O experimento constava de 4 tratamentos, onde se testou doses de 0, 5, 10 e 15 mg L<sup>-1</sup> de ácido giberélico (Pró-Gibb® - 10 % GA<sub>3</sub>), sempre associado ao surfactante derivado de silicone não iônico Silwett L-77®, na dose de 0,05 %, sendo recomendado por melhorar o molhamento e potencializar os efeitos do GA<sub>3</sub>. Utilizou um delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições e quatro plantas por parcela, sendo que as duas centrais foram as utilizadas nas avaliações. O tratamento dose 0, equivalente ao tratamento controle ou testemunha.

Os tratamentos foram aplicados anualmente com pulverizador acoplado em trator, utilizando pistola aplicadora manual, pulverizando sete litros de

calda por planta, suficiente para completo molhamento das plantas até o ponto de escorrimento.

Para definir a época de cada aplicação em cada ano, se considerou o desenvolvimento completo dos frutos (antes do início da mudança de cor da casca de verde para amarelado), o histórico climático, e a estimativa do próximo florescimento. Nesta fase os frutos de 'Natal' apresentavam em média com 59 mm de diâmetro e 62 mm de altura, totalmente verdes e com a casca ainda rugosa, tendendo ao alisamento.

As avaliações ocorreram por ocasião da colheita nos dois anos consecutivos e a média dos resultados comparados pelo teste Tukey a  $p \leq 0,05$  de significância, utilizando o programa para análises estatísticas AgroEstat ([www.agroestat.com.br](http://www.agroestat.com.br)).

### *Medição da resistência a abscisão de frutos das plantas*

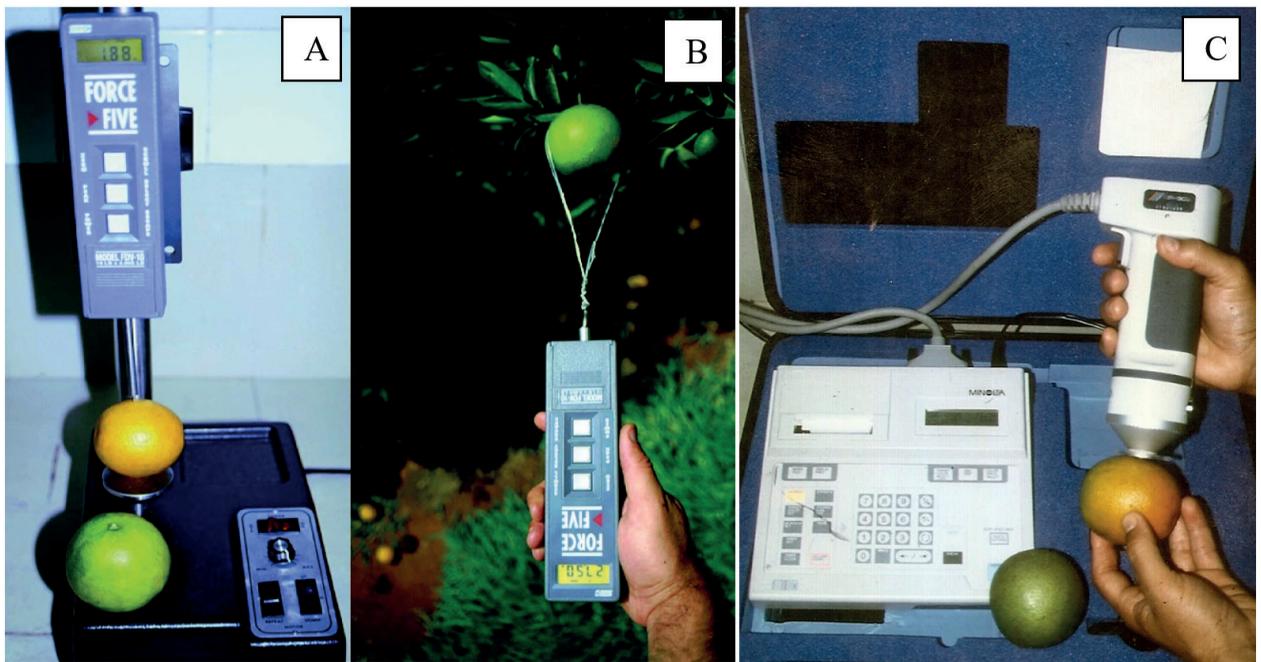
Com o auxílio de um tensiômetro (Digital Force Gage, modelo FDV-10, 10 lb x 0,0005 lb), mediu-se a força necessária (Newton) para destacar os frutos por planta, através de tensionamento (Figura 1). Foi avaliado cinco frutos por planta.

