



Reguladores Vegetais em Citros

Gabriel Tornisielo Collusso

**Trabalho apresentado a disciplina
:LPV5711 – Citricultura**

**Prof. Dr. Francisco de Assis Alves Mourão
Filho**

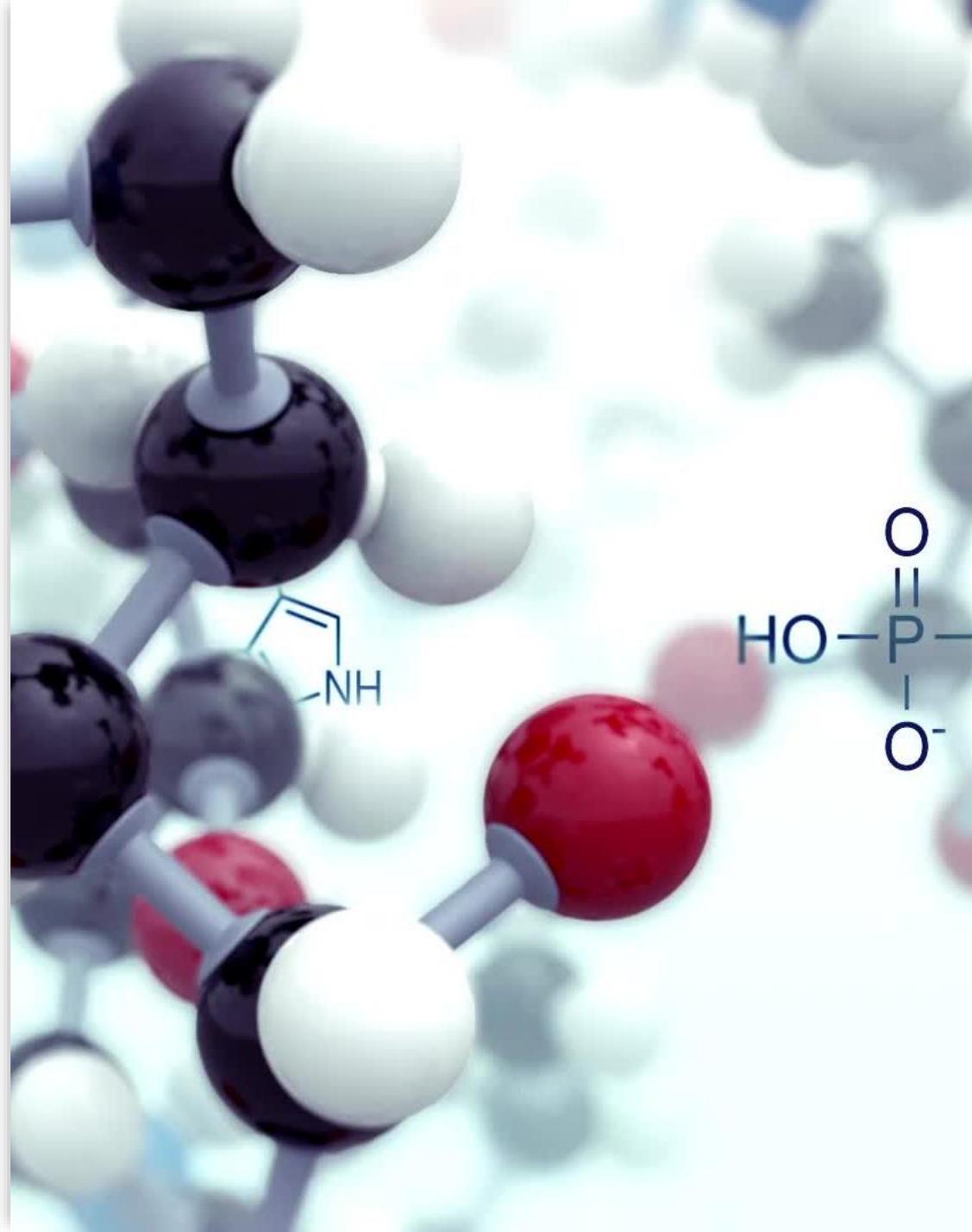
Introdução

- A citricultura global, essencial para a economia e nutrição, destaca-se pela busca inovadora na otimização sustentável do crescimento e qualidade dos frutos cítricos, impulsionada pela crescente atenção aos reguladores vegetais
- Hormônios vegetais auxinas, giberelinas, citocininas, ácido abscísico e etileno. Além dos hormônios naturais, existem também reguladores de crescimento sintéticos
- Aumento da produtividade global para suprir demandas alimentares.
- Crescente ênfase em práticas agronômicas sustentáveis.
- Exploração de alternativas para maximizar recursos disponíveis.
- Reguladores vegetais como ferramenta estratégica na citricultura.
- Potencial para influenciar positivamente crescimento, desenvolvimento e produção de frutos cítricos.



Reguladores vegetais

- Hormônios são mensageiros químicos que modulam processos celulares via interações com proteínas específicas.
- Atuam como receptores na rota de transdução e sinalização celular.
- Sintetizados em um tecido, os hormônios vegetais afetam locais específicos em outros tecidos, mesmo em concentrações baixas (10^{-4} M).
- Conhecidos como fito-hormônios, esses compostos influenciam crescimento e desenvolvimento de plantas em concentrações reduzidas.
- Principais classes: auxina, giberelina, citocinina, etileno e ácido abscísico.
- Desempenham papéis cruciais na regulação fisiológica das plantas



