

Aplicações foliares de biorregulador e associação a cálcio e boro na frutificação da laranja Hamlin

José Antonio Alberto da Silva^{1*} , Ivana Marino Bárbaro-Torneli¹ ,
Elaine Cristine Piffer Gonçalves¹ , Fernando Bergantini Miguel¹  &
Regina Kitagawa Grizotto¹ 

RESUMO

O grande desafio da citricultura brasileira está sendo superar as perdas e o aumento dos custos de produção após a ocorrência do *huanglongbing* (HLB). A implementação de tecnologias no manejo dos pomares, tem mantido o Brasil como o maior produtor e exportador de suco de laranjas. O uso de reguladores vegetais e nutrição complementar mostra-se como técnica para implementar o florescimento, frutificação, produtividade e qualidade dos frutos. Com o objetivo de avaliar os efeitos da aplicação foliar do biorregulador Stimulate® e a associação ou não com cálcio e boro (Ca+B), no florescimento, frutificação, produtividade e qualidade dos frutos em pomar de laranja Hamlin, um experimento foi instalado aplicando o biorregulador e sua associação ou não ao Ca+B, nas fases vegetativas e florais V2, R2, R7 e V2, R2, F2, onde V2=Fase de fluxo vegetativo pré florada; R2=Fase de botão floral; R7=Fase final de florescimento e F2=Fase de chumbinho. Os resultados das avaliações nas plantas, análises tecnológicas e colheita, permitiram concluir que a aplicação do biorregulador nas fases V2, R2, R7 e F2, produz melhorias no florescimento, pegamento, frutificação, produtividade e qualidade tecnológica da laranja Hamlin, resultando em maior massa, frutos maiores, maior rendimento de suco e índice tecnológico dos frutos quando comparado com a testemunha. Quando o biorregulador foi associado a Ca+B, houve incremento significativo acima de 23% no pegamento de frutos e de até 3,7 t ha⁻¹ na produção de frutos, potencializando seus efeitos de qualidade e produção de laranjas tornando-as significativamente maiores e adequadas para o mercado de frutos ao natural.

Termos de indexação: laranja, reguladores vegetais, GA₃, auxinas, pegamento.

Foliar applications of bioregulator and association with calcium and boron in the fruit set of Hamlin sweet orange

SUMMARY

The great challenge of Brazilian citriculture is to overcome the losses and the increased costs after the occurrence of HLB disease. The implementation of technologies in the management of orchards, has kept Brazil as the largest producer and exporter of orange juice in the world. The use

¹ Unidade Regional da Alta Mogiana, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios – APTA, Colina, SP, Brasil

***Autor correspondente:** José Antonio Alberto da Silva, Unidade Regional da Alta Mogiana, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios – APTA, Av. Rui Barbosa, s/n, Caixa Postal 35, CEP 14770-000, Colina, SP, Brasil. E-mail: joasilva@sp.gov.br



of plant growth regulators and complementary nutrition is shown as a technique to implement flowering, fruit set, productivity and fruit quality. In order to evaluate the effects of foliar application of the bioregulator Stimulate® and its association with calcium and boron (Ca+B), on the flowering, fruit set, productivity and quality of the fruits in orchards of Hamlin orange trees, an experiment with five treatments was conducted applying the bioregulator and its association with Ca+B, in the vegetative and flower stages V2, R2, R7 and V2, R2, F2, where V2=Pre-flowering vegetative phase; R2=Flowering bud phase; R7=Final stage flowering phase and F2=Flowering flush phase. The results of the evaluations in the plants, in fruit technological analysis and harvest, allowed to conclude that the application of the bioregulator in the phases V2, R2, R7 and F2, produces improvements in the flowering, fruit setting, fruiting, productivity and technological quality of the Hamlin orange, resulting in better weight, size, juice yield and technological index of the fruits when compared to the control. When the bioregulator was associated with Ca+B, there was a significant increase of up to 23% in fruit set and up to 3.7 t ha⁻¹ in fruit production, potentiating its effects on the quality and production of oranges, making them significantly larger and adequate for the in natura market.

Index terms: orange, plant grow regulators, GA₃, auxin, fruit set.