### *Medição da resistência da casca dos frutos à punctura*

Com o auxílio de um elevador mecânico (Hunter Spring AMETEK, Model 100), acoplado ao tensiômetro (Digital Force Gage) com agulha de 1,0 mm de diâmetro, onde avaliou-se a força necessária (Newton) para penetração da agulha em dois pontos da casca dos frutos (Figura 1). Foi avaliado cinco frutos por planta.

### *Medições da coloração da casca dos frutos*

Com o auxílio do Colorímetro DP-301, Chroma Meter (modelo CR-300, marca Minolta, Japão), obteve-se leituras dos valores L\*, a\* e b\*, em três pontos de cada fruto (5 por planta) para determinação do IC (índice de cor) medida instrumental que permite dar um valor objetivo da cor da casca dos citros (Figura 1). Este índice foi desenvolvido



**Figura 1** - Avaliações da resistência da casca de laranja 'Natal' a punctura (A), resistência do fruto quando tensionado da planta (B) e coloração da casca (C).

mediante o emprego da escala de Hunter que define a cor segundo três parâmetros onde o  $L^*$  é a medida de luminosidade da cor e varia de zero (para a cor preta) a 100 (para o branco). O  $a^*$  varia de -100 a +100, correspondendo os valores negativos a distintas tonalidades de cor verde e os positivos às tonalidades de vermelho. O  $b^*$  varia igualmente de -100 a +100, sendo os valores negativos correspondentes a tonalidades de cor azul e os positivos a tonalidades de amarelo.

Assim, Jimenez-Cuesta *et al.* (1983) indicam o cálculo através da fórmula:  $IC = 1.000 \times (\frac{a^*}{L^*} \times b^*)$ , resultando em índices de cor que variam entre -20 a +20, de acordo com os diferentes estados de coloração dos citros. Valores de IC inferiores a -7 expressam uma coloração verde, aumentando em intensidade a valores mais negativos. Valores compreendidos entre -7 e +7 expressam tonalidades que compreendem o verde amarelado (entre -7 e 0), amarelo pálido a laranja verdoso (para valores próximos a zero), e laranja pálido (entre 0 e +7). Os valores superiores a +7 expressam colorações laranja que aumentam em intensidade com o aumento do IC.

### *Características tecnológicas dos frutos*

Determinação da massa (g); rendimento de suco (RS, %); sólidos solúveis (SS) – determinado por refratometria a 20 °C e expressos em °Brix ( $g\ 100\ mL^{-1}$ ), segundo métodos descrito por Redd *et al.* (1986); acidez titulável – determinada por titulometria com solução de hidróxido de sódio 0,3125 N, sendo os resultados expressos em g ácido cítrico  $100\ mL^{-1}$  de suco, métodos analíticos citados por Redd *et al.* (1986); índice de maturação ou “ratio” – obtido por cálculo, dividindo-se o teor de sólidos solúveis pela acidez titulável e o índice tecnológico (IT) – expresso em  $kg\ caixa^{-1}$  e calculado pela equação proposta por Di Giorgi *et al.* (1990):  $IT = SS \times RS \times 40,8/10.000$ , onde: 40,8 = peso padrão industrial, em kg, da caixa de laranjas.