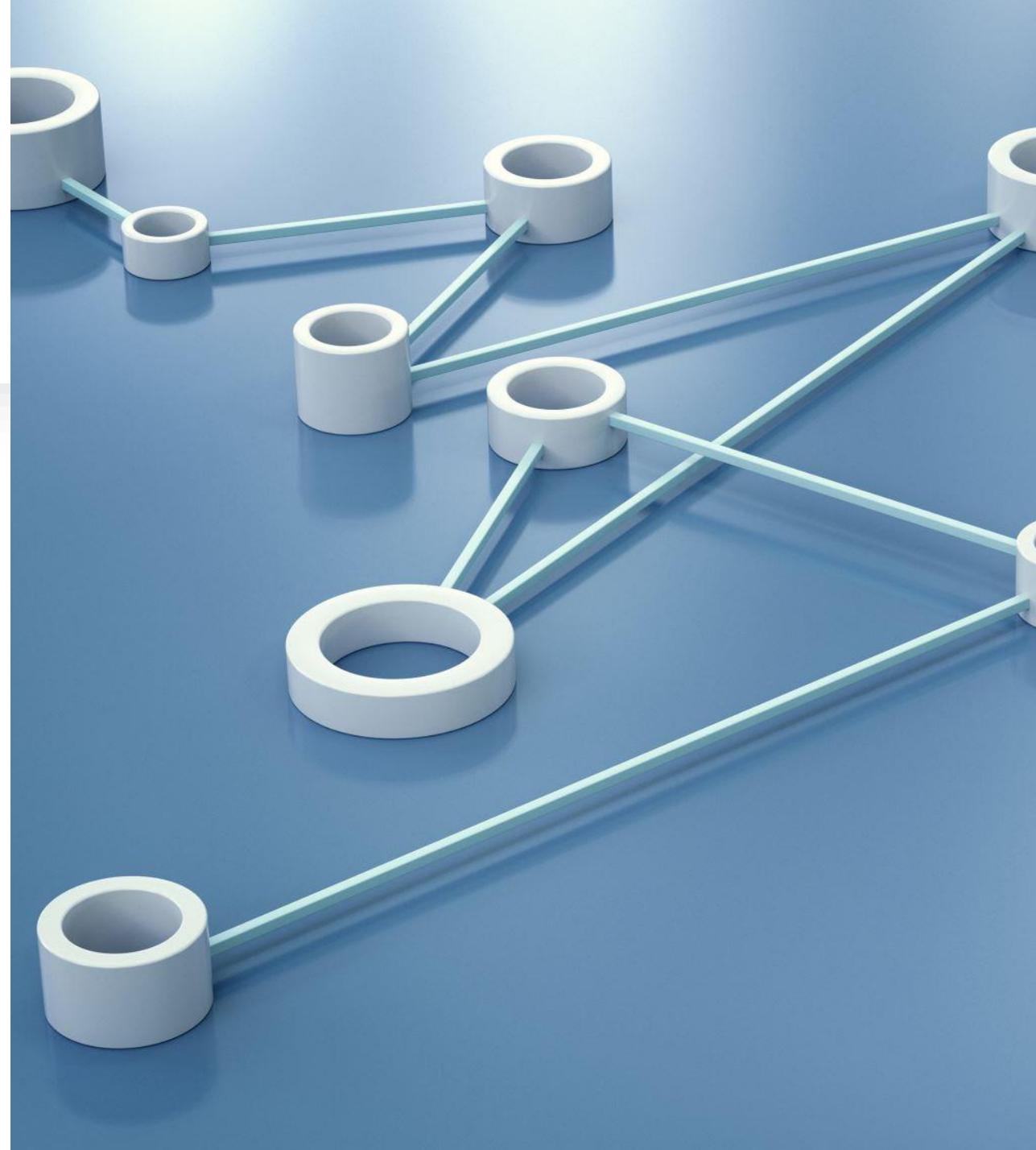
Reguladores vegetais

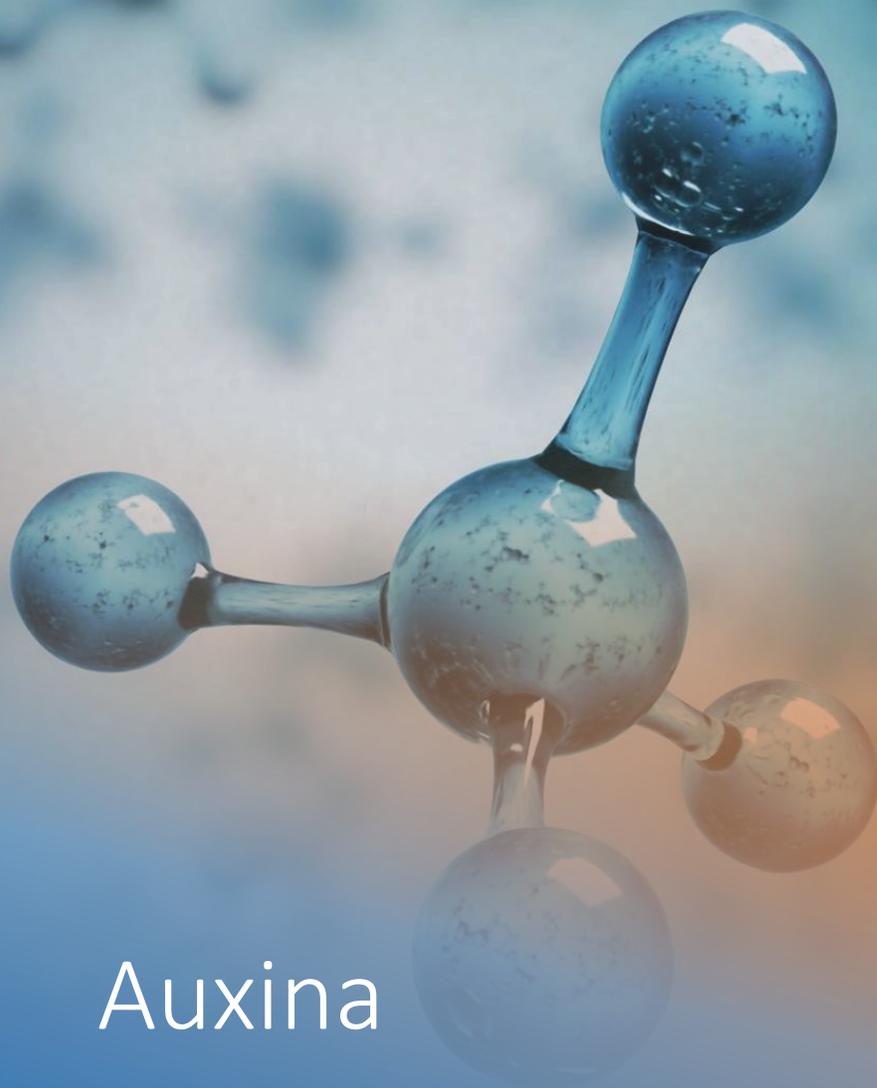
- Substâncias sintetizadas artificialmente, como auxinas, giberelinas, citocininas e etileno, são classificadas como reguladores vegetais (Dias, 2020).
- Crescente uso desses reguladores na citricultura nos últimos anos.
- Essenciais para influenciar produção, controle de florescimento, pegamento, prevenção de quedas e qualidade dos frutos em plantas cítricas.
- Destaques incluem giberelinas (GA3) e auxinas, como 2,4-D, AIB etileno e paclobutrazol
- Papel crucial na manipulação de características como tamanho, qualidade da casca, cor e qualidade interna dos frutos (Silva e Donadio, 1997; Negrisoli, 2013).



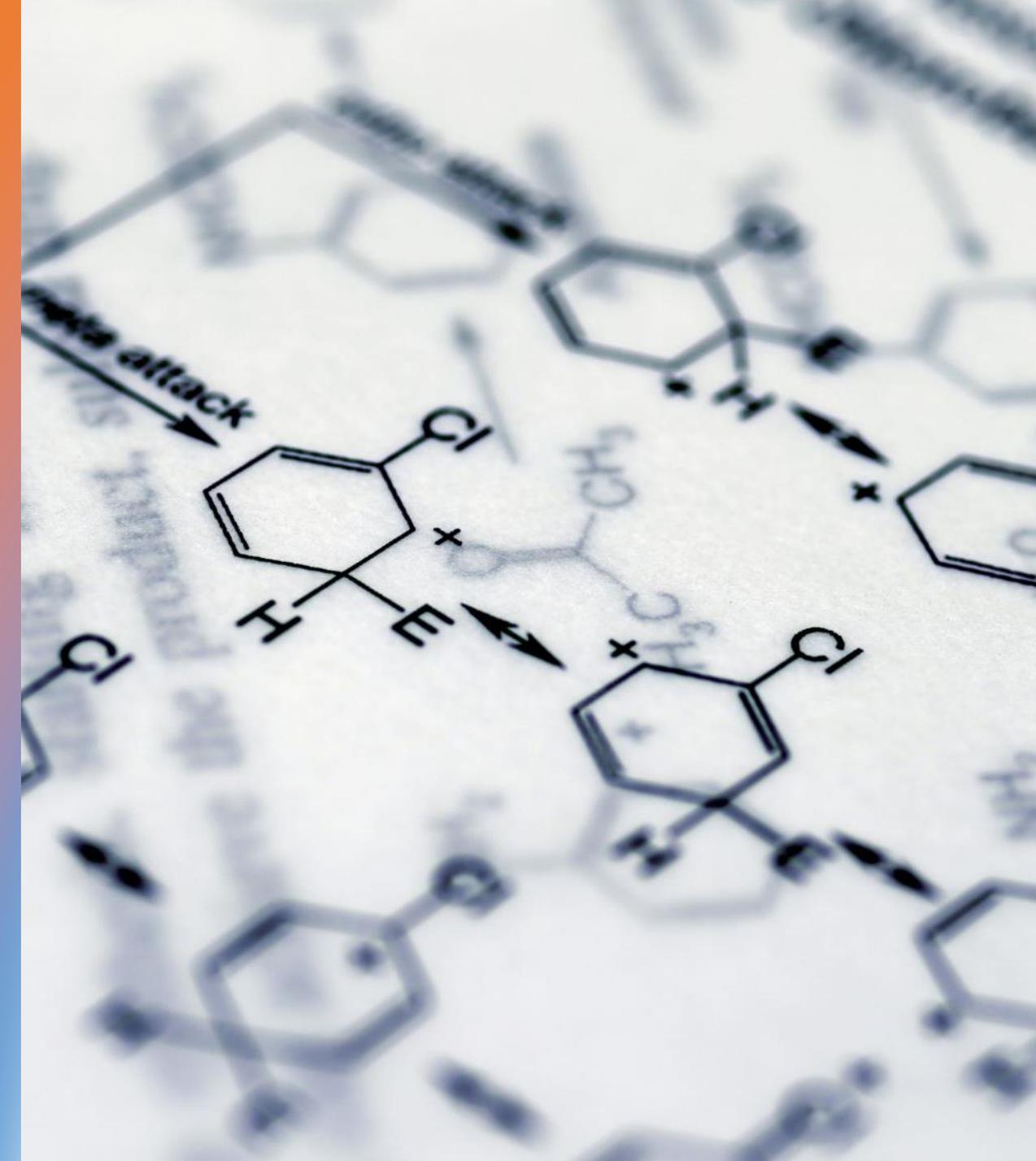
Reguladores Vegetais

- Tecnologia de reguladores de crescimento enfrenta desafios e riscos significativos.
- Eficácia variável em diferentes variedades, com o que é eficaz em uma podendo ser ineficaz em outra.
- O timing preciso da aplicação é crucial; a eficácia pode ser nula se realizada com antecipação ou atraso de uma ou duas semanas.
- Mesma substância aplicada em momentos diferentes pode resultar em efeitos opostos.
- Necessidade de abordagens personalizadas e precisão no manejo, considerando as características específicas de cada variedade (Guardiola et al., 1988; Duarte, 2015).





