

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO



Raleio na pré-floração, brotação e produção em laranjeiras sob aplicação de ácido giberélico produzidas na região Sul do Rio Grande do Sul

Eng.^a Agrônoma Letícia da Silva Dummer

Pelotas, 2021.

Letícia da Silva Dummer

Raleio na pré-floração, brotação e produção em laranjeiras sob aplicação de ácido giberélico produzidas na região Sul do Rio Grande do Sul

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fruticultura de Clima Temperado, da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, sob a orientação do Prof. Dr. Paulo Celso de Mello Farias, como pré-requisito para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Celso de Mello Farias

Coorientadores: Prof. ^a Dra. Juliana Aparecida Fernando e Dr. Roberto Pedroso de Oliveira

Pelotas, 2021.

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

D889r Dummer, Letícia Da Silva

Raleio na pré-floração, brotação e produção em laranjeiras sob aplicação de ácido giberélico produzidas na região Sul do Rio Grande do Sul / Letícia Da Silva Dummer ; Paulo Celso de Mello Farias, orientador ; Roberto Pedroso de Oliveira, Juliana Aparecida Fernando, coorientadores. — Pelotas, 2021.

56 f.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2021.

1. Indução floral. 2. Laranja. 3. Giberelina. 4. Produtividade. 5. Rutaceae. I. Farias, Paulo Celso de Mello, orient. II. Oliveira, Roberto Pedroso de, coorient. III. Fernando, Juliana Aparecida, coorient. IV. Título.

CDD : 634.31

Letícia da Silva Dummer

Raleio na pré-floração, brotação e produção em laranjeiras sob aplicação de ácido giberélico produzidas na região Sul do Rio Grande do Sul

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 03 de setembro de 2021.

Banca examinadora:

.....
Prof. Dr.(Orientador)
Doutor em pela Universidade.....

Prof^a. Dr^a. Doralice Lobato de Oliveira Fischer. Doutora em Ciência pela Universidade Federal de Pelotas.

Prof. Dr.
.....
Doutor em pela Universidade

Prof. Dr.
.....
Doutor em pela Universidade

Agradecimentos

Aos meus pais, Luiz Felipe e Eloir, obrigada por cederem a área para a realização desse trabalho, a confiança depositada foi primordial durante todo o experimento. Agradeço também pelo incentivo, ajuda e amor.

Agradeço ao meu namorado, Jorge Luiz, por sua contribuição nos experimentos, pela paciência durante os dias difíceis, por todo incentivo e motivação incondicional. Eu não poderia ter escolhido outra pessoa para estar ao meu lado.

À minha amiga Tamires, agradeço por toda contribuição científica, companhia, risadas, apoio e torcida, obrigada por tornar a quarentena mais suportável.

Ao orientador desse trabalho prof. Dr. Paulo Celso de Mello Farias, à coorientadora prof. ^a Dra. Juliana Aparecida Fernando e ao coorientador Dr. Roberto Pedroso de Oliveira, pela confiança, apoio e disponibilidade.

Aos professores do PPGA, muito obrigada pelas aulas, ensinamentos e oportunidades.

Aos colegas e amigos do PPGA, obrigada pela ajuda, companheirismo e troca de experiências.

A todos que se fizeram presentes em minha vida, muito obrigada!

Dedico aos meus pais, Luiz Felipe Dummer e Eloir da Silva Dummer. Obrigada por tudo.

Resumo

DUMMER, Letícia da Silva. **Raleio na pré-floração, brotação e produção em laranjeiras sob aplicação de ácido giberélico produzidas na região Sul do Rio Grande do Sul**. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Fruticultura de Clima Temperado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2021.56 f.

Resumo — Com o presente trabalho objetivou-se estudar a redução do florescimento, a distribuição de brotações e a frutificação sob diferentes concentrações de ácido giberélico (AG_3) em laranjeiras por duas safras consecutivas no município de Pelotas, RS. O delineamento experimental foi em blocos, com cinco repetições, sendo a unidade experimental composta por cinco plantas. Os tratamentos compreenderam duas cultivares (Lane Late e Navelina) e cinco concentrações de ácido giberélico (AG_3) (0, 20, 40, 60 e 80 mg L⁻¹). As variáveis avaliadas nos dois ciclos de produção 2019/2020 foram: quantidade de flores, categorias de brotações e frutificação. No primeiro ciclo de produção, independente da cultivar as aplicações de AG_3 não causaram efeito nas variáveis avaliadas. No entanto, em 2020, quando utilizada a concentração 80 mg L⁻¹ aplicada em 20 de junho, observou-se efeito positivo para a 'Lane Late' que apresentou uma redução drástica no florescimento (275,4 flores/m²) quando comparada a testemunha (1812,8 flores/m²). A classificação das brotações também foi alterada, havendo redução de inflorescências sem folhas e com folhas, em 87,56% e 77% respectivamente. As brotações vegetativas aumentaram em 211% para a mesma concentração de AG_3 e a produção de frutos teve acréscimo de 59,52% em comparação ao tratamento controle, embora ainda seja considerada baixa para a cultivar. Em relação a 'Navelina', as aplicações de AG_3 não resultaram em diferenças significativas, possivelmente por não terem coincidido com o período de indução floral.