INTRODUÇÃO

O Brasil se mantém há décadas como maior produtor mundial de laranjas e exportador de suco da fruta. As ocorrências regionais de secas e geadas e, principalmente, a erradicação de plantas infectadas pelo *huanglongbing* (HLB) *ex-greening*, têm sido os principais fatores do aumento do custo de produção e da redução na produtividade, porém, estes desafios têm levado ao desenvolvimento de tecnologias como mudas certificadas, nutrição balanceada, adensamento de pomares, podas, tratamento fitossanitário, uso de reguladores vegetais, dentre outras, para que a citricultura paulista se mantenha produtiva e sustentável, atendendo as demandas de um mundo globalizado.

O aparecimento do HLB é o principal motivo das pequenas propriedades produtoras de laranja do cinturão citrícola (São Paulo e Sul de Minas Gerais) terem desaparecido, as quais representavam 30% da produção de laranjas. No entanto, graças aos fortes investimentos tecnológicos para a produtividade, já citados, principalmente nas grandes propriedades, isso não interferiu significativamente na produção, pois estas propriedades tem suprido com produção, as perdas nas áreas atingidas (Fundecitrus, 2022b).

A citricultura no estado de São Paulo responde por 70% da produção nacional de laranjas e 98% da produção de suco, mas variações anuais no agronegócio do setor têm sido constantes, devido a oscilações nas demandas dos mercados, nos preços pagos aos produtores, na produtividade e, principalmente, devido a baixos índices pluviométricos, pois 70% dos plantios são conduzidos em sistema de sequeiro (CitrusBr, 2022).

Se tem ocorrido perda de plantas pela doença, os estudos tem buscado meios de incrementar a produtividade dos pomares instalados com implementação de tecnologias para implantação e manejo dos pomares. Sabemos que os citros produzem número elevado de flores que podem variar de 100 a 200 mil flores por planta adulta, no entanto, o pegamento inicial nas plantas é de 15 a 20%, sendo que ao final, de 0,2 a 6% do total de flores resultarão em frutos maduros (Davies & Albrigo, 1994).

A queda das flores e frutos jovens é descrita por Medina et al. (2005) por diversos fatores como morfológicos, fisiológicos, fitossanitários, nutricionais e ambientais, mas, pode ser atenuado com o uso de biorreguladores, nutrição via solo e foliares, parceladas e equilibradas, irrigação e fertirrigação, manejo químico e mecânico do mato nas linhas e entrelinhas, podas de formação e produção, desbastes e manejo fitossanitário, de modo que, nas fases de queda fisiológica, os frutos são pequenos e demandam grandes quantidades de carboidratos para o crescimento.

O conhecimento das substâncias de crescimento presentes nos vegetais levou à descoberta de hormônios vegetais, responsáveis pelo crescimento e desenvolvimento dos tecidos que, equilibrados nas plantas ou em aplicações exógenas, podem produzir efeitos benéficos. Entre os reguladores existem as auxinas (Ax), giberelinas (GA), citocininas (Ck), etileno (Et), retardadores e inibidores, que estão presentes e desenvolvem funções hormonais distintas nos vegetais (Silva & Donadio, 1997). Entre os efeitos benéficos pode-se citar que estes reguladores sozinhos ou associados interferem desde a germinação de sementes, enraizamento, vegetação, indução do florescimento, florescimento, pegamento, desenvolvimento e qualidade dos frutos (Medina, 2003).

As fases de iniciação floral e desenvolvimento dos frutos, demandam equilíbrio do cálcio e boro nas plantas cítricas, pois atuam como componentes estruturais na alongação celular, sistemas enzimáticos e metabólicos, formação de vasos condutores, na viabilidade do grão de pólen, dentre outras (Mattos Junior et al., 2005). Sendo assim, a nutrição equilibrada e complementar com macro e micronutrientes se torna essencial para um bom florescimento, pegamento e desenvolvimento dos frutos.

Diante disso, os objetivos deste experimento foram de avaliar os efeitos de épocas de aplicação em pomar de laranjeiras em fase de produção comercial, do biorregulador Stimulate® e da associação com cálcio (Ca) e boro (B) através do Sett Citrus®, quanto ao florescimento, frutificação, produção e qualidade dos frutos.

MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi conduzido em pomar comercial de laranjeira Hamlin [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] enxertada sobre citrumeleiro 'Swingle' [*Citrus paradisi* Macfad. cv. Duncan x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.], na propriedade Estância Nossa Maloca, município de Barretos, SP, (Latitude 20°45'36" S; Longitude 48°47'37" O; Altitude 543 m), estando o pomar na fase produtiva comercialmente, com seis anos do plantio. O espaçamento é de 7,5 x 4,0 m (333 plantas ha⁻¹), com irrigação via microaspersão.

O solo é 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), com temperatura média variando de 14 a 32 °C, com raras ocorrências abaixo de 5 °C e superior a 38 °C e a precipitação pluviométrica anual média está na faixa de 1.487 mm.

O estudo visou estudar os efeitos do biorregulador Stimulate® (90 mg L⁻¹ de citocinina + 50 mg L⁻¹ de giberelina + 50 mg L⁻¹ de auxina) e do Sett Citrus® Ca+B (68,5 g L⁻¹ de N + 137 g L⁻¹ de cálcio + 13,7 g L⁻¹ de boro), aplicados em fases vegetativas e florais do pomar, baseando na chave descritiva para a avaliação dos estádios fenológicos de vegetação, florescimento e frutificação em citros, Stoller®:

V2=Fase de fluxo vegetativo pré-florada, brotação inicial com alongamento das folhas, sem expansão lateral; R2=Fase de botões florais verdes, facilmente visíveis, estando ainda completamente envolvidos pelas sépalas; R7=Fase final de florescimento, com 2/3 das pétalas caídas ou secas, com início visível do primórdio do fruto e

F2=frutos em desenvolvimento inicial (chumbinho), com diâmetro de 5,0 mm, avaliando os efeitos no pegamento da florada, produção e qualidade dos frutos.

Os tratamentos com as doses dos produtos aplicados em fases vegetativas e florais foram: T1- Testemunha; T2- biorregulador Stimulate® (0,5 L 2000 L⁻¹ de água) nas fases V2 + R2 + R7; T3- biorregulador Stimulate® + Ca+B (0,5 L 2000 L⁻¹) nas fases V2 + R2 + R7; T4- biorregulador Stimulate® nas fases V2 + R2 + F2 e T5- biorregulador Stimulate® + Ca+B nas fases V2 + R2 + F2.

Para as pulverizações, o pH da calda foi ajustado para valores menor ou igual a 4,5, utilizando redutor de pH P-51® (ácido fosfórico). Em cada tratamento foi adicionado 0,5% (v/v) de óleo mineral Natur'1 Óleo®, 5,0 L 2000 L⁻¹ do fertilizante foliar Citrolino SP® [10% N (Nitrogênio) + 1% Mg (Magnésio) + 3% Zn (Zinco) + 2% Mn (Manganês) + 0,5% B (Boro) + 0,1% Mo (Molibidênio)] e 3,0 L 2000 L⁻¹ de Phytogard Zn® [40% P₂O₅ (Fósforo) + 10% Zn].

As aplicações foram realizadas no período da manhã, entre as 8 e 11 horas, com pistola tipo gatilho acoplados em um tanque pulverizador, cronometrando o tempo de aplicação para um volume de 8 L planta⁻¹, permitindo o pleno molhamento foliar das plantas.

Em todo o pomar, incluindo todos os tratamentos, foram realizadas aplicações foliares rotineiras da propriedade e recomendadas para citros na florada, com sulfato de Zinco 6 kg + sulfato de Manganês 3 kg + sulfato de Magnésio 6 kg + ácido Bórico 2 kg em 2.000 L⁻¹ de água, em três aplicações foliares na primavera-verão.

Os tratamentos fitossanitários anuais, manejo de plantas daninhas e das laranjeiras, bem como adubações químicas de solo em toda área e plantas, seguiram as recomendações para pomares de alta tecnologia (produção acima de 40 t ha⁻¹), seguindo orientações de consultores da propriedade, que baseiam nas recomendações do Grupo Paulista para Adubação e Calagem no Estado de São Paulo.

Na instalação do experimento, quatro ramos de 40-50 cm por planta (um por quadrante), na altura mediana da planta, foram marcados e posteriormente avaliados quanto ao desenvolvimento dos frutos, do pós-florescimento à colheita, nas fases de chumbinho (5,0 mm), ping-pong (25-30 mm) e colheita final.