- **Auxinas Endógenas:**
 - Sintetizadas pela própria planta.
 - Incluem ácido indol-3-acético (AIA), ácido 4-cloroindolil-3-acético (4-cloroAIA), ácido fenilacético e ácido indolbutírico (AIB).
 - Auxinas Sintéticas:
 - Exemplos incluem ácido naftalenicoacético (ANA), AIB, ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D), ácido 2-metil-4-diclorofenoxiacético (MCPA) e ácido 2,4,5-triclorofenoxiacético (2,4,5-T) (Fagan et al., 2015).
- **Locais de Síntese:**
 - Ocorre principalmente na parte aérea das plantas.
 - Principais órgãos produtores: meristemas apicais, folhas jovens, frutos e sementes em desenvolvimento (Fagan et al., 2015).
- **Mecanismos de Síntese:**
 - Síntese ocorre em tecidos de elevada taxa metabólica.
 - Parte ocorre no cloroplasto, utilizando triptofano, e o restante no citosol.
 - Vias independentes de triptofano utilizam o indol ou seu precursor glicerol fosfato (Taiz e Zeiger, 2021).



Auxinas

- **Indução de desequilíbrio hormonal para favorecer a abscisão de frutos.**
- Reguladores de Crescimento Envolvidos:
- Auxinas, giberelinas e etileno.
- Aplicação durante o período de queda fisiológica dos frutos.
- Estimula a síntese de etileno.
- Resulta na abscisão dos frutos após duas a três semanas (Guardiola; García-Luis, 2000).

Auxinas

- ANA
 - Aplicação indicada 20-30 dias após abertura de 80% das flores do talhão.
 - Concentrações sugeridas: 200-500 mg L⁻¹ (De Oliveira e Scivittaro, 2011).
- **Outros Compostos Auxínicos Eficientes:**
 - ANA (Ácido Naftalenoacético).
 - 2,4-D (Ácido 2,4-diclorofenoxiacético).
 - 2,4-DP (Ácido 2,4-diclorofenoxipropiônico).
 - 2,4,5-T (Ácido 2,4,5-triclorofenoxilacético).
 - 2,4,5-TP (Ácido 2,4,5-tricloro-fenoxil) propiônico).
 - Fenotiol (S-etil-(4-cloro-O-totiloxi) tioacetato) (Silva & Donadio, 1997).
 - 3,5,6-TPA (3,5,6-tricloro-2-isopiridiloxiacético)

Estudo de Gambetta et al. (2008):

Cenário do Estudo:

- Tangerineiras 'Montenegrina' fertirrigadas, enxertadas sobre citrangeiro 'Carrizo', 7-8 anos de idade, em Kyiú - Uruguai.

Reguladores Testados:

- 2,4-DP (75 mg L⁻¹), ANA (225 mg L⁻¹), e 3,5,6-TPA (Maxim[®]) em doses de 10 e 20 mg L⁻¹.

Resultados:

- Tratamentos com 2,4-DP e ANA, aplicados 35 dias após a plena floração, não foram satisfatórios em dois anos.
- Tratamentos com 3,5,6-TPA (10 e 20 mg/L) no final da queda fisiológica mostraram-se promissores.
- 20 mg L⁻¹ de 3,5,6-TPA reduziu significativamente o número de frutos por planta em 32,8% (1^º ano) e 20,7% (2^º ano).

Conclusão:

- Destaca a importância da escolha adequada do regulador.

Estudo de Boettcher (2016):

Objetivo do Estudo:

- Otimização do raleamento de frutos em tangerineiras 'Rainha'.

Reguladores e Concentrações Testadas:

- 3,5,6-TPA BEE a 5 mg/L e 2,4-D a 20 mg/L durante a queda fisiológica dos frutos.

Resultados:

- A aplicação estratégica resultou em aumento efetivo na percentagem de raleio de frutos jovens.
- Melhorias significativas no tamanho e peso médio dos frutos produzidos.
- Uso consecutivo dos tratamentos em duas safras não causou toxidez, mas concentrações mais altas de 3,5,6-TPA BEE causaram fitotoxidez e múltiplos fluxos florais extemporâneos.

Conclusão:

- Indica a viabilidade prática dos reguladores vegetais para o manejo eficaz de tangerineiras 'Rainha'.

Uso de 2,4-D para evitar a queda prematura dos frutos

Eficácia Comprovada em Diferentes Regiões:

- Utilização eficaz em prolongar a colheita de toranjas no Texas, Flórida, África do Sul.
- Aplicação bem-sucedida em laranjas de umbigo na Califórnia e Austrália (Ferguson et al., 1982; Davies, 1986; Albrigo, 2019).

Combinação de GA3 e 2,4-D:

- Demonstrou eficiência em retardar senescência da casca e prevenir "olho roxo" em tangelos 'Minneola'.

Aplicação Específica de 2,4-D:

- Isoladamente, mostrou-se capaz de atrasar a queda prematura de frutos de laranjas 'pineapple'.
- Redução da gravidade da queda nos verões das laranjas de umbigo na Flórida (Gardner et al., 1950; Davies, 1986; Albrigo, 2019).

Uso de 2,4-D para evitar a queda prematura dos frutos

- **Resultados de Estudos:**

- Pulverização de laranjeiras 'Washington Navel' com 16 mg/L de 2,4-D resultou em aumento significativo no percentual de suco.
- Redução na queda de frutos em várias variedades de citros com 10 e 16 mg/L de 2,4-D, especialmente quando aplicado isoladamente, mostrando eficácia superior (El-Otmani et al., 1990).
- Prolongamento da colheita de tangerina 'Ponkan' com 2,4-D a 10 mg.L-1, aumentando a acidez dos frutos e melhorando a textura da casca (Rufini et al., 2008).
- Comparação entre 2,4-D e ácido giberélico mostrou eficiência superior do 2,4-D em retardar a colheita de laranjas 'Lima Sorocaba', resultando em 44% mais frutos na planta tratada após setenta dias (Menegucci, 2001).



Giberelinas

- **O que é Giberelina?**
- A giberelina é um hormônio vegetal encontrado em regiões meristemáticas, raízes, folhas jovens, sementes germinando e nos frutos das plantas. Ela desempenha diversas funções, sendo as principais relacionadas ao alongamento do caule, crescimento do fruto e germinação de sementes (FAGAN,2015).
- **Alongamento do caule:** A giberelina promove o alongamento do caule, permitindo que a planta cresça em altura.
- **Crescimento do fruto:** Este hormônio também é responsável pelo crescimento do fruto, contribuindo para o seu tamanho e forma.
- **Germinação de sementes:** A giberelina é conhecida por promover a quebra da dormência das sementes, permitindo que elas germinem. Isso ocorre através de enzimas que permitem a utilização das substâncias de reserva da semente.
- **Giberelina na Citricultura**
- A giberelina desempenha um papel crucial na citricultura. Ela pode causar o desenvolvimento de frutos partenocárpicos (sem sementes), incluindo citros (exemplo lima ácida Tahiti). Isso é especialmente útil na produção de frutas cítricas, pois muitos consumidores preferem frutas sem sementes.



Giberelinas

- A giberelina é um hormônio vegetal encontrado em regiões meristemáticas, raízes, folhas jovens, sementes germinando e nos frutos das plantas.
- **Funções da Giberelina**
 - Alongamento do caule
 - Crescimento do fruto
 - Germinação de sementes
- Este hormônio também é responsável pelo crescimento do fruto, contribuindo para o seu tamanho e forma.
- **Giberelina e a Germinação de Sementes**
 - A giberelina é conhecida por promover a quebra da dormência das sementes, permitindo que elas germinem. Isso ocorre através de enzimas que permitem a utilização das substâncias de reserva da semente.
- **Giberelina na Citricultura**
 - A giberelina desempenha um papel na citricultura. Ela pode causar o desenvolvimento de frutos partenocápicos (exemplo lima ácida Tahiti).



Estudo de Sousa et al (2002)

- Este estudo avaliou o efeito do ácido giberélico sobre a germinação de sementes de porta-enxertos cítricos. No entanto, não houve efeito do ácido giberélico sobre as características avaliadas, e a aplicação deste produto durante o processo de formação de mudas não é recomendada..

Outros estudos

- Com concentrações que variam até 250 mg L⁻¹ e tempos de imersão que se estendem de 0 a 24 horas (CHOUDHARI e CHAKRAWAR, 1981; ONO et al., 1993; LEONEL et al., 1994a; LEONEL et al., 1994b; RAMOS, 1994; ONO et al., 1995). No entanto, esses estudos constataram resultados discrepantes tanto em relação às concentrações utilizadas quanto ao período de imersão das sementes no ácido giberélico.

Estudo de Merlin (2012)

- Aplicação de ácido giberélico a 50 mg L⁻¹ durante a imersão das sementes é uma estratégia promissora para viveiristas. O ácido giberélico a 50 mg L⁻¹ destacou-se ao promover um rápido aumento no diâmetro do porta-enxerto, oferecendo uma forma rápida de melhorar o crescimento das plantas em comparação com outros tratamentos testados.