### *Produção de frutos*

A colheita de frutos em cada ano agrícola, foi realizada na época normal para a variedade Natal, no mês de novembro. Avaliou-se o peso dos frutos de cada planta ( $kg\ planta^{-1}$ ), com objetivo de avaliar possível interferência dos tratamentos na produção

do pomar. São apresentados dados da produção de frutos das parcelas experimentais, um ano antes e um ano após os dois anos da aplicação dos tratamentos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por ocasião da época normal da colheita da variedade Natal, tendo como padrão de maturação no tratamento Controle, iniciaram as avaliações dos efeitos dos tratamentos.

Conforme ilustra o Quadro 1, nos dois anos de aplicação dos tratamentos, a menor força em Newton necessária para destacar o fruto da planta foi apresentado para o tratamento controle.

**Quadro 1** - Força necessária para destacar os frutos da laranjeira 'Natal' tratadas com doses de GA<sub>3</sub>

Tratamentos	Ano 1	Ano 2	Média
	Força em Newton (N)		
1 - Controle	99,2 b	106,6 c	102,9
2 - 5 mg L <sup>-1</sup> GA <sub>3</sub> + 0,05% L77	118,0 ab	122,7 b	120,3
3 - 10 mg L <sup>-1</sup> GA <sub>3</sub> + 0,05% L77	132,8 a	130,9 ab	131,9
4 - 15 mg L <sup>-1</sup> GA <sub>3</sub> + 0,05% L77	133,3 a	143,2 a	138,2

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ )

A aplicação de doses crescentes de GA<sub>3</sub>, proporcionou significativa melhora na retenção dos frutos nas árvores. No Ano 1, a dose 10 mg L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> aumentou significativamente ( $p \leq 0,05$ ) a força necessária para destacar os frutos em comparação ao tratamento controle (sem GA<sub>3</sub>), não diferindo ( $p > 0,05$ ) das outras doses de GA<sub>3</sub> (5 e 15 mg L<sup>-1</sup>). Já no Ano 2, a menor dose (5 mg L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub>) foi suficiente para aumentar ( $p \leq 0,05$ ) a resistência dos frutos à colheita. Como no ano 1 os tratamentos com 10 e 15 mg L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> não diferiram entre si ( $p > 0,05$ ). Estes resultados indicam que o tratamento com GA<sub>3</sub> possibilita o armazenamento dos frutos nas plantas além da época normal de colheita, e estão de acordo com Silva *et al.* (1997) que observaram incrementos de forças na ordem de 34,1 e 36,6 N necessárias para destacar os frutos das plantas. Segundo El-Otmani (1992), a aplicação combinada de 2,4-D mais GA<sub>3</sub> reduz a queda de pré-colheita (pela ação do 2,4-D) e retarda o amolecimento

da casca e a senescência dos frutos pelo efeito do GA<sub>3</sub>. Sugere-se, portanto, que no primeiro ano de aplicação de ácido giberélico + surfactante (10 mg L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> + 0,05% L77) seja suficiente para aumentar a resistência dos frutos à abscisão. No segundo ano, conforme os resultados a menor dose (5 mg L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub>) foi suficiente, porém, mais estudos se fazem necessários para confirmação.

Os resultados de resistência da casca dos frutos (Quadro 2) mostraram que os tratamentos com GA<sub>3</sub> resultaram em casca mais resistente quando comparados com os frutos controle (sem GA<sub>3</sub>). Foi necessário força de 10,9 N para penetrar a agulha de 1 mm de diâmetro nos frutos do controle, diferindo significativamente dos tratados. No ano 1, o tratamento com menor dose de GA<sub>3</sub> (5 mg L<sup>-1</sup>) aumentou significativamente ( $p \leq 0,05$ ) a resistência da casca em relação ao controle, porém os maiores valores de resistência à punctura foram observados na dose de 10 mg L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub>, não diferindo a partir desta dose. Já no Ano 2, o aumento significativo ( $p \leq 0,05$ ) da resistência da casca à punctura ocorreu a partir da dose intermédia (10 mg L<sup>-1</sup>), não diferindo a partir desta. Neste caso, a dose recomendada é 5 mg L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub> no primeiro ano e 10 mg L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub> no segundo ano.