Nas três fases foram contados o número dos frutos para avaliação do pegamento ou fixação dos frutos. Na fase da colheita foram coletadas 10 frutos por parcela para análises físicas e químicas para avaliação da qualidade tecnológica, sendo avaliados: diâmetros polar e equatorial (cm) e massa dos frutos e suco (g); rendimento em suco

(RS) conforme equação: $RS(\%) = \frac{\text{massa suco}}{\text{massa fruto}} \times 100$; sólidos solúveis (SS, em °Brix) conforme Redd et al. (1986); acidez titulável (AT, em % ácido cítrico) conforme Redd et al. (1986); índice de maturação ou “Ratio” (expresso pela razão entre o SS e AT); índice tecnológico (IT) em $t\ ha^{-1}$, conforme equação adaptada de Di Giorgi et al. (1990): $IT = \frac{SS \cdot RS \cdot \text{produção}}{10000}$, onde: IT ($t\ de\ SS\ ha^{-1}$); SS (°Brix); RS (% suco) e Produção (t/ha^{-1}). O número de frutos por caixa padrão (40,8 kg) foi definido a partir da avaliação da massa média dos frutos.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DBC) com cinco tratamentos e quatro repetições (4 blocos), totalizando 20 parcelas (10 plantas por parcela), em um total de 200 plantas úteis, tendo uma linha de plantas como bordadura entre as parcelas, prevenindo riscos de deriva nas aplicações. Os dados foram analisados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa AgroEstat (Barbosa & Maldonado Júnior, 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação do biorregulador Stimulate® associado ao Sett Citrus® (Ca+B), como nos tratamentos T3 e T5, promoveu incrementos ($p \leq 0,05$) no pegamento ou fixação de frutos avaliado através da contagem dos frutos nos ramos marcados em comparação à Testemunha. Foram observados incrementos médios de 22,4% na fase de pegamento dos chumbinhos e de 21,6% na fase de colheita. Já na fase ping-pong, não foi detectado efeito ($p > 0,05$) do biorregulador associado ao

Ca+B. A aplicação do Stimulate® sem o Sett Citrus®, tratamentos T2 e T4, resultou em baixos índices de pegamento ($p > 0,05$) entre 1,6% a 4% em todas as fases de avaliação dos frutos (Tabela 1).

Desta forma, a aplicação do Stimulate® associado ao Sett Citrus® (Ca+B) nas fases final de florescimento (R7) e de chumbinho (F2), tratamentos T3 e T5, respectivamente, foi efetivo no aumento do pegamento dos chumbinhos que evoluíram para frutos maduros.

O aumento no pegamento dos frutos pode estar relacionado à melhora no balanço nutricional durante a formação dos citros. Mattos Junior et al. (2005) reportaram o cálcio como constituinte da lamela média e responsável pela elongação celular e o boro na viabilização do grão de pólen e na formação dos vasos condutores, estando estes nutrientes diretamente relacionados a polinização e pegamento.

Segundo Medina et al. (2005) em citros a porcentagem de flores que se tornam frutos colhidos, normalmente é muito baixa, podendo ser inferior a 0,2%. Apesar do abundante florescimento na maioria dos citros, o baixo índice de pegamento ainda resulta em boas colheitas de frutos, mas as variações ocorrem na porcentagem de fixação de frutos de acordo com as características genéticas, condições edafoclimáticas, efetividade dos tratamentos fitossanitários, estado nutricional das plantas, irrigação, balanço hormonal, entre outros.

A consequência direta do aumento no pegamento devido a aplicação do Stimulate® associado ao Sett Citrus® (Ca+B) foi observada na maior produtividade ($p \leq 0,05$) em kg por planta, com incrementos de 91 e 88 caixas por hectares (ou aproximadamente $3,7\ t\ ha^{-1}$) nos tratamentos T3 e T5, respectivamente (Tabela 3). A aplicação apenas