Giberelinas

Aplicação de giberelinas exógenas melhora a formação de frutos partenocárpicos. A administração de giberelinas (GAs) externas tem o efeito de iniciar o crescimento inicial de frutos sem sementes em variedades partenocárpicas, sejam elas "facultativas" ou "verdadeiras". GA3 externo apresenta uma notável elevação na produção de frutos partenocárpicos e no crescimento de genótipos auto-incompatíveis, como a Clementina´

Spósito (1999) conduziu testes com diversas concentrações (10, 25, 50 e 100 mg L⁻¹) de ácido giberélico aplicadas durante uma florada extemporânea em março para lima ácida 'Tahiti'. Os resultados indicaram que concentrações mínimas de 10 mg/L são suficientes para promover uma fixação de 12,72% dos frutos, um aumento significativo em relação ao controle, que apresentou apenas 0,46% de fixação dos frutos.

O estudo de Serciloto (2001) descobriu que o tratamento com ácido giberélico e 2,4-D aumenta a fixação de frutos na lima ácida Tahiti. A combinação de GA3 a 20 mg/L e 2,4-D a 8 mg/L resultou na maior taxa de fixação de frutos (21,3%), em comparação com 5,9% no grupo controle. Este aumento na fixação de frutos não afetou negativamente o desenvolvimento vegetativo e foi acompanhado por um aumento no teor de clorofila e na taxa de assimilação de CO₂ nas folhas.

Estudo de Almeida (2002)

A aplicação de reguladores vegetais atrasa a queda natural dos frutos de laranjeira 'Hamlin', proporcionando a possibilidade de estender o período de colheita. O tratamento com GA3 a 25 mg.L⁻¹ + 2,4-D a 25 mg.L⁻¹ foi especialmente eficaz.

Estudo de Da Silva et al (2021)

O tratamento das laranjeiras 'Natal' com ácido giberélico em combinação com um surfactante siliconado resultou em uma redução na abscisão de frutos. Recomenda-se a aplicação de doses entre 5 a 10 mg.L⁻¹ de ácido giberélico, sempre associado ao surfactante siliconado (0,05% L77).

Estudo de Modesto et al (2006)

A aplicação de GA3 (0 (controle), 5, 10, 15 e 20 mgL⁻¹ de ácido giberélico (GA3) não influenciou a massa fresca dos frutos, o conteúdo de sólidos solúveis totais, a acidez total titulável e o "ratio". No entanto, promoveu um retardamento na colheita dos frutos, resultando no controle do desverdecimento da casca.

Estudo de Guardiola et al. (1977, 1982)

A aplicação de 10 mgL⁻¹ de ácido giberélico, isoladamente ou em combinação com 2,4-D (16 mgL⁻¹), no final de novembro ou início de dezembro (hemisfério Norte), reduz a floração em 50% nas variedades de laranja 'Navelate' e 'Washington Navel'.

Estudo de Prades Aznar (2022)

A aplicação de ácido giberélico antes da indução floral reduziu efetivamente a floração e brotação na laranjeira 'Lane late'. A aplicação em setembro aumentou os brotos vegetativos, enquanto em dezembro aumentou os brotos mistos, reduzindo, em ambos os casos, os ramos florais.

Estudo de Sanches et al (2001)

A aplicação de 80 mg/L de GA3 resultou em uma marcante redução de 81% no número de flores e um aumento expressivo de 59,77% na produção de frutos temporões em limões Tahiti.

Recomendação de Castro et al. (1996)

Para regular o florescimento, evitando o excesso de flores e reduzindo a competição por carboidratos, ao mesmo tempo melhorando a vegetação e a fixação, recomenda-se a aplicação de ácido giberélico na concentração de 10 mg/L, juntamente com 8-15 mg/L de 2,4-D.

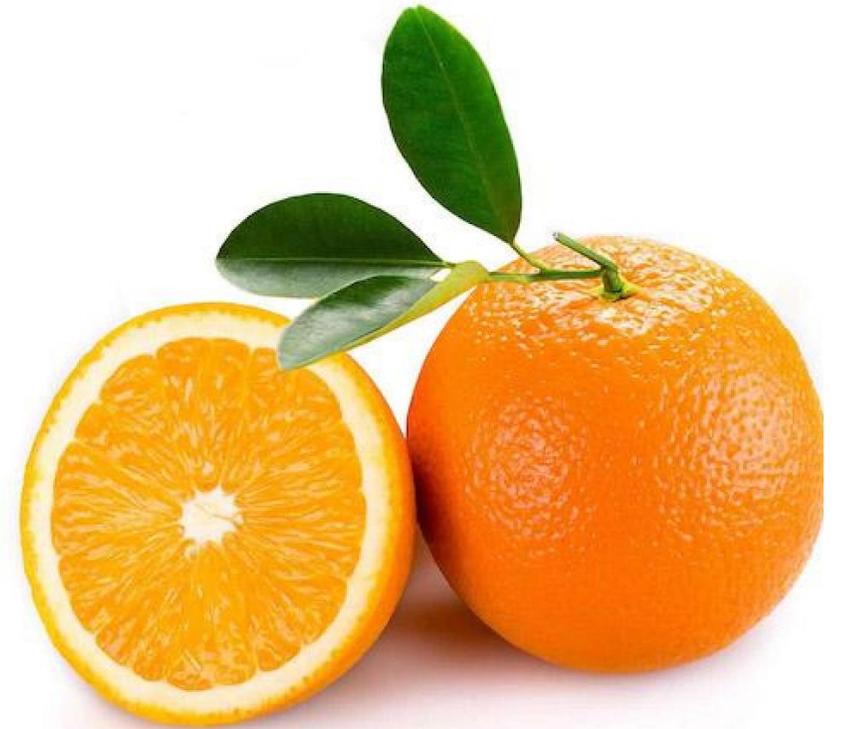
Etileno

Função do Fitohormônio

- Este fitohormônio desempenha uma função essencial no controle de processos fisiológicos relacionados à floração, com ênfase na fixação dos frutos, bem como no amadurecimento e em processos fisiológicos pós-colheita (TAIZ e ZEIGER, 2021).
- Os citros, sendo frutas não climatéricas, passam por um processo de maturação interna na própria árvore, sem depender significativamente da presença de etileno, utilizado em outras espécies para acelerar a maturação.

Desverdecimento dos Frutos

- Após a colheita, os frutos são submetidos à desverdecimento, um processo no qual uma atmosfera enriquecida com etileno, em temperaturas de aproximadamente 20-22°C, resulta na degradação das clorofilas, conferindo ao fruto uma tonalidade alaranjada mais atraente para os consumidores.



Estudo de Caetano (2022)

A aplicação de uma concentração de 0,5 g/L de ethephon durante 3 minutos é eficaz para induzir o desverdecimento em frutos de laranja Salustiana e Lima Sorocaba. O aumento na coloração desejável nos frutos ocorre após seis dias da aplicação para a Salustiana e após sete dias para a Lima Sorocaba.

Estudo de Josmori (2014)

A aplicação controlada de etileno em câmara, ajustando a concentração, temperatura e tempo de exposição, pode ser vantajosa para o tangor 'Murcott'. A utilização de 5 mL/L de etileno durante 96 horas através do produto Etil-5® (White Martins, Americana, SP), que contém 5% de etileno e 95% de nitrogênio, demonstrou ser suficiente para desencadear o processo de desverdecimento nessa cultivar.

Estudo de Jacomino (2003)

A aplicação de 6µL/L de etileno durante 4 dias é a recomendação mais apropriada para o desverdecimento eficaz sem comprometer a qualidade pós-colheita das frutas de limão siciliano.

Estudo de Corella Caballero (2018)

Concentrações de etileno a partir de 3 µL/L através do gás Azetil (5% etileno e 95% nitrogênio) são suficientes para iniciar o desverdecimento em frutos de lima ácida Tahiti beneficiados sem a aplicação de ácido giberélico.

Etileno como raleante

- **Uso do Ethephon**
- O ethephon é um regulador de crescimento vegetal que, ao entrar em contato com o tecido da planta, libera etileno. Este composto tem sido usado para a prática de raleio de frutas (SANCHES, 2000). No entanto, seus efeitos não são específicos e podem variar dependendo das condições climáticas (GUARDIOLA & GARCÍA-LUIS, 2000).
- **Momento Ideal para a Aplicação de Raleantes Químicos**
- O momento ideal para a aplicação de raleantes químicos ocorre no estágio pós-floração, aproximadamente 30 a 40 dias após as flores terem desabrochado. Nesse período, os frutos geralmente têm entre 1,5 e 2,0 cm de diâmetro (ORTOLA, 1998).
- A tangerineira “Ponkan” tem um padrão de produção alternado, produzindo uma grande quantidade de frutas em um ano e uma quantidade reduzida no ano seguinte. Para atenuar o problema da alternância de produção e melhorar a qualidade das frutas, uma solução é o raleio das frutas em anos de alta produção (RAMOS, 2009).