**Quadro 2** - Força necessária para punctura na casca de frutos de laranjeira 'Natal' tratadas com doses de GA<sub>3</sub>

Tratamentos	Ano 1	Ano 2	Média
	Força em Newton (N)		
1 - Controle	10,9 c	10,9 b	10,9
2 - 5 mg L <sup>-1</sup> GA <sub>3</sub> + 0,05% L77	13,1 b	13,1 ab	13,1
3 - 10 mg L <sup>-1</sup> GA <sub>3</sub> + 0,05% L77	14,1 a	13,7 a	13,9
4 - 15 mg L <sup>-1</sup> GA <sub>3</sub> + 0,05% L77	14,7 a	13,8 a	14,3

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ )

Diferenças significativas também foram obtidas por Silva *et al.* (1997) para frutos de laranjeira 'Hamlin' e 'Pêra', tratados com doses de GA<sub>3</sub>. Roka-ya *et al.* (2016) avaliando a resistência dos frutos de tangerina a punctura, concluíram que os frutos tratados com doses de 10, 20 e 30 ppm de GA<sub>3</sub>, foram significativamente mais firmes que o testemunha. De modo geral, esta firmeza foi diminuindo em todos os tratamentos com o retardo da colheita.

Segundo El-Otmani *et al.* (1990), o uso de reguladores de crescimento para reduzir a taxa de amolecimento da casca antes da colheita e na pós-colheita de frutos é recomendado há vários anos em variedades como laranjas de umbigo, Valência, limões, limas e tangerinas, reduzindo danos durante as práticas de colheitas, processamento, transporte e a vida de prateleira. A explicação para força necessária para penetrar a casca dos frutos tratados com ácido giberélico, deve-se ao retardo no envelhecimento da casca, na diminuição da clorofila e no acúmulo de carotenóides, conforme Coggins & Jones (1977).

As análises da coloração da casca dos frutos através do índice de cor apresentada no Quadro 3, mostra diferenças significativas na coloração dos frutos de plantas tratadas com GA<sub>3</sub> em comparação ao controle. No ano 1 os frutos apresentaram coloração esverdeada mais acentuada significativamente ( $p \leq 0,05$ ) a partir da dose 10 mg L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub>. Já no ano subsequente, as diferenças aparecem a partir de menor dose 5 mg L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub>, indicando as doses suficientes para manter a casca dos frutos esverdeadas.

**Quadro 3** - Índice de coloração da casca de frutos de laranjeira 'Natal' tratadas com doses de GA<sub>3</sub>

Tratamentos	Ano 1	Ano 2	Média
	Índice de Cor = $1000 \cdot a^* / (L^* \cdot b^*)$		
1 - Controle	0,62 a	1,72 a	1,17
2 - 5 mg L <sup>-1</sup> GA <sub>3</sub> + 0,05% L77	-1,79 ab	-2,20 b	-2,00
3 - 10 mg L <sup>-1</sup> GA <sub>3</sub> + 0,05% L77	-2,50 b	-2,79 b	-2,65
4 - 15 mg L <sup>-1</sup> GA <sub>3</sub> + 0,05% L77	-2,64 b	-2,96 b	-2,80

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ )

A manutenção da cor verde indicado pelos valores negativos propicia retardar a aplicação de isca tóxica para o controle de mosca das frutas, que são atraídas aos frutos pela coloração amarelo-alaranjado. Malavasi *et al.* (1993) reduziram o ataque de *Ceratitis capitata* e *Anastrepha fraterculus* em até 75 %, quando os frutos de laranjeira 'Pêra' foram tratados com doses de 10 e 20 mg L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub>, possibilitando assim, retardar a aplicação de isca tóxica por até quatro meses e reduzir danos e custos. A apresentação de frutos esverdeados é um indicativo de melhor características para frutos destinados ao

mercado de frutos fresco, visto que no Brasil frutos com coloração laranja intenso, principalmente as tangerinas, muitas vezes indicam aos consumidores estarem passados ou senescentes. Nos frutos controle, os valores positivos do índice de cor, mostram as alterações normais da mudança da cor verde para o amarelo-alaranjado quando os frutos atingem o amadurecimento. Valores com as mesmas tendências foram obtidos por Silva *et al.* (1997) e Silva & Donadio (1997), para outras variedades de laranjas e tangerinas. Ragone (1992) mostrou que com a aplicação de ácido giberélico em frutos verdes ou mudando de cor, houve atraso na redução do conteúdo de clorofila na casca, diminuiu o acúmulo de carotenóides e aumentou a resistência dos frutos à compressão.

Rokaya *et al.* (2016) retardando o desenvolvimento da cor da casca, também atrasaram significativamente a maturação dos frutos de tangerina com a aplicação de doses de GA<sub>3</sub>, mantendo os frutos mais verdes ou amarelo alaranjados, enquanto a cor laranja intenso no controle foi considerado como frutos maduros demais e moles. O desenvolvimento da cor está associado à perda de textura, aumentando o teor de açúcar e diminuindo a acidez, porém, este efeito das giberelinas em atrasar a degradação da clorofila e a senescência nos frutos permite escalonar a colheita e agregar valor à produção sem que a qualidade interna seja afetada significativamente, pois com o retardo da colheita, a coloração e qualidade se ajustam às características consideradas comerciais para as variedades.

No Quadro 4 são apresentados dados da produção de frutos um ano antes e um anos após os dois anos agrícolas em que foram aplicados os tratamentos.

As oscilações marcantes na produção de frutos (kg planta<sup>-1</sup>) de um ano para outro apresentadas no Quadro 4 e demonstrada graficamente esta variação entre os anos através da Figura 2, confirmam o efeito de bianualidade observada na citricultura e descrito por Tubelis *et al.* (1999). Estes dados evidenciam que a queda ou aumento na produtividade pode não ser efeito dos tratamentos, mas da característica intrínseca dos citros e de condições edafoclimáticas.

De fato, no Ano 1 a aplicação do tratamento com GA<sub>3</sub>+ surfactante deu-se quando os frutos estavam

**Quadro 4** - Produção de frutos de laranjeira 'Natal' tratadas com doses de GA<sub>3</sub>

Tratamentos	Safrá Anterior	Ano 1	Ano 2	Safrá Posterior	Média
1 - Controle	165,5 a A	20,0 b C	89,5 a B	36,8 a C	77,9 a
2 - 5 mg L <sup>-1</sup> GA <sub>3</sub> + 0,05% L77	165,8 a A	30,6 b C	98,6 a B	34,8 a C	82,4 a
3 - 10 mg L <sup>-1</sup> GA <sub>3</sub> + 0,05% L77	181,0 a A	44,5 ab C	116,9 a B	33,7 a C	94,1 a
4 - 15 mg L <sup>-1</sup> GA <sub>3</sub> + 0,05% L77	146,8 a A	80,3 a B	77,6 a B	31,9 a C	84,1 a

Médias seguidas de mesma letra minúscula (maiúscula) na coluna (na linha), não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ )

com coloração totalmente verde, tamanho e quantidade definidos, ou seja, neste ano a baixa produtividade média (43,85 kg planta<sup>-1</sup>) significativamente menor ( $p \leq 0,05$ ) que a média da safra anterior (164,8 kg planta<sup>-1</sup>) asseguradamente não teve influência dos tratamentos. Já no Ano 2 e na safra posterior (1 ano após a segunda aplicação) as produtividades médias foram 95,65 kg planta<sup>-1</sup> e 34,3 kg planta<sup>-1</sup>, respectivamente, não sendo observadas diferenças ( $p \leq 0,05$ ) de produtividade entre as árvores tratadas (5, 10 e 15 mg L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub>) e as não tratadas, apesar do tratamento com GA<sub>3</sub> + surfactante ter ocorrido antes do florescimento.