Tabela 1. Número de frutos nos ramos e incremento na frutificação nas fases chumbinho, ping-pong e colheita. APTA-Colina

| Tratamentos | Fase 1-Chumbinho | | Fase 2-Ping-pong | | Fase 3-Colheita | |
|-------------------------------|------------------|--------------|------------------|--------------|-----------------|--------------|
| | nº frutos | % Increment. | nº frutos | % Increment. | nº frutos | % Increment. |
| 1-Testemunha | 16,70 b | - | 3,88 a | - | 3,20 b | - |
| 2-Biorregulador V2 R2 R7 | 17,24 b | 3,2 | 4,03 a | 4,0 | 3,27 b | 2,3 |
| 3-Biorregulador+(Ca+B) V2R2R7 | 20,92 a | 25,3 | 4,20 a | 8,3 | 3,83 a | 19,9 |
| 4-Biorregulador V2 R2 F2 | 17,35 b | 3,9 | 4,02 a | 3,8 | 3,25 b | 1,6 |
| 5-Biorregulador+(Ca+B) V2R2F2 | 19,95 a | 19,5 | 4,24 a | 9,4 | 3,95 a | 23,4 |
| Teste F | 14,63** | | 1,61ns | | 10,83** | |
| CV % | 5,32 | | 5,76 | | 6,22 | |

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; n.s. = não significativo a 5% de probabilidade; % Increment. = incremento do número de frutos em relação a testemunha. **Significativo a 1% de probabilidade.

do biorregulador na fase final de florescimento (tratamento T2) também resultou em produtividade maior ($p \leq 0,05$) que a Testemunha (Tabela 3), com incremento de 3 t ha⁻¹, mesmo com o baixo pegamento dos chumbinhos (Tabela 1).

Foi observado queda de 17 e 16 frutos nos tratamentos T3 e T5, respectivamente e de 14 frutos no tratamento T2 (Tabela 1) entre as fases de chumbinho e colheita. No entanto, houve melhor fixação na fase de chumbinho que resultou em melhores colheitas. Já, quando o biorregulador foi aplicado na fase de chumbinho (T4), não houve aumento na produtividade da laranja Hamlin ($p > 0,05$) (Tabela 3), o que era esperado devido ao baixo índice de pegamento dos chumbinhos (Tabela 1). Sendo assim, a aplicação apenas do biorregulador na fase final de florescimento (T2) trouxe mais benefícios para a colheita em relação a aplicação na fase de chumbinho (T4).

As plantas tratadas produziram frutos maiores ($p \leq 0,05$) em diâmetro e altura e maior porcentagem de suco em comparação a Testemunha. Em relação

ao índice tecnológico, que expressa a quantidade de sólidos solúveis por hectare, somente o tratamento T3 foi maior ($p \leq 0,05$) que a Testemunha. Os demais tratamentos variaram entre 1,78 a 2,04 t ha⁻¹. A massa média dos frutos tratados com Stimulate® na fase R7, com ou sem associação ao Sett Citrus®-(Ca+B) foram maiores ($p \leq 0,05$) que a Testemunha (Tabela 2). Desse modo, de acordo com a massa dos frutos, para compor uma caixa de laranja (40,8 kg), seriam necessários 258 frutos do T3 (Stimulate® + Sett Citrus®), enquanto no tratamento Testemunha (T1), seriam necessários 271 frutos para completar a mesma caixa peso. A partir desta diferença, se considerarmos uma produção mínima esperada de 1.000 caixas ha⁻¹, teremos um incremento de 12.000 frutos ha⁻¹, com peso médio de 158 g conforme o T3, que equivale a uma produção superior de 46,4 caixas ha⁻¹. Pio et al. (2005) consideram que o peso médio de um fruto de Hamlin é de 130 g, sendo então necessário 314 frutos para compor uma caixa peso com 40,8 kg.

Tabela 2. Qualidade tecnológica dos frutos da laranjeira Hamlin. APTA-Colina

| Tratamentos | Diâmetro | Altura | Massa | °Brix | Ratio | Suco | IT |
|---------------------------------|----------|---------|----------|--------|--------|---------|-----------------------|
| | cm | cm | g | | | % | t SS ha ⁻¹ |
| 1-Testemunha | 6,25c | 6,53b | 150,55b | 10,85a | 12,02a | 40,27b | 1,78b |
| 2-Biorregulador V2 R2 R7 | 6,53a | 6,90a | 156,40a | 10,70a | 12,71a | 42,50a | 1,98ab |
| 3-Biorregulador+(Ca+B) V2 R2 R7 | 6,58a | 6,85a | 157,85a | 10,75a | 12,75a | 43,71a | 2,08a |
| 4-Biorregulador V2 R2 F2 | 6,38b | 6,70ab | 151,00b | 10,73a | 12,35a | 44,84a | 2,04ab |
| 5-Biorregulador+(Ca+B) V2 R2 F2 | 6,40b | 6,78a | 153,35ab | 10,60a | 12,93a | 43,48a | 2,04ab |
| Teste F | 25,65** | 10,05** | 1,79ns | 0,19ns | 3,22ns | 10,21** | 3,71* |
| CV % | 0,79 | 1,37 | 3,14 | 11,08 | 3,25 | 2,51 | 7,50 |