Palavras chave: indução floral; giberelina; Rutaceae; laranja; produtividade.

Abstract

DUMMER, Letícia da Silva. **Pre-flowering, budding and production thinning in orange trees under the application of gibberellic acid produced in the southern region of Rio Grande do Sul.** Dissertation (Masters in Agronomy – Temperate Climate Fruit Growing) – Postgraduate Program in Agronomy, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2021.56 f.

Abstract — This work aimed to study the reduction of flowering, the distribution of shoots and fruiting under different concentrations of gibberellic acid (AG_3) in orange trees for two consecutive crops in the city of Pelotas, RS. The experimental design was in blocks, with five replications, and the experimental unit consisted of five plants. The treatments comprised two cultivars (Lane Late and Navelina) and five concentrations of gibberellic acid (AG_3) (0, 20, 40, 60 and 80 mg L⁻¹). The variables evaluated in the two production cycles 2019/2020 were: number of flowers, budding categories and fructification. In the first production cycle, regardless of cultivar, GA_3 applications had no effect on the evaluated variables. However, in 2020, when using the concentration 80 mg L⁻¹ applied on June 20, there was a positive effect for 'Lane Late' which presented a drastic reduction in flowering (275.4 flowers/m²) when compared to control (1812.8 flowers/m²). The classification of shoots was also changed, with a reduction of inflorescences without leaves and with leaves, in 87.56% and 77%, respectively. The vegetative shoots increased by 211% for the same concentration of AG_3 and the fruit production had an increase of 59.52% compared to the control treatment, although it is still considered low for the cultivar. Regarding 'Navelina', AG_3 applications did not result in significant differences, possibly because they did not coincide with the floral induction period.

Keywords: floral induction; gibberellin; Rutaceae; orange; productivity.

Lista de figuras

Relatório de campo

Figura 1. Pomar comercial onde os experimentos foram realizados em árvores de laranjeira 'Navelina' e 'Lane Late'	36
---	----

Artigo 01

Figura 1. (A) Número de flores/m ² de planta; (B) Número de brotos reprodutivos sem folhas – BRSF; (C) Número de brotos reprodutivos com folhas – BRCF; (D) Número de brotos vegetativos – BV em laranjeira 'Lane Late' no ano de 2020.....	48
--	----

Lista de tabelas

Relatório de campo

Tabela 1. Manejo fitossanitário dos pomares de 'Lane Late' e 'Navelina' entre os anos de 2019 e 2021.	37
--	----

Artigo 01

Tabela 1. Número de flores/m ² para as laranjeiras 'Lane Late' e 'Navelina' em função de concentrações de AG ₃ nos anos de 2019 e 2020.....	44
Tabela 2. Porcentagem de brotações em Laranjeiras 'Lane Late' e 'Navelina' em função das concentrações de AG ₃ nos anos de 2019 e 2020.....	46
Tabela 3. Média das diferentes categorias de brotações em laranjeira 'Lane Late' e 'Navelina' em função das concentrações de AG ₃ nos anos de 2019 e 2020.	46
Tabela 4. Número de frutos por planta nas cultivares 'Lane Late' e 'Navelina' em função das concentrações AG ₃ nas safras de 2019/2020 e 2020/2021.....	49

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1 Florescimento em plantas cítricas	15
2.2 Indução floral.....	16
2.3 Controle do florescimento em plantas cítricas mediado por giberelinas.....	18
3. PROJETO DE PESQUISA.....	22
3.1 Título	22
3.2 Introdução e justificativa	22
3.3 Objetivo	23
3.3.1 Objetivos específicos	24
3.4 Hipótese.....	24
3.5 Meta	24
3.5.1 Metas específicas	24
3.6 Referencial teórico.....	24
3.7 Materiais e métodos.....	26
3.7 Orçamento.....	28
3.8 Cronograma.....	28
3.9 Equipe.....	29
REFERÊNCIAS.....	30
4. RELATÓRIO DE CAMPO	36
ARTIGO 01	39
1. Introdução.....	41
2. Material e métodos	42
3. Resultados e discussão.....	43
4. Conclusões	49

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
REFERÊNCIAS.....	52

1. INTRODUÇÃO GERAL

A produção de frutos cítricos é uma atividade socioeconômica de importância mundial, com cerca de 144 milhões de toneladas produzidas no ano de 2019, desse montante, destacam-se laranjas, tangerinas, limões e limas, representando respectivos 54,28%, 24,45% e 13,83% do total de citros produzidos, a produção de pomelos é a menos expressiva com 6,40% (FAO, 2021).