Uso de Ethephon na Tangerineira “Ponkan”

O uso de ethephon na dosagem de 400mg L⁻¹, quando os frutos da tangerineira “Ponkan” atingem um tamanho de dois centímetros, resulta em um raleio químico eficaz. Isso leva a frutas com maior massa fresca em comparação com as árvores onde o produto não foi aplicado (RAMOS,2009).

Estudo de Cruz et al (2011)

As dosagens de ethephon a partir de 300 mg L⁻¹ mostraram-se mais eficazes para o raleio. As frutas que permaneceram após o raleio apresentaram maior uniformidade de tamanho, o que contribuiu para um aumento na produtividade comercial da tangerina ‘Ponkan’.

Estudo de Sartori et al (2007)

Foi observado que o etefon só tem efeito de raleio em frutos de tangerineira cv. ‘Montenegrina’ (Citrus deliciosa Tenore) quando aplicado em concentrações acima de 200 mg L⁻¹. No entanto, essas concentrações, por serem fitotóxicas, podem ser mais prejudiciais às plantas e à produção de frutos do que benéficas

Florada fora de época

The background of the slide features a close-up photograph of citrus plants. On the left, there are several white, five-petaled flowers with yellow centers, some in full bloom and others as buds. The leaves are green and glossy. On the right side, a large, vibrant orange is shown, partially sliced to reveal its juicy segments. The lighting is bright, highlighting the textures of the petals, leaves, and fruit.

Estudos de Graça et al. (1997) e Caetano et al. (1981)

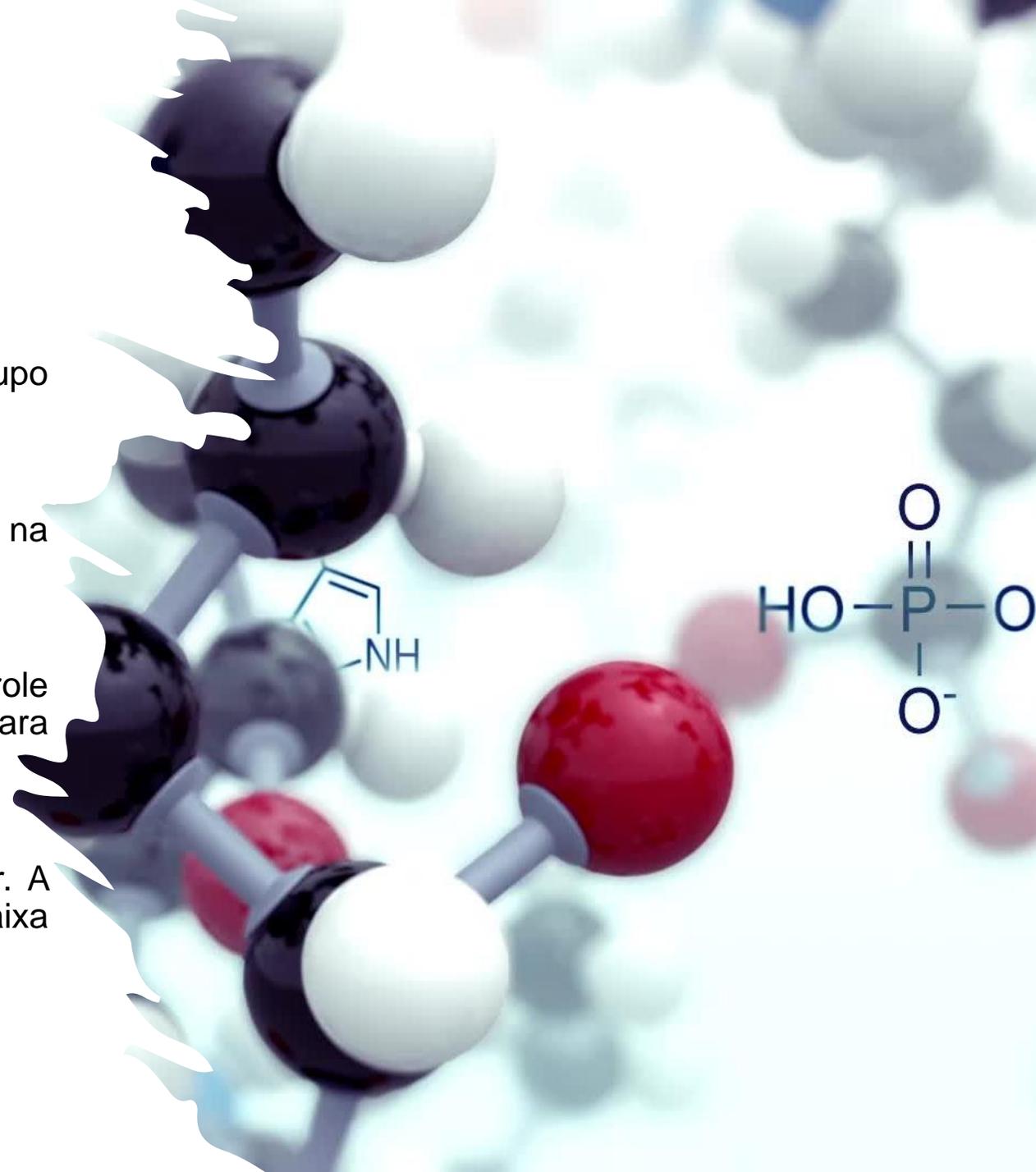
- Esses estudos sugerem a aplicação de ethephon na limeira ácida Tahiti, na concentração de 500 mg L⁻¹, com o objetivo de induzir floradas fora de época.

Estudo de Marinho et al (2001)

- Este estudo indica uma nova abordagem no manejo da fertilização de plantas que passam por esse tipo de tratamento. Essas plantas precisarão de monitoramento nutricional antes e depois do tratamento, além de fertilizações adicionais, principalmente com nutrientes de menor mobilidade.

Paclobutrazol

- O paclobutrazol (PBZ) é um composto que pertence ao grupo dos triazóis.
- O PBZ atua inibindo a síntese de giberelinas ao interferir na ação da enzima caureno oxidase.
- Nos citros, o PBZ é estudado por suas propriedades de controle do crescimento, promoção do florescimento e potencial para induzir a produção fora da temporada normal.
- O PBZ pode ser aplicado no solo ou por pulverização foliar. A aplicação no solo é considerada mais eficiente devido à baixa absorção foliar (DE SIQUEIRA, 2002).



Paclobutrazol

Resultados Positivos do Uso de Paclobutrazol

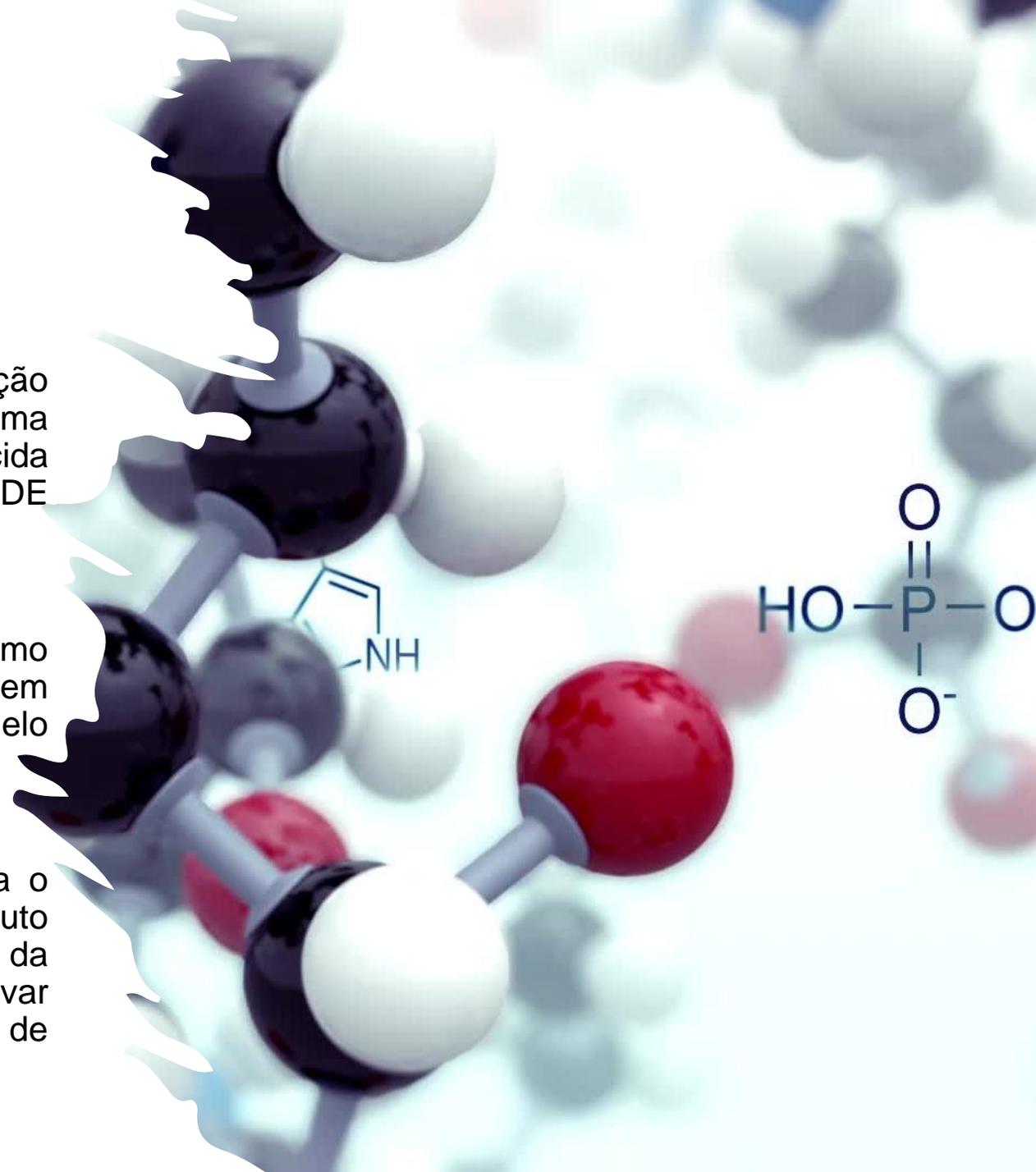
- O paclobutrazol tem mostrado resultados positivos na indução de florescimento em diversas variedades de citros, como lima ácida 'Galego', cunquates, tangerina 'Satsuma', lima ácida 'Tahiti', limão 'Eureka' e laranjas 'Valência' e 'Shamouti' (DE SIQUEIRA, 2002).