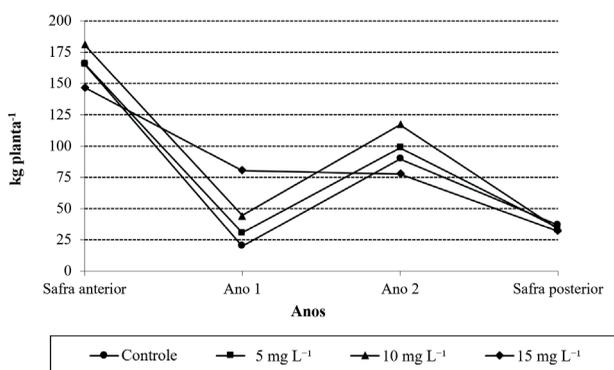
Segundo Silva e Donadio (1997), a retenção dos frutos nas plantas pela aplicação de GA<sub>3</sub>, auxilia no retardo da colheita, gerenciamento da produção e oferta de frutos fora do pico da safra, proporcionando melhor remuneração pela caixa de laranjas, porém, esta manutenção dos frutos além dos períodos característicos das variedades, produz estresse severo nas plantas, comprometendo significativamente o florescimento e a próxima safra, sendo mais intenso quando os pomares sofrem estresse

nutricional, hídrico, fitossanitário e manejo como com podas drásticas. As variações observadas nos anos avaliados (Quadro 4) não foram por estresse por retardo na colheita, pois neste experimento as colheitas foram realizadas na época normal para laranja 'Natal'.

Analizando vários artigos onde utilizaram GA<sub>3</sub> em citros em diversos países, Garmendia *et al.* (2019) concluíram que a aplicação em pré-floração diminuiu a floração na maioria dos trabalhos e isto pode ocorrer se a aplicação ocorrer no período de indução floral natural dos citros, o que não é fácil de identificar, mas nesta fase ocorre interferência na indução floral. Por outro lado, o tratamento em pleno florescimento aumentou a frutificação justificado pela ação do GA na divisão e crescimento celular, que estimulando a capacidade de drenagem do órgão, diminui a sua abscisão. Os autores citam que as evidências sugerem que o principal fator limitante da produção seria a disponibilidade de hidratos de carbono, e não os níveis de GA, mas as aplicações de GA, normalmente aumentaram a frutificação.

De acordo com o Quadro 5, verificamos que a aplicação das doses de ácido giberélico associado ao surfactante, não alterou significativamente as características tecnológicas dos frutos.

Segundo El-Otmani (1992), a pulverização de GA<sub>3</sub> em pré-colheita não tem efeito na qualidade interna do fruto, seja no armazenamento na planta ou em câmara, excluindo o atraso na mudança da coloração da casca e senescência, não há atraso na maturação ou composição do fruto na pós-colheita. Silva *et al.* (1997) observaram que os frutos de laranja das variedades Hamlin e Pêra tratados com as giberelinas, apresentam valores de acidez e sólidos solúveis similares aos não tratados, no período



**Figura 2** - Ilustração gráfica com oscilação da produção de frutos (bianualidade) em quatro safras de laranjeira 'Natal'.