Nativos de regiões subtropicais e tropicais da Ásia e do Arquipélago Malaio, os frutos cítricos são cultivados entre 20° e -40° de latitude, fato que salienta sua ampla adaptabilidade edafoclimática (ROOSE et al., 2015). A variedade de espécies no gênero também merece destaque, englobando laranjas, tangerinas, limões, limas, pomelos, cidras e cunquates (SIQUEIRA; SALOMÃO, 2017).

A China lidera a classificação mundial, produzindo em 2019 cerca de 58 milhões de toneladas, representando 40,50% do total de frutos cítricos, o Brasil ocupa o segundo lugar, com 19,6 milhões de toneladas, referentes a 13,55% da produção global (FAO, 2021). Referente à produção de laranjas, o Brasil destaca-se mundialmente, preenchendo o posto de primeiro lugar há anos, com uma produção atual de 18 milhões de toneladas, que representam além de 80% da produção de citros nacional (IBGE, 2021). Com relação à produção de tangerinas, limões e limas, em 2019 o país alcançou um montante de 984 mil toneladas e 1,5 milhões de toneladas, respectivamente (FAO, 2021).

Entre os estados brasileiros, São Paulo é o líder na produção de laranjas com 14,4 milhões de toneladas, produzindo majoritariamente cultivares voltadas para o processamento de suco, com predomínio das laranjeiras ‘Pera’, ‘Valência’, ‘Natal’ e ‘Folha Murcha’. Na sequência de maiores produtores, encontram-se Minas Gerais, Paraná, Bahia, Sergipe e Rio Grande do Sul (BASTOS et al., 2014; IBGE, 2020).

Segundo o último censo agropecuário do IBGE em 2017, o Rio Grande do Sul é responsável pela produção de 356,5 e 142,4 mil toneladas de laranjas e tangerinas, ocupando a sexta e quarta posição, respectivamente. Além disso, o estado conta com cerca de 8 mil estabelecimentos produtores, evidenciando o caráter familiar da citricultura na região. Entretanto, em São Paulo observa-se que a cadeia produtiva de

citros apresenta um grande porte empresarial no setor, sendo o maior produtor de citros do país e possuindo grande parte dos pomares, principalmente de laranjeiras (47%), concentrados em 120 propriedades as quais pertencem, em grande parte, a três indústrias processadoras de suco (SIQUEIRA; SALOMÃO, 2017).

Seguindo o mesmo modelo do restante do país, o Rio Grande do Sul (RS) concentra sua produção em laranjas para industrialização, destinando boa parte do que produz para seis parques industriais (JOÃO; CONTE, 2018). Porém, devido à necessidade de diversificação e tendo como fator favorável o clima, sobretudo amplitude térmica, o estado começa a intensificar a produção de cultivares para o consumo in natura, entre elas laranjeiras do grupo umbigo, cuja principal característica é a ausência de sementes.

Quatro principais regiões citrícolas destacam-se no estado, sendo elas: Vale do Caí, Alto Uruguai, Serra e mais recentemente a Fronteira Oeste (EFROM; SOUZA, 2018). No entanto, apesar de concentradas nestas regiões, é importante salientar que o zoneamento agroclimático mostra diversas outras áreas adequadas à produção de citros, como os municípios da zona Sul, os quais são considerados aptos para a maioria das cultivares de laranjas e tangerinas, desde que enxertadas em porta-enxertos resistentes ao frio (WREGE et al., 2004) como o *Poncirus trifoliata* (OLIVEIRA et al. 2008).

Apesar de tamanho potencial, o RS não é autossuficiente na produção de laranjas e limões, e a produtividade dos pomares de tangerinas é inferior a outros estados (JOÃO; CONTE, 2018), ficando evidente que há um grande espaço para crescimento, diversificação e exploração do potencial econômico dos citros. Importante destacar que as cultivares destinadas ao consumo in natura, possuem valor agregado superior ao das cultivares destinadas à industrialização, além de terem coloração e sabor favorecidos pelas condições edafoclimáticas, são requisitadas pelo consumidor, apresentando ótima capacidade para exportação e sendo portanto um importante instrumento socioeconômico.