Efeitos Indesejáveis do Uso de Paclobutrazol

- No entanto, também foram relatados efeitos indesejáveis, como queda de frutos em laranja 'Valência', deformação floral em tangerina 'Ponkan' e produção de frutos pequenos em pomelo 'Rio Red' (DE SIQUEIRA, 2002).

Recomendação para o Uso em Larga Escala

- Apesar das perspectivas comerciais, a recomendação para o uso em larga escala é cautelosa, pois a eficácia do produto depende de diversos fatores, incluindo as condições indutivas da planta, seu estado nutricional e sanitário, a espécie ou cultivar em questão, além da concentração, época e método de aplicação (DE SIQUEIRA e SALOMÃO, 2002).



Estudo de Munoz et al. (2012):

- Aplicação de 40 mg L⁻¹ de ácido giberélico e 2.000 mg L⁻¹ de PBZ em laranjeiras.
- Pulverização de 10 L por árvore.
- Redução de 72% no número de flores por 100 nós com ácido giberélico.
- Aumento de 123% no número de flores por 100 nós e 74% no número de botões germinados com PBZ.
- Redução no número de brotos vegetativos.

Estudos com *C. aurantifolia*:

- Aplicações foliares de 1000 ppm ou 15 mL por litro de PBZ no solo de abril a agosto.
- Favorecimento da floração entre julho e outubro.
- Colheita dos frutos de dezembro a março, aproveitando o período de déficit produtivo e alcançando maiores preços de mercado (Medina et al., 1995).
- Aplicação de 5 mL de PBZ dissolvido em um litro de água na região do colo da árvore em julho induziu a floração em dezembro, 70 dias antes da data normal de floração da lima ácida no Nepal (Tripathi & Dhakal, 2005).

Importância do Timing:

- Destaque de Tripathi & Dhakal (2005) sobre a importância crítica de administrar o PBZ no tempo certo.
- Maior eficácia quando aplicado precocemente para induzir a floração.

Influência do Timing

- Iwahori & Tominaga (1986) afirmam que a aplicação imediatamente antes da brotação (abril, no hemisfério norte) acelera o desenvolvimento das gemas já diferenciadas e induz o florescimento.
- Efeito mais pronunciado em tangerinas 'Satsuma' durante a época de máxima diferenciação morfológica das gemas floríferas em janeiro (hemisfério norte).

Modo de Aplicação:

- Apesar da eficácia via foliar, a aplicação no solo é mais eficiente.
- Alta estabilidade no solo permite absorção contínua pelas plantas.
- Evita problemas potenciais de absorção foliar (Davis et al., 1988; De Siqueira e Salomão, 2002).

Imobilidade no Floema:

- Paclobutrazol praticamente imóvel no floema.
- Sem movimento descendente na planta, justificando maior eficácia quando aplicado no solo (Yelenoski et al., 1995; De Siqueira e Salomão, 2002).

Conclusão

1. Gestão Precisa:

1. Administração cuidadosa é crucial devido aos efeitos variáveis em doses inadequadas.
2. Possíveis efeitos indesejados incluem queda prematura de frutos e desenvolvimento comprometido.

2. Resposta Variável das Variedades:

1. Cada variedade de citros responde de maneira única aos reguladores vegetais.
2. Abordagem personalizada necessária para otimizar os benefícios.

3. Sensibilidade Diferenciada:

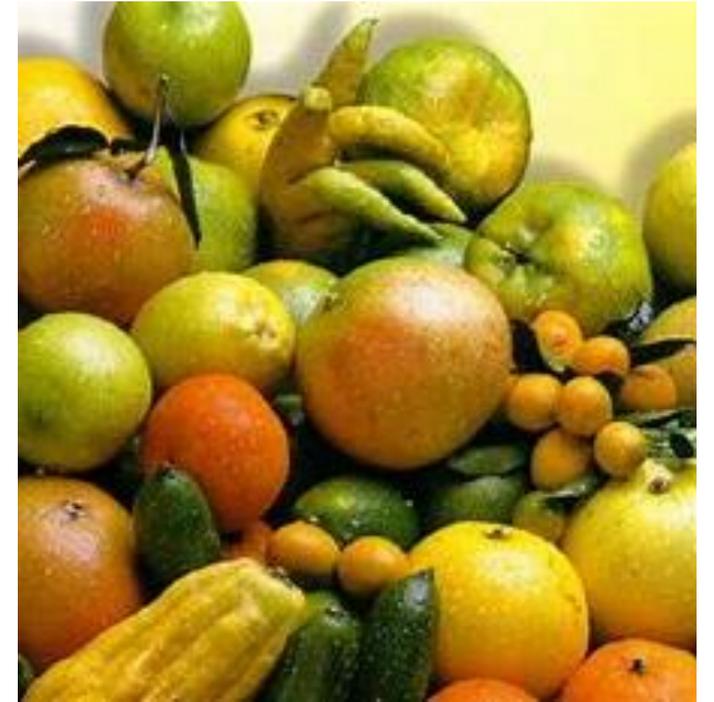
1. Variações na sensibilidade das plantas destacam a necessidade de pesquisas específicas.
2. Compreensão das respostas variáveis é essencial.

4. Interferência em Processos Fisiológicos:

1. Reguladores vegetais podem interferir em outros processos, como o transporte de nutrientes.
2. Monitoramento e gerenciamento essenciais para evitar consequências prejudiciais.

5. Necessidade de Pesquisa Contínua:

1. A evolução contínua na compreensão dos reguladores vegetais demanda pesquisa constante.



Referencias

- AGUSTÍ, M.; JUAN, M., ALMELA, V. Response of 'Clausellina' satsuma mandarin to 3,5,6-trichloro-2-pirydiloxyacetic acid and fruitlet abscission. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v.53, p.129-135, 2007.
- ALBRIGO, L. G. et al. Plant husbandry. In: **Citrus**. [S.I.]: CABI, 2019. cap. 5, p. 117-182.
- ALMEIDA, ISOLINA; RODRIGUES, JOÃO DOMINGOS; ONO, ELIZABETH ORIKA. Aplicação de reguladores vegetais no retardamento da abscisão de frutos de laranja- 'Hamlin'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, p. 306-311, 2002.
- ARIZA, R.; BARRIOS, A.; HERRERA, M.; BARBOSA, F.; ACEVES, A. M.; OTERO, M.; TEJACAL, I. Fitohormonas y bioestimulantes para la floración, producción y calidad de lima mexicana de invierno * Phytohormones and bio-stimulants to flowering, production and quality of Mexican lime in winter Resumen Introducción. **Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas**, v. 6, n. 7, p. 1653-1666, 2015.
- BAUSHER, M.G. & YELENOSKY, G. Sensitivity of potted citrus plants to top sprays and soil applications of paclobutrazol. **HortScience**, v.21, p.141- 143, 1986
- BAZURTO, F. P et al. Importance of paclobutrazol in out-of-season citrus production. **Manglar**, v. 19, n. 1, p. 117-127, 2022.
- BOETTCHER, G. N. Auxinas como raleantes químicos para tangerineiras (Citrus deliciosa Tenore) cv. Rainha. 2016.
- CAETANO, M. M et al. Uso do ácido 2-cloroetilfosfônico no desverdecimento pós-colheita de laranjas Salustiana e Lima Sorocaba. **Citrus Research & Technology**, v. 42, p. 1-9, 2022.
- CAETANO, A. A.; FIGUEIREDO, J.O.; FRANCO, J.F. Uso de ethephon e óleo mineral para alterar a época de produção do limão 'tahiti'. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA**, 6., 1981. Recife. Anais. Recife, Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1981. v.2., p.719a-g.