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; n.s. = não significativo a 5% de probabilidade. **Significativo a 1% de probabilidade. *Significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Produção de frutos de laranjeira Hamlin após tratamentos. APTA-Colina

| Tratamentos | Produção de frutos | | Incremento | |
|---------------------------------|-------------------------|--------------------|--------------------|------------------------|
| | kg planta ⁻¹ | t ha ⁻¹ | t ha ⁻¹ | caixa ha ⁻¹ |
| 1-Testemunha | 122,06b | 40,6 | - | - |
| 2-Biorregulador V2 R2 R7 | 130,88a | 43,6 | 3,0 | 74 |
| 3-Biorregulador+(Ca+B) V2 R2 R7 | 133,12a | 44,3 | 3,7 | 91 |
| 4-Biorregulador V2 R2 F2 | 127,21ab | 42,4 | 1,8 | 44 |
| 5-Biorregulador+(Ca+B) V2 R2 F2 | 132,73a | 44,2 | 3,6 | 88 |
| Teste F | 8,51** | | | |
| CV % | 2,45 | | | |

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; **Significativo a 1% de probabilidade; caixa com 40,8 kg de frutos.

Pio et al. (2005) citam que para a laranja Hamlin o rendimento médio de suco é de 41%, próximo ao obtido no Testemunha (T1) com 40,27%, porém menor ($p>0,05$) que os 42,50 e 44,84% dos tratamentos com o biorregulador (T2 e T4) ou os 43,71 e 43,48% dos tratamentos com o biorregulador + (Ca+B) (T3 e T5).

As plantas do T3 (Biorregulador+(Ca+B) V2 R2 R7) produziram frutos com maior rendimento em sólidos solúveis (SS) por hectare (IT) na faixa de 2,08 t ha⁻¹, contra 1,78 t ha⁻¹ no T1. Estes valores indicam melhor rendimento industrial no processamento dos frutos, necessitando de menor quantidade de caixas de laranjas para produzir uma tonelada de suco a 66 °Brix (Di Giorgi et al., 1993). Este rendimento poderá resultar na melhor remuneração dos produtores, caso o pagamento da laranja seja feito em função do rendimento em kg de SS.

Avaliando a produtividade na colheita (Tabela 3 e Figura 1), temos que a aplicação do biorregulador proporcionou aumento significativo na produtividade, sendo maiores nos tratamentos na fase final de florescimento e nos que receberam o Ca + B, aumentando a produção na ordem de 3,0; 3,7 e 3,6 t ha⁻¹ respectivamente, nos tratamentos T2, T3 e T5. Castro et al. (2001) obtiveram aumento de 15 kg de frutos planta⁻¹, com aplicação de 1,0 L ha⁻¹ de Stimulate®, pouco superior ao T3 que produziu 11,06 kg de frutos planta⁻¹ em relação a Testemunha. Da mesma maneira ao observado na área experimental, Silva & Donadio (1997), Castro et al. (1998) e Stuchi et al. (2003) relataram que os tratamentos com biorreguladores também aumentaram as brotações vegetativas.

A produtividade das plantas na área experimental, bem como, da testemunha (40,6 t ha⁻¹) pode ser considerada boa

para a variedade Hamlin irrigada, pois segundo o FundeCitrus (2022a) a produtividade média dos pomares no cinturão citrícola tem variado de 30 a 35 t ha⁻¹. O incremento proporcionado nos demais tratamentos, mostra a viabilidade da citricultura tecnificada com uso de biorreguladores e complementação nutricional, principalmente num período em que o custo de produção se elevou devido aos tratamentos intensivos para o manejo do HLB demandando melhores produtividades para viabilizar a atividade citrícola. Diante disso, conforme a Tabela 3 e Figura 1, as plantas de Hamlin respondem ao uso do biorregulador associado a Ca+B, nas fases V2, R2 e R7 e V2, R2 e F2 com incremento de 91 e 88 caixas com 40,8 kg de laranjas por hectare, respectivamente.