Dada tamanha importância, técnicas de manejo que objetivam melhorar a qualidade e produtividade das plantas deste gênero tornam-se valiosos instrumentos no desenvolvimento socioeconômico. Neste contexto, se encontram as giberelinas (AG), reguladores de crescimento vegetais estudados há décadas, cuja utilização está prevista para os mais diversos fins nas cultivares cítricas, desde o controle do florescimento, até melhorias da qualidade dos frutos em pré-colheita (MAIA et al., 2010; ROKAYA et al., 2016; KHEDER et al., 2019).

Descobertas há mais de 90 anos, por meio da investigação do crescimento anormal de plantas de arroz, as giberelinas compõem uma família de hormônios produzidos por plantas, fungos e bactérias, com 140 formas conhecidas até o momento, sendo a última caracterizada há 15 anos (HEDDEN, 2020). As giberelinas diferem entre si conforme sua estrutura química, denominadas com base na ordem em que foram identificadas, sendo adicionado à sigla AG um número sequencial referente à cronologia de identificação (HEDDEN; SPONSELL, 2015).

As formas com maior atividade biológica e disponíveis comercialmente são AG₇, AG₄ e AG₃. Devido aos reduzidos valores obtidos por meio de plantas, o ácido giberélico (AG₃) é produzido em escala comercial a partir de duas técnicas: a fermentação submersa (SmF) e a fermentação em estado sólido (SSF), ambas a partir do fungo *Fusarium fujikuroi* (CAMARA et al., 2018).

A produção a partir da SmF requer maior quantidade de energia, amplo espaço e implica na utilização de grandes volumes de água visto que o microrganismo é cultivado em meio líquido (UTHANDI et al., 2010). Já a SSF caracteriza-se pela necessidade de um meio sólido como substrato, que, em geral, são mais baratos pois, resíduos agroindustriais podem ser utilizados, além disso, apresenta elevado rendimento e menor geração de efluentes (PANDEY et al., 2000).

Em citros, as giberelinas podem ser usadas para diversas finalidades e em várias fases de desenvolvimento, como crescimento de calo in vitro, germinação de sementes, crescimento de mudas, redução da alternância de produção, retardo da colheita e deslocamento da safra (SANCHES et al., 2001; GARMENDIA et al., 2019). Toda essa gama de possibilidades é norteadas por diversos fatores, que englobam características intrínsecas e extrínsecas a cultivar. Por esse motivo, os resultados

obtidos com esse hormônio são muito variáveis, sobretudo quando utilizado em períodos críticos, como no momento da indução floral visando reduzir o florescimento.

A redução da intensidade floral em citros torna-se importante sob quatro pontos de vista: diminuir a alternância de produção em cultivares com sementes, aumentar a quantidade de frutos partenocárpicos, retardar a época de produção das plantas e melhorar a quantidade de frutos em cultivares com florescimento abundante. No entanto, este resultado não é simples de ser obtido frente à sazonalidade do período de indução (LIMA, 1989).

Diante deste contexto, conduziu-se o presente trabalho com o objetivo de investigar o comportamento de duas cultivares de laranjeira de umbigo, 'Lane Late' e 'Navelina', sob diferentes concentrações de ácido giberélico (AG_3), buscando reduzir o florescimento, modificar a proporção de brotações e avaliar o impacto desse manejo na produção de frutos, frente à hipótese de que o excesso de flores pode resultar em uma menor quantidade de frutos na colheita.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Florescimento em plantas cítricas

O gênero *Citrus* é conhecido por produzir excesso de flores, valor este que pode chegar a mais de 100.000 unidades por planta, no entanto, o número de frutos formados é baixo, variando entre 0,1% e 15% do total de estruturas florais produzidas (SIQUEIRA; SALOMÃO, 2017).

Além disso, a espécie *Citrus sinensis* é caracterizada como nectarífera, por possuir uma câmara de néctar com 6,5 mm e presença de osmóforos, responsáveis pela liberação do odor adocicado típico de pomares em plena floração, tal propriedade proporciona uma possibilidade de renda extra ao citricultor proporcionando a produção do mel de laranja (RIBEIRO et al. 2017; WRIGHT, 2007).

As flores cítricas são hermafroditas, havendo espécies que produzem flores masculinas devido ao abortamento do pistilo, como ocorre em cidreiras e limoeiros. Outras espécies exibem flores estéreis, seja por defeito na formação do saco embrionário ou pela diminuta produção de pólen (SIQUEIRA E SALOMÃO, 2017). Na presença de esterilidade, os frutos são produzidos por partenocarpia, não havendo necessidade de fecundação e desenvolvimento de sementes, como ocorre em laranjeiras de umbigo 'Lane Late', 'Navelina', 'Navelate', 'Washington Navel' e 'Bahia' que apresentam esterilidade gamética absoluta devido à impraticabilidade dos grãos de pólen (OLIVEIRA et al. 2004).