Referencias

- CASTRO, P.R.C. Reguladores vegetais na citricultura tropical. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS, 5., Bebedouro, 1998. Anais. Campinas: **Fundação Cargill**, 1998. p.463-479.
- CHANEY, W. R. A Paclobutrazol Treatment Can Leave a Tree More Stress Tolerant. **Turfgrass Trends**, p. 1-3, 2005
- CHOUDHARI, B.K.; CHAKRAWAR, V.R. Note on the effect of some biochemicals in the germination of rangpur lime seeds. Indian Journal **Agricultural Sciences**, New Delhi, v. 51, n. 3, p. 201-203, 1981.
- COELHO, Y.S., DUARTE, C.S., CHITARRA, M.I.F., CHITARRA, A.B. 1978. Acido giberélico e 2,4-D em citros. II. Efeito na maturação da tangerina 'Cravo'(Citrus reticulata Blanco). **Revista Brasileira de Fruticultura** 1:31-44
- CORELLA CABALLERO, R. I. **Concentração mínima de etileno para o desverdecimento e tratamento hidrotérmico para a conservação da coloração verde da lima ácida'Tahiti'**. 2018. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- CRONQUIST, A. The evolution and classification of flowering plants. New York: The **New York Botanical Garden Press**, 1988. 556
- CRUZ, M.C.M et al. Raleio químico na produção de tangerina'Ponkan'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 279-285, 2011.
- CURTI, S.; RODRÍGUEZ, J.; MOSQUEDA, R. Paclobutrazol, anillado y urea para modificar el crecimiento y floración del naranjo "Valencia"(Citrus sinensis (L.) Osbeck) en condiciones tropicales. **Rev. Agrobiencia**, v. 1, n. 4, p. 53-67, 1990.
- DAVIES, F.S. Growth regulator improvement of postharvest quality. In: WARDOWSKI, W.F.; NAGY, S.; GRIERSON, W. (eds). **Fresh Citrus Fruits**. Westport, Connecticut: AVI Publishing Co., 1986b. p. 79–99.
- DAVIS, T.D.; STEFFENS, G.L. & SANKHALA, N. Triazole plant growth regulators. **Horticultural Reviews**, v.10, p.63-105, 1988.

Referencias

- DA SILVA DOMINGOS, C; DA SILVA LIMA, L.H; BRACCINI, A. Nutrição mineral e ferramentas para o manejo da adubação na cultura da soja. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 14, n. 3, p. 132-140, 2015.
- DA SILVA, José Antonio Alberto et al. Doses de ácido giberélico na produção e qualidade de laranja Natal no estado de São Paulo, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 44, n. 4, p. 302-310, 2021.
- DE OLIVEIRA, R. P; SCIVITTARO, W. B. **Cultivo de citros sem sementes**. 2011.
- DE SIQUEIRA, D.L; SALOMÃO, L. C. C. **Efeitos do paclobutrazol no crescimento e florescimento dos citros**. 2002.
- DIAS, J. P. T (Org.). **Usos e aplicações de reguladores vegetais**. Belo Horizonte: EdUEMG, 2020. 142 p.
- Duarte, A.M.M., Trindade, D.T.G. & Guardiola, J.L. 1996. Thinning of 'Esbal' clementine with 2,4-dichlorophenoxyacetic acid. Influence on yield, fruit size and fruit quality. Proc. **Int. Soc. Citriculture**, 2:929-933.
- DUARTE, A.M.; GARCÍA-LUIS, A.; MOLINA, R.V.; MONERRI, C.; NAVARRO, V.; NEBAUER, S.G.; SÁNCHEZ-PERALES, M.; GUARDIOLA, J.L. Long-term effect of winter gibberellic acid sprays and auxin applications on crop value of 'Clausellina' Satsuma. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 131, n. 5, p. 586-592, 2006
- DUARTE, A.; TRINDADE, D. Melhoria da produtividade da clementina 'Fina', no Algarve. **Atas do 2º Congresso Nacional de Citricultura**, 2014.
- DUARTE, Amílcar. Notas sobre a aplicação de reguladores de crescimento na citricultura portuguesa. **Agrotec, Revista Técnico-Científica Agrícola**, v. 15, p. 52-56, 2015. FAGAN, E. B et al. Fisiologia vegetal: reguladores vegetais. 2015.
- EL-OTMANI, M., Coggins Junior, C.W. 1991. Growth regulator effects on retention of quality of stored citrus fruit. **Scientia Horticulturae** 45:261-272.
- FAGAN, E. B et al. Fisiologia vegetal: reguladores vegetais. 2015.

Referencias

- FERGUSON, L.; ISMAIL, M.A.; DAVIES, F.S.; WHEATON, T.A. Pre- and post-harvest gibberellic acid and 2, 4–dichlorophenoxyacetic acid applications for increasing storage life of grapefruit. **Proc. Fla. State Hort. Soc.**, v. 95, p. 242–245, 1982.
- GAMBETTA, G. et al. 'Montenegrina' mandarin: Characterization of the agronomic behaviour and fruit size improvement. In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS, 2008, China. Proceedings of the... China: **International Society of Citriculture**, 2008. p. 561-566
- GARDNER, F.E.; REECE, P.C.; HORANIC, G.E. The effect of 2,4–D on pre-harvest drop of citrus fruit under Florida conditions. **Proc. Fla. State Hort. Soc.**, v. 63, p. 7–11, 1950.
- GARMENDIA, A.; BELTRÁN, R.; ZORNOZA, C.; GARCÍA-BREIJO, F.J.; REIG, J.; MERLE, H. Gibberellic acid in Citrus spp. flowering and fruiting: a systematic review. **PLoS One**, v. 14, e0223147, 2019
- GILL, K et al. Physiological perspective of plant growth regulators in flowering, fruit setting and ripening process in citrus. **Scientia Horticulturae**, v. 309, p. 111628, 2023.
- GRAÇA, J. ET AL. **A cultura da lima ácida Tahiti (Limão Tahiti)**: perspectivas, tecnologias e viabilidade. Niterói, PESAGRO-RIO, 1997. 40p. (Documentos, 38).
- GUARDIOLA, J.L., Garcia,L. 2000. Increasing fruit size in citrus. Thinning and stimulation of fruit growth. **Plant Grow Regulation** 31:121-132
- GUARDIOLA, J. L., Almela, V. &Barres, M.T. 1988. Dual effects of auxins on fruit growth in Satsuma mandarin. **Sci. Hortic.** 34:228-237.
- HIELD, H.; COGGINS, C.; GARBER, M. Gibberellin tested on citrus: fruit set on Bearss lime, Eureka lemon, and Washington navel orange increased by treatments in preliminary investigations. **California Agriculture**, v. 12, p. 9-11, 1958.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA. 2022. Censo Agropecuário: Tabela 6588 - Série histórica da estimativa anual da área plantada, área colhida, produção e rendimento médio dos produtos das lavouras.

Referencias

- IGLESIAS, Domingo J. et al. Fisiologia da frutificação em citrus. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 19, p. 333-362, 2007.
- IWAHORI, S. & TOMINAGA, S. Increase in first-flush flowering of 'Meiwa' kumquat, *Fortunella crassifolia* Swingle, trees by paclobutrazol. **Scientia Horticulturae**, v.28, p.347-353, 1986.
- TADEO, F.R. Physiology of citrus fruiting. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 19, p. 333-362, 2007.
- JACOMINO, Angelo Pedro; MENDONÇA, Kiára; KLUGE, Ricardo Alfredo. Armazenamento refrigerado de limões' Siciliano'tratados com etileno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, p. 45-48, 2003.
- JOMORI, Maria Luiza Lye et al. Desverdecimento e armazenamento refrigerado de tangor 'Murcott'em função de concentração e tempo de exposição ao etileno. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 2, p. 825-834, 2014.
- LEONEL, S.; MODESTO, J.C.; RODRIGUES, J.D. Influência de fitoreguladores e nitrato de potássio na germinação de sementes e no crescimento de porta-enxerto de *Citrus amblycarpa*. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 52, n. 2, p. 252-259, 1994.
- LEONEL, S.; ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D. Ação das giberelinas e citocininas na germinação de sementes de laranja Azeda. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 69, n. 2, p. 201-211, 1994b
- MARINHO, CLÁUDIA SALES et al. Desequilíbrio nutricional na limeira ácida tahiti induzido pela aplicação de ethephon. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, p. 745-747, 2001.
- MATAA, M.; TOMINAGA, S. & KOSAKI, I. Relative effects of growth retardant (Paclobutrazol) and water-stress on tree growth and photosynthesis in Ponkan (*Citrus reticulata* Blanco). **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, v.67, p.28-34, 1998