**Quadro 5** - Médias de dois anos das análises tecnológicas dos frutos de laranjeira 'Natal' tratados com doses de GA<sub>3</sub>

Tratamentos	Massa (g)	°Brix	Ratio	% Suco	IT
1 – Controle	156 a	14,2 a	16,5 a	16,48 a	3,31 a
2 – 5 mg L <sup>-1</sup> GA <sub>3</sub> + 0,05% L77	148 a	13,4 a	15,6 a	15,53 a	3,34 a
3 – 10 mg L <sup>-1</sup> GA <sub>3</sub> + 0,05% L77	151 a	13,9 a	14,5 a	14,54 a	3,11 a
4 – 15 mg L <sup>-1</sup> GA <sub>3</sub> + 0,05% L77	139 a	14,4 a	15,0 a	15,03 a	3,30 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ )

normal de colheita e superiores quando se atrasa a colheita.

## CONCLUSÕES

O tratamento das laranjeiras 'Natal' com ácido giberélico associado a surfactante siliconado, diminuiu a abscisão de frutos pela menor força necessária para destacar os frutos das plantas, reduzindo a queda prematura de frutos maduros. Também houve aumento da resistência da casca à punctura,

mantendo os frutos mais firmes. A manutenção da cor esverdeada avaliado pelo índice de cor, associado a maior retenção e resistência da casca, permitem retardar a colheita, armazenando os frutos nas plantas, monitorando a colheita para além do período normal para a variedade. A produtividade, bem como, a qualidade tecnológica dos frutos, não foi afetada pelos tratamentos. Sugere-se doses de 5 a 10 mg L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> sempre associado a surfactante siliconado (0,05% L77) para se obter as melhores respostas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Castro, P.R.C. & Medina, C.L. (2019) – *Qual a ação dos biorreguladores em citros?* Revista Campo & Negócios. <https://revistacampoenegocios.com.br/qual-a-acao-dos-biorreguladores-em-citros>
- Coggins, C.W. & Jones, W.W. (1977) – Growth regulators and colouring of citrus fruit. *Proceedings of the International Society of Citriculture*, vol. 26, p. 86-88.
- Di Giorgi, F.; Ide, B.Y.; Dib, K.; Marchi, R.J.; Triboni, H.R. & Wagner, R.L. (1990) – Contribuição ao estudo do comportamento de algumas variedades de citros e suas aplicações agroindustriais. *Laranja*, vol. 11, n. 2, p. 565-612.
- El-Otmani, M.; Ait M'Bareck, A. & Coggins, C.W. Jr. (1990) – GA<sub>3</sub> and 2,4-D prolong on-tree storage of citrus in Morocco. *Scientia Horticulturae*, vol. 44, n. 3-4, p. 241-249. [https://doi.org/10.1016/0304-4238\(90\)90124-W](https://doi.org/10.1016/0304-4238(90)90124-W)
- El-Otmani, M. (1992) – Usos principais de reguladores de crescimento na produção de citros. p. 43-51. In: L.C. Donadio (Ed.) – *Anais Segundo Seminário Internacional de Citros – Fisiologia*. Fundação Cargill, Campinas, SP, Brasil.
- Fukuda, F. (2019) – *Avaliação de ácido giberélico e de bioestimulante a base de Ascophyllum nodosum na maturação da brotação e produção e qualidade de frutos de laranjeira doce*. Dissertação (Mestrado) – Fundo de Defesa da Citricultura, Araraquara, 46 p.
- Fundecitrus (2020) – *Reestimativa da safra de laranja 2019/20 do cinturão citrícola de São Paulo e triângulo/sudoeste mineiro – cenário em abril/2020*. [https://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes\\_relatorios/0420\\_Reestimativa\\_da\\_Safra\\_de\\_Laranja.pdf](https://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes_relatorios/0420_Reestimativa_da_Safra_de_Laranja.pdf)
- Garmendia, A.; Beltrán, R.; Zornoza, C.; García, F.B.; Reig, J.A. & Merle, H. (2019) – Gibberellic acid in *Citrus* spp. flowering and fruiting: A systematic review. *PLoS One*, vol. 14, n. 9, art. e0223147. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0223147>
- Guardiola, J.L. (1992) – Frutificação e crescimento. In: *Seminário Internacional de Citros – Fisiologia*. Campinas, São Paulo, Brasil, Fundação Cargill, p. 1-26.
- IBGE (2021) – *Levantamento sistemático da Produção Agrícola*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2415/epag\\_2021\\_maio.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2415/epag_2021_maio.pdf)