Existem duas categorias de partenocarpia: a autonômica e a estimulativa. Na autonômica, também chamada vegetativa, a frutificação ocorre sem nenhum estímulo adicional, enquanto na estimulativa, como o nome sugere, são necessários determinados estímulos para o desenvolvimento do ovário, como polinização, germinação do pólen e desenvolvimento do tubo polínico, porém, sem necessidade de fertilização (OLIVEIRA et al. 2011).

As flores provêm de ramos do ano, podendo ser simples ou em inflorescências, as quais possuem, ou não, folhas (KREZDORN, 1986). Geralmente, a maior quantidade de flores concentra-se na parte externa da árvore e as épocas de emissão variam conforme o clima. Em condições de clima subtropical e temperado, a principal

floração cítrica ocorre na primavera com o crescimento vegetativo, tendo como fator indutivo as baixas temperaturas (IGLESSIAS et al. 2007).

A importância das inflorescências formadas reflete-se na produção e qualidade dos frutos, os quais são maiores e tem sua retenção garantida por mais tempo na planta quando provém de flores ou inflorescências acompanhadas por folhas (GUARDIOLA; GARCÍA-LUIS, 2000). Trabalhando com diferentes relações folhas/frutos, Siqueira et al. (2007) observaram que para a laranjeira ‘Salustiana’ 30 folhas foram suficientes para garantir o crescimento dos frutos. Isso se deve ao fato de que inflorescências com folhas apresentam maior quantidade de carboidratos, hormônios e tem uma melhor conexão vascular com os frutos em desenvolvimento (SIQUEIRA; SALOMÃO, 2017).

A duração do florescimento em citros é bastante variável, mas de maneira geral é relatado entre 10 e 25 dias (HERRERA et al. 1999). Estudando a cultivar ‘Lane Late’ em Portugal, Menino et al. (2003), observaram 42 dias de florescimento. Em laranjeira ‘Navelina’ e ‘Washington’ foram relatados na Argentina, 48 e 50 dias, respectivamente (MICHELOUD et al. 2018).

Esse tempo longo de floração aliado a abundância representa, além de gasto energético, um fator de risco para incidência de doenças florais, como a podridão floral, além de danos ocasionados por geadas tardias, registradas com frequência no Rio Grande do Sul.

2.2 Indução floral

Para produzir flores, as plantas passam por um período de indução, o qual compreende a fase em que as gemas dormentes recebem estímulos exógenos e endógenos para sua posterior diferenciação floral ou manutenção do estágio vegetativo (DAVENPORT, 1990). Em regiões subtropicais esse estímulo ocorre no outono/inverno em decorrência das baixas temperaturas, ao passo que, em condições tropicais, onde não há períodos inverniais, o fator responsável por essa indução é a seca. Árvores cítricas mantidas em temperatura de 25 °C e submetidas ao déficit hídrico, passaram pelo período de indução floral, fato este que não ocorreria se as condições de umidade do solo fossem adequadas (INOUE, 1989).

Sob baixas temperaturas, inferiores a 15 °C, a atividade da raiz é reduzida, o que acarreta menor síntese e transporte de hormônios vegetais, entre eles as giberelinas (SOUTHWICK; DAVENPORT, 1986). Portanto, o frio age bloqueando o principal inibidor do florescimento em citros, fato este que permite às gemas passarem pelo processo de indução e diferenciação floral, brotando quando as temperaturas se elevarem além do valor limite (13 °C) para o crescimento das plantas cítricas (PIMENTEL et al. 2007). No entanto, nas condições do RS, como relatado por Schneider (2019), as laranjeiras iniciam sua brotação em pleno inverno, entre julho e agosto, aumentando o risco de danos causados por geadas. Na Argentina, Micheloud et al. (2018) observaram o mesmo período para o início da brotação em diferentes cultivares cítricas.

Além disso, o período de indução é caracterizado pela redução da atividade fotossintética, devido às baixas temperaturas, a redução da radiação solar, assim como pela própria queda na demanda por fotoassimilados da planta, que está com seu crescimento reduzido nesse momento (MACHADO et al. 2005; RIBEIRO, 2006). Portanto, as condições necessárias para que o florescimento ocorra, são, em simultâneo, estressoras para as árvores.

O processo de indução é invisível anatomicamente, e os primeiros sinais florais são verificados apenas na diferenciação floral, onde, por intermédio de análises histológicas das gemas, se observa o achatamento, aumento no diâmetro e a emissão de sépalas e pétalas (PEREIRA et al. 2003). Todavia, do ponto de vista prático, os primeiros sinais de florescimento podem ser observados a campo apenas a partir do estágio BBCH53, referente ao momento em que os primórdios florais verdes são visíveis, conforme escala fenológica elaborada para plantas cítricas por Agustí et al. 1995.