Referencias

- . MEDINA, V.; BUENROSTRO, M.; TECOMDN, I. Effect of paclobutrazol on vegetative growth, flowering fruit size and yield in Mexican lime (*Citrus aurantifolia*) trees. Proceedings Florida State Horticultural Society, v. 108, p. 361-363, 1995.
- MEDINA, C. L.; CASTRO, P. R.C.; KLUGE, R. A.; SESTARI, I. Citros. In: CASTRO, Paulo Roberto Camargo; KLUGE, Ricardo A.; SESTARI, Ivan. Manual de fisiologia Vegetal: fisiologia de cultivos. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 2008. cap. Citros, p. 499-516.
- Menegucci, J.L.P., Amaral, A.M., Sobrinho, F.S., Souza, M. 2001. Efeito do GA3 e 2,4d na época de colheita de laranja 'lima Sorocaba'. *Ciência e Agrotecnologia* 25:878-889
- MERLIN, Tatiana Pires de Almeida. Uso de reguladores vegetais e bioestimulantes para a abreviação de produção do porta-enxerto limoeiro 'cravo'(Citrus limonia Osbeck). 2012.
- MESEJO, C. et al. Vascular tissues development of citrus peduncle is promoted by synthetic auxins. *Plant Growth Regulation, Netherlands*, v. 39, n. 1, p. 131-135, 2003.
- MODESTO, Júnior Cesar et al. Aplicação de ácido giberélico (GA3) em précolheita de tangerina 'Poncã'(Citrus reticulata blanco). *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 28, n. 1, p. 1-4, 2006.
- MOSS, G. I. Influence of temperature and photoperiod on flower induction and inflorescence development in sweet orange. *J. Hortic. Sci.*, v.44, p.311-320, 1969.
- MOSS, G. I. Influence of temperature and photoperiod on flower induction and inflorescence development in sweet orange. *J. Hortic. Sci.*, v.44, p.311-320, 1969.
- MUÑOZ, N.; MESEJO, C.; GONZÁLEZ, C.; PRIMO, E.; AGUSTÍN, M.; IGLESIAS, D. La carga de fruta modula la expresión génica relacionada con la floración en brotes de mandarina «Moncada» portadora alternativa. *Annals of Botany*, v. 110, n. 6, p. 1109-1118, 2012.
- NEGRISOLI, E. F. Fundo de Defesa da Citricultura. Uso do regulador vegetal 2,4-D visando retenção de frutos em laranjeiras afetadas por mancha preta dos citros 2013.

Referencias

- OGATA, T.; UEDA, Y.; SHIOZAKI, S.; HORIUCHI, S. & KAWASE, K. Effects of gibberellin synthesis inhibitors on flower settings of Satsuma mandarin. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, v.64, p.251-259, 1995.
- OKUDA, H.; KIHARA, T. & IWAGAKI, I. Effects of paclobutrazol application to soil at the beginning of maturation on sprouting, shoot growth, flowering and carbohydrate contents in roots and leaves of Satsuma mandarine. *Journal of Horticultural Science*, v.71, p.785-789, 1996
- ONO, E.O.; LEONEL, S.; RODRIGUES, J.D. Efeito de fitorreguladores e nitrato de potássio na germinação de sementes do limão 'Volkameriano'. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 50, n. 3, p. 338-342, 1993.
- ONO, E.O.; LEONEL, S.; RODRIGUES, J.D. Efeitos de fitorreguladores na germinação de sementes de Citrumelo 'Swingle'. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 16, n. 1, p. 47-50, 1995.
- ORTIZ MARCIDE, J. M. Nomenclatura botánica de los cítricos. *Levante Agrícola*, Valencia, n. 71, p. 259-260, 1985.
- OTERO, A. Raleo de frutos cítricos. Uma técnica para aliviar la alternância productiva y aumentar el tamaño de los frutos. In: *Avances de investigación em citricultura*. Salto Grande: INIA 2003. (Serie Actividades de Difusión 336)
- ORTOLA, A.G. et al. Fruitlet age and inflorescence characteristics affect the thinning and the increase in fruitlet growth rate induced by auxin applications in citrus. *Acta Horticulturae*, Wazeningen, n.463, p.501-508, 1998.
- PRADES AZNAR, Guillem. Efecto de la aplicación de giberelinas antes del periodo inductivo sobre la expresión del gen cift3 y la floración del naranjo (*Citrus sinensis* L.). 2022.
- RAMOS, J.D. Caracterização fenotípica do fruto, micropropagação e germinação de sementes do porta-enxerto tangerina 'Sunki' (*Citrus sunki* Hort. Ex. Tan.). 1994. 85 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1994.
- RAMOS, José Darlan et al. Ethephon no raleio de tangerinas' Ponkan'. *Ciência Rural*, v. 39, p. 236-240, 2009.

Referencias

RANI, A.; MISRA, K. K.; SINGH, R. R. O. Effect of shoot pruning and paclobutrazol on vegetative growth, flowering and yield of lemon (*Citrus limon* Burm.) cv. pant lemon-1. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, v. 7, n. 1, p. 2588-2592, 2018

RUFINI, J.C.M., RAMOS, J.D., MENDONÇA, V., ARAÚJO NETO, S.E., PIO, L.A.S., FERREIRA, E.A. 2008. Prolongamento do período de colheita da tangerina 'ponkan' com aplicação de GA3 e 2,4- D. *Ciência e Agrotecnologia* 32:834-839.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. *Citrus: World Markets and Trade*. Washington, D.C., 2023. Disponível em: < [Citrus: World Markets and Trade | USDA Foreign Agricultural Service](#) >. Acesso em: <10 novembro 2023 >.

TAIZ, L, ZEIGER, E. *Fundamentos de Fisiologia Vegetal-6*. Artmed Editora, 2021.

TALÓN, • M.; TADEO, F.R; BEM-CHEIK, W.; GOMEZ-CARDENAS, A.;MEHOUACHI, J.; PEREZ-BOTELLA, J.; PRIMO-MILLO, E. Hormonal regulation of fruit set and abscission in citrus: Classical concepts and new evidence. *Acta Horticulturae*, n.463, p.209-217, 1997.

TRIPATHI, K.; DHAKAL, D. Effect of paclobutrazol on off-season flower induction in acid lime (*Citrus aurantifolia* Swingle) landraces under Chitwan condition. *Journal of the Institute of Agriculture and Animal Science*, v. 26, p. 87-92, 2005.

SANCHES, F.R. *Aplicação de biorreguladores vegetais: aspectos fisiológicos e aplicações práticas na citricultura mundial* Jaboticabal: Funep, 2000. 160p.

SANCHES, FRAUZO RUIZ; LEITE, IZABEL CRISTINA; CASTRO, PAULO ROBERTO DE CAMARGO E. Efeito do ácido giberélico (AG3) na floração e produção da lima ácida'Tahiti'(Citrus latifolia Tan.). *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 23, p. 504-509, 2001.

Referencias

- SARTORI, I.A et al. Raleio químico de tangerineira cv.'Montenegrina'(Citrus deliciosa Tenore) com pulverizações de etefon. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 13, n. 1/2, p. 89-93, 2007.
- SERCILOTO, Chryz Melinski. **Fixação e desenvolvimento dos frutos do tangor'Murcote'(Citrus reticulata Blanco x Citrus sinensis L. Osbeck) e da lima ácida'Tahiti'(Citrus latifolia Tanaka) com a utilização de biorreguladores**. 2001. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- SILVA, J.A.A., DONADIO, L.C.S. 1997. Reguladores Vegetais na citricultura. **Boletim Citrícola**. UNEP/FUNEP/EECB. p. 5. v.3.
- SOOST, R. K.; BURNETT, R. H. Effects of gibberellin on yield and fruit characteristics of Clementine mandarin. In: **Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.** 1961. p. 194-201.
- SOUSA, H U et al. Efeito do ácido giberélico sobre a germinação de sementes de porta-enxertos cítricos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, p. 496-499, 2002.
- SPOSITO, M.B. **Fixação de frutos de limeira ácida 'Tahiti', sua relação com o acúmulo de graus-dia e a aplicação de ácido giberélico**. Piracicaba, 1998. 67p. Dissertação (Mestrado)- Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- SWINGLE, W. T. The botany of Citrus and its relatives. In: REUTHER, W.; WEBBER, H. J.; BATCHELOR, L. D. (Ed.). **The citrus industry**. Berkeley: University of California, 1967.v. 1, p. 190-430.