- Jimenez-Cuesta, M.; Cayuela, J.C. & Martinez-Javega, J.M. (1983) – *Teoria y practica de la desverdizacion de los citricos*. Ministério de Agricultura, Pesca y Alimentacion-I.N.I.A. Madrid-Espanha, Ext. Circular.
- Malavasi, A.; Duarte, A.L.; Silva, J.A.A.; Vaz Filho, D. & Maggione, C.S. (1993) – Uso de ácido giberélico em citros para o aumento da resistência ao ataque de mosca-das-frutas. *Laranja*, vol. 14, n. 1, p. 365-382.
- Mattos Junior, D.; De Negri, J.D.; Pio, R.M. & Pompeu Junior, J. (2005) – *Citros*. Campinas: Instituto Agrônômico. 929p.
- Modesto, C.Jr.; Domingos, J.R.; Orika, E.O. & Habermann, G. (2006) – Aplicação de ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) em pré colheita de tangerina ‘Poncã’ (*Citrus reticulata* blanco). *Acta Scientiarum. Agronomy*, vol. 28, n. 1, p. 1-4.
- Ragone, M.L. (1992) – Os reguladores de crescimento no cultivo cítrico na Argentina. p. 53-66. In: Donadio, L.C. (Ed.) – *Anais II Seminário Internacional de Citros – Fisiologia*. Fundação Cargill, Campinas, SP, Brasil.
- Redd, J.B.; Hendrix, C.M. Jr. & Hendrix, D.L. (1986) – *Quality control manual for citrus processing plants*. Flórida: Intercit. 250p.
- Rokaya, P.; Baral, D.; Gautam, D.; Shrestha, A. & Paudyal, K. (2016) – Effect of pre-harvest application of gibberellic acid on fruit quality and shelf life of mandarin (*Citrus reticulata* Blanco). *American Journal of Plant Sciences*, vol. 7, n. 7, p. 1033-1039. <https://doi.org/10.4236/ajps.2016.77098>
- Sanches, F.R. (2000) – *Aplicação de biorreguladores vegetais: aspectos fisiológicos e recomendações práticas na citricultura mundial*. Jaboticabal: FUNEP, 130p.
- Sanches, R.F.; Leite, I.C. & Castro, P.R.C. (2001) – Efeito do ácido giberélico (AG<sub>3</sub>) na floração e produção da lima ácida ‘Tahiti’ (*Citrus latifolia* Tan.). *Revista Brasileira de Fruticultura*, vol. 23, n. 3, p. 504-509. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452001000300010>
- Silva, J.A.A. & Donadio, L.C. (1997) – *Reguladores vegetais na citricultura*. Unesp/Funep. Jaboticabal-SP, Brasil, 38p.
- Silva, J.A.A.; Donadio, L.C. & Campbell, C.A. (1997) – Effects of GA<sub>3</sub> doses associated with organosilicone on sweet oranges in Brazil. Proc. 8th Symposium Plant Bioregulators. *Acta Horticulturae*, vol. 463, p. 371-375.
- Talón, M. (1997) – Regulación del cuajado del fruto en cítricos: evidencias y conceptos. *Levante Agrícola: Revista internacional de cítricos*, vol. 338, p. 27-37.
- Tubelis, A.; Salibe, A.A. & Pessim, G. (1999) – Relações entre a produção de laranjeira ‘Westin’ e as precipitações em Botucatu, SP. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 34, n. 5, p. 771-779. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X1999000500007>
- Vieira, E.L. (2001) – *Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja (Glycine max. (L) Merrill), feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.) e arroz (Oryza sativa L.)*. Tese de Doutorado. Piracicaba, SP: Universidade de São Paulo. 140p.