O período em que a indução ocorre é amplo, e alguns autores relatam que ele pode ocorrer de 60 a 120 dias antes do florescimento propriamente dito (GRAVINA, 2014). No entanto, sua duração é curta, ocorrendo cerca de duas a três semanas antes da diferenciação floral (ERICKSON, 1968). No que lhe concerne, o tempo decorrido entre a diferenciação floral e a plena floração é em média dois meses (TADEO et al. 2003).

Entretanto, é importante ressaltar que não se deve atribuir datas fixas para os estádios, visto que, esses períodos são extremamente variáveis, tanto entre cultivares quanto entre anos, atribuídos pela temperatura e radiação solar acumulada (MICHELOUD et al. 2018).

2.3 Controle do florescimento em plantas cítricas mediado por giberelinas

A utilização de giberelinas para reduzir o florescimento cítrico já é documentada há décadas, alguns obtendo sucesso (MONSELISE; HAVELY, 1964; PEREIRA et al. 2003; SANCHES et al. 2001), outros não relatando nenhuma redução (FIDELIBUS; DAVIES, 2002; RAMOS-HURTADO et al. 2006). Buscando moderar o florescimento da tangerineira 'Ponkan', Maia et al. (2010) constataram que 50 mg L⁻¹ de AG₃ aplicados no período de 90 a 150 dias antes do pleno florescimento, consegue reduzir a emissão de flores e aumentar a fixação de frutos em relação ao ano de florescimento abundante. Em limeira ácida 'Tahiti', 80 mg L⁻¹ de AG₃ aplicados durante o inverno, inibem em 84% o florescimento, deslocando a produção de frutos para o período de entressafra (SANCHES et al. 2001).

Presentemente as pesquisas envolvendo os efeitos da giberelina e o florescimento em citros estão voltadas para a compreensão dos fatores genéticos influenciados tanto pela quantidade endógena, quanto exógena do hormônio. Há evidências de que os mesmos genes relatados em plantas modelo agem de maneira semelhante em citros, sendo conservados entre as espécies (NISHIKAWA, 2013).

A redução do florescimento em citros foi reportada por Muñoz- Fambuena et al. (2012), através da repressão do gene *citrus FT* (*CiFT*) nas folhas pela ação de 40 mg L⁻¹ de AG₃, ministrados no período de indução floral, o que resultou em uma redução de 72% de flores para cada 100 nós. Para confirmar o efeito, os pesquisadores utilizaram 2000 mg L⁻¹ de um inibidor do transporte de giberelina, o paclobutrazol (PBZ), em árvores paralelas, e verificaram um aumento de 123% no florescimento, acompanhado de um aumento na expressão de *CiFT*. Este gene é análogo ao *FLOWERING LOCUS T* (*FT*), e é um dos constituintes do grupo de genes chamados integradores da floração, pois são os responsáveis por captar e integrar os sinais endógenos e exógenos das diversas rotas envolvidas nos primeiros momentos do processo de indução floral (MUÑOZ-FAMBUENA et al. 2011; SONG et al. 2013).

Por outro lado, partindo da suposição que a giberelina exógena também consegue inibir diretamente o florescimento na gema, e não apenas através de sinalização móvel na folha, Goldberg-Moeller et al. (2013) estudaram as modificações neste órgão sob efeito de giberelina, aplicando quatro doses na concentração de 150 mg L⁻¹, no decorrer de três anos em tangerineira 'Orri'. Os resultados revelaram níveis reduzidos de *FT* e *APETALA 1 (AP1)*, além de redução de gemas floríferas nos três anos consecutivos: de 57% para 23%, de 95% para 84% e de 69% para 17%, respectivamente, enquanto os genes *FLC* e *SOC1* não sofreram alterações pelo tratamento. *AP1* está envolvido na segunda etapa da cadeia de sinalização genética, denominado gene de identidade do meristema floral, responsável por desencadear uma terceira classe, os genes de identidade dos órgãos florais, os quais são responsáveis pelo desenvolvimento das estruturas que compõe os órgãos reprodutivos, tais como pétalas, sépalas e estames (NISHIKAWA, 2013).

As giberelinas endógenas também são responsáveis pela inibição do florescimento, sendo-lhes atribuída a principal causa da alternância de produção observada em tangerineiras 'Ponkan', 'Caí', 'Montenegrina', em tangor 'Murcot', em laranjeira 'Valência', entre outras (JOÃO; CONTE, 2018).