Avaliando trabalhos com GA em 58 anos durante o florescimento e frutificação de cítricos em diversos países produtores, Garmendia et al. (2019) constataram que o tratamento com GA em pré-floração reduziu a indução floral e florescimento na maioria dos experimentos, porém, os tratamentos em plena floração ou logo após, resultou em aumento na frutificação por reduzir as quedas prematuras, podendo melhorar os rendimentos, sendo que o principal fator da frutificação seria as limitações de carboidratos e não aos níveis de GA.

Como um fator importante e estratégico na citricultura atual, Vashisth et al. (2021) relatam que o uso de auxinas e giberelinas em plantas adultas com HLB, pode reduzir a queda prematura de frutos em pré-colheita, porém, a aplicação em frutos com a casca totalmente verde, deve retardar a queda e a mudança da cor da casca, concordando com Silva & Donadio (1997) que além disso, concluíram também que aplicações de GA₃ em pré-florada, pode interferir negativamente no florescimento do ano seguinte.

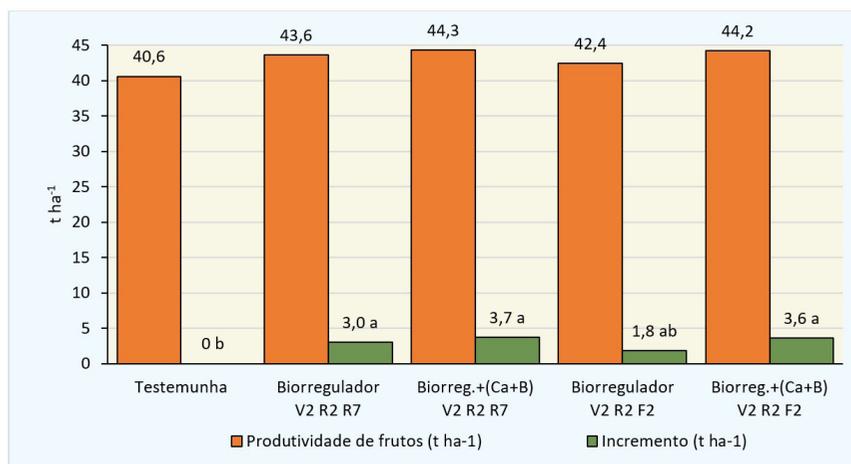


Figura 1. Produtividade e incremento (t ha⁻¹) na produção da laranja Hamlin em função dos tratamentos. APTA-Colina. APTA – Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios

CONCLUSÃO

A aplicação do biorregulador nas fases V2, R2, R7 e F2, produz melhorias no florescimento, pegamento, frutificação, produtividade e qualidade tecnológica da laranja Hamlin;

A associação do biorregulador ao Ca+B, melhorou a frutificação em até 23%, a produtividade em até 3,7 t ha⁻¹, maiores frutos, maior rendimento de suco e índice tecnológico.