Estas cultivares têm em comum, além do gênero, a presença de sementes, que produzem giberelina capaz de difundir-se para a planta, inibindo o florescimento e consequentemente a produção do ciclo seguinte. O mecanismo de inibição relativo à carga de frutos foi estudado em tangerina 'Moncada' ao nível genético, pela primeira vez por Muñoz-Fambuena et al. (2011), os quais evidenciaram o efeito na expressão dos genes de florescimento em tratamentos com diferentes níveis de retirada dos frutos (33%, 66% e 100%). As plantas em que as frutas foram mantidas em sua totalidade, chamadas de "on", tiveram a expressão dos genes *CiFT* e *SUPRESSOR OF CONSTANS 1 (SOC1)* inibidos, resultando em uma relação média de cinco flores/100 nós na primavera seguinte, contrariamente, as árvores totalmente desfrutadas, denominadas "off", apresentaram o maior número de flores, cerca de 140 flores /100 nós.

Outro dado relevante neste estudo de Muñoz-Fambuena et al. (2011), refere-se ao tempo que os frutos permaneceram nas plantas, de forma que quanto mais tardia foi sua colheita (a partir de novembro no hemisfério norte), mais drásticas foram

as reduções no florescimento. Estes resultados mostram que a partir de determinado estágio, os efeitos sobre as gemas dormentes são irreversíveis, e, embora este efeito não possa ser atribuído a um único fator, as giberelinas possivelmente exerceram papel-chave na inibição do florescimento ao migrarem dos frutos desenvolvidos para a planta, no momento de sensibilidade das gemas (indução floral). Este fato ganha mais força ao ser comparado com os efeitos do desbaste de frutos promovido nos meses de agosto, setembro e outubro, quando os frutos estavam no estágio II de desenvolvimento, o que não acarretou redução da expressão gênica de *CiFT* e *SOC1* e consequentemente do florescimento.

Recentemente, Tang e Lovatt (2019) publicaram novas informações sobre o efeito de tratamento com frio, calor e GA₃ nos demais genes envolvidos no processo floral que até então não haviam sido documentados, sendo eles: *SEPALLATA1* (*SEP1*), *PISTILLATA* (*PI*) e *AGAMOUS* (*AG*), os quais são responsáveis pela formação dos órgãos florais. Os autores estabeleceram relação positiva na indução floral pelo frio, e negativa pelo calor e AG₃.

Dessa forma, o trabalho revelou que as plantas submetidas a sete aplicações de GA₃ da segunda até a oitava semana de frio, tiveram redução dos transcritos de *AP1*, *AP2*, *SEP1*, *PI* e *AG* e do número de inflorescências (2,3 por árvores), assemelhando-se aos valores obtidos nas árvores que passaram apenas pelo tratamento de calor. Ao passo que, a expressão de *FT*, *SOC1* e *LFY* não sofreu alterações com as concentrações de AG₃, contrastando os achados anteriores de Muñoz-Fambuena e equipe.

No entanto, quando houve um atraso na época de aplicação da giberelina, pulverizadas apenas concentrações, as inflorescências foram contabilizadas em 22,5 por árvore, sendo este resultado semelhante às plantas que receberam quatro semanas de frio. Portanto, nesse trabalho, os genes efetivamente reduzidos por AG₃ não são os integradores de floração (*FT*, *SOC1* e *FLY*), e sim os genes responsáveis pela identidade de meristema (*AP1* e *AP2*). Estes genes ao serem reduzidamente expressos, ativam de forma igualmente menor os genes de identidade dos órgãos florais (*SEP1*, *PI* e *AG*) assumindo o papel altamente dinâmico da giberelina e seu envolvimento na cadeia de genes florais

Para uma melhor compreensão, seria interessante a realização de um trabalho semelhante com a mesma cultivar de laranjeira, avaliando apenas concentrações de AG₃ e épocas de aplicação, pois é conhecido que o frio exerce papel irreversível na inativação de genes antagônicos ao florescimento (GARMENDIA et al. 2019), além do fato que pode ter havido efeito direto sobre *FT*, *SOC1* e *FLY*, que se expressaram antes em resposta ao frio.

3. PROJETO DE PESQUISA

3.1 Título

Florescimento e fixação de frutos em laranjeiras de umbigo ‘Lane Late’ e ‘Navelina’ (*citrus sinensis* (L.) Osbeck) sob concentrações de ácido giberélico.

3.2 Introdução e justificativa

A citricultura brasileira ocupa lugar de destaque mundial. O país classifica-se como o segundo maior produtor de citros, com cerca de 13,5% e ocupa o primeiro lugar no que se refere somente à produção de laranjas, com 23,8% equivalente a 17,5 milhões de toneladas produzidas em 631,7 mil hectares (FAO, 2019; IBGE, 2019).

Em âmbito nacional, conforme o último levantamento do IBGE em 2017, o estado de São Paulo segue na liderança em produção de laranjas, com 77%, que representam cerca de 13,4 milhões de toneladas, cujo rendimento médio é de 33,3 t/ha. O Rio Grande do Sul ocupa a sexta posição na produção de laranjas, com 356,5 mil toneladas e rendimento de 15 t/ha.

No entanto, o estado ocupa o terceiro lugar na quantidade de estabelecimentos produtores, com cerca de 8 mil propriedades com atividade em laranjais, nesta classificação, São Paulo ocupa a quarta posição, com menos de 5 mil estabelecimentos (IBGE, 2017). Evidencia-se assim, que a maioria dos pomares no Rio Grande do Sul situam-se em pequenas propriedades, demonstrando a predominância da agricultura familiar na produção citrícola do estado, além de enfatizar a importância da atividade para diversificação visando a agregação de renda.

Segundo João e Conte (2018), o Rio Grande do Sul destina boa parte de sua produção ao parque industrial, formado por seis agroindústrias. Nota-se, portanto, que a citricultura no estado seguiu o modelo industrial na escolha de cultivares, ou seja, dando preferência àquelas voltadas ao processamento.

A concentração de produção em certa cultura ou cultivar cujas finalidades assemelham-se acaba saturando o mercado e consequentemente causando redução de preços para o produtor. Em São Paulo, por exemplo, além de 80% das laranjas produzidas são destinadas ao processamento de suco, sendo notável a queda dos preços recebidos pelos citricultores (SIQUEIRA; SALOMÃO, 2017), uma das

estratégias para reverter este cenário é incentivar a citricultura de mesa, ainda em fase de desenvolvimento no país.

Neste contexto de novidade, Ramos (2015), enfatiza a importância da avaliação do comportamento fenológico de cada cultivar nas mais distintas regiões, para haver uma correta indicação e manejo das mesmas. As cultivares de laranja para consumo in natura, embora predominantes em outros países, ainda estão começando seu processo de expansão no Brasil, havendo a necessidade de testes, pesquisas e definição do comportamento das mesmas conforme as condições edafoclimáticas do país.

No presente projeto, buscar-se-á melhor compreensão dos eventos relacionados ao florescimento de duas laranjeiras apirênicas, as cultivares 'Lane Late' e 'Navelina', buscando desta forma, a possibilidade de modificá-lo ou controlá-lo através da utilização de ácido giberélico, analisando posteriormente os possíveis resultados desta redução, ou seja, se a mesma foi efetiva na fixação de frutos e, neste caso, as concentrações e épocas mais adequadas para aplicação. A justificativa para este estudo baseia-se em relatos de pesquisadores e citricultores acerca da tendência de menor fixação de frutos que cultivares sem sementes e com elevada taxa de florescimento apresentam, fato que é frequentemente atribuído ao forte dreno que as flores constituem e a desequilíbrios hormonais devido à ausência de sementes, acarretando baixas produtividades e rendimentos insatisfatórios (IGLESIAS, 2007; MICHELOUD et al. 2016, 2018).

Agrega-se a tais fatos, a carência de estudos em laranjeiras de umbigo para as condições brasileiras, visto que, a maioria das cultivares deste grupo é proveniente de mutações espontâneas ocorridas em outros países, sendo a 'Lane Late' originária da Austrália e a 'Navelina' dos Estados Unidos, além do fato de que a produção destas laranjas não é tradicional no Brasil, caracterizando um mercado em fase de expansão que ainda é insuficiente em pesquisas nacionais.

3.3 Objetivo

Avaliar o florescimento e a produção das laranjeiras de umbigo 'Lane Late' e 'Navelina' sob concentrações de ácido giberélico (AG₃).

3.3.1 Objetivos específicos

- Quantificar o número total de flores e frutos produzidos pelas cultivares.
- Quantificar a queda de botões, flores e frutos em condições naturais e sob tratamento.
- Avaliar a efeito dos tratamentos sobre o florescimento e fixação de frutos e definir as melhores épocas de aplicação, bem como as melhores concentrações de ácido giberélico.
- Estimar a época de indução floral das cultivares.
- Caracterizar morfológicamente o florescimento das cultivares (categorias de brotações, presença e quantidade de folhas) sob tratamento com ácido giberélico.
- Avaliar a produção final (colheita) em cada tratamento.

3.4 Hipótese

A quantidade de frutos que fixam e se desenvolvem é inversamente proporcional ao número de flores produzidas.

3.5 Meta

Aumentar a quantidade de frutos fixados e a produtividade final do pomar.

3.5.1 Metas específicas

- Definir se o tratamento com ácido giberélico se mostra eficaz, executável e viável.
- Tornar este estudo uma fonte de consulta para futuras pesquisas que visem uma melhor compreensão do florescimento e frutificação de plantas frutíferas, agregando-se a possibilidade de manipular e controlar tais processos.

3.6 Referencial teórico

O gênero *Citrus* apresenta