REFERÊNCIAS

- Associação Nacional dos Exportadores de Sucos Cítricos – CitrusBr. (2022). *Safra de laranja 2021/22 é encerrada com produção total de 262,97 milhões de caixas*. Recuperado em 28 de abril de 2022, de <https://www.fundecitrus.com.br/comunicacao/noticias/integra/safra-de-laranja-202122-e-encerrada-com-producao-total-de-26297-milhoes-de-caixas-final-orange-crop-forecast-update/1164#:~:text=crop%20forecast%20update-,Safra%20de%20laranja%202021%2F22%20%C3%A9%20encerrada%20com%20produ%C3%A7%C3%A3o%20total,Final%20orange%20crop%20forecast%20update&text=O%20fechamento%20da%20safra%20de,caixas%20de%2040%2C8%20kg>.
- Barbosa, J. C., & Maldonado Júnior, W. (2015). *Sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos* (396 pp.). Jaboticabal: FUNEP. Recuperado em 04 de abril de 2022, de Disponível em https://www.researchgate.net/publication/335589731_AgroEstat_-_Online_statistical_analyses_of_experimental_designs_-_httpswwwagroestatcombr.
- Castro, P. R. C., Pacheco, A. C., & Medina, C. L. (1998). Efeitos de stimulate e de microcitros no desenvolvimento vegetativo e na produtividade da laranja-pêra (*Citrus sinensis* L. Osbeck). *Scientia Agricola*, 55(2), 338-341.
- Castro, P. R. C., Pacheco, A. C., & Medina, C. L. (2001). Efeitos de estimulante vegetal e fertilizante foliar na vegetação e produção de laranja Pêra. *Laranja*, 22(1), 113-119.
- Davies, F. S., & Albrigo, L. G. (1994). *Citrus* (254 pp.). Wallingford: Cab International.
- 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 implicações agroindustriais. *Laranja*, 11(2), 567-612.
- Di Giorgi, F., Ide, B. Y., Dib, K., Marchi, R. J., Triboni, H. R., & Wagner, R. L. (1993). Qualidade da laranja para industrialização. *Laranja*, 14(1), 97-118.
- Fundo de Defesa da Citricultura – FundeCitrus. (2022a) *Pesquisa de estimativa de safra - PES*. Recuperado em 2 de abril de 2022, de https://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes_relatorios/0422__Fechamento_da_Safra_de_Laranja.pdf
- Fundo de Defesa da Citricultura – Fundecitrus. (2022b) *Inventário de árvores e estimativa da safra de laranja 2022/23 do cinturão citrícola de São Paulo e triângulo/Sudoeste mineiro*. Araraquara: FundeCitrus. Recuperado em 21 de dezembro de 2022, de https://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes_relatorios/2022_07_01_Inventario_e_Estimativa_do_Cinturao_Citricola_2022-2023.pdf
- Garmendia, A., Beltrán, R., Zornoza, C., García-Breijo, F. J., Reig, J., & Merle, H. (2019). Gibberellic acid in *Citrus* spp. flowering and fruiting: a systematic review. *PLoS ONE*, 14(9):e0223147. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0223147>.
- Mattos Junior, D., Bataglia, O. C., & Quaggio, J. A. (2005). Nutrição dos citros. In Mattos Junior, D., De Negri, J.D., Pio, R.M., Pompeu Junior, J. (Eds.), *Citros* (pp. 197-219). Campinas: IAC/Fundag.
- Medina, C. L. (2003). Fisiologia da produção. In Mattos Junior, D., De Negri, J.D., Pio, R.M., Pompeu Junior, J. (Ed.), *Lima ácida Tahiti* (pp. 13-30). Campinas: IAC.
- Medina, C. L., Rena, A. B., Siqueira, D. L., & Machado, E. (2005). Fisiologia dos citros. In Mattos Junior, D., De Negri, J.D., Figueiredo, J.O. (Ed.). *Citros* (pp. 147-195). Campinas: IAC/Fundag.
- Pio, R. M., Figueiredo, J. O., Stuchi, E. S., & Cardoso, S. A. B. (2005). Variedades copas. In Mattos Junior, D., De Negri, J.D., Pio, R.M., Pompeu Junior, J. (Ed.), *Citros* (pp. 37-60). Campinas: IAC/Fundag.
- Redd, J. B., Hendrix Junior, C. M., & Hendrix, D. L. (1986). *Quality control manual for citrus processing plants* (250 pp.). Florida: Intercit.
- Silva, J. A. A., & Donadio, L. C. (1997). *Reguladores vegetais na citricultura* (38 pp.). Jaboticabal: Unesp/Funep.
- Stuchi, E. S., Silva, J. A. A., & Donadio, L. C. (2003). Flowering, fruit set, and yield of Natal sweet orange after treatment with three rates of gibberellic acid. *Bragantia*, 1, 576-577.

Vashisth, T., Oswalt, C., Zekri, M., Alferez, F., & Burrow, J. D. (2021). Florida citrus production guide: plant growth regulators. In Editor Vashisth, T., Oswalt, C., Zekri, M., Alferez, F., & Burrow, J. D. (2021) (Ed.), *Citrus production guide* (pp. 1-5). Gainesville: Horticultural Sciences Department/UF IFAS Extension. <https://doi.org/10.32473/edis-hs1310-2021>.

Recebido: Agosto 23, 2022

Aceito: Abril 20, 2023

Como citar: Silva, J. A. A., Bárbaro-Torneli, I. M., Gonçalves, E. C. P., Miguel, F. B., & Grizotto, R. K. (2022). Aplicações foliares de biorregulador e associação a cálcio e boro na frutificação da laranja Hamlin. *Citrus Research & Technology*, 43, e1077. <https://doi.org/10.4322/crt.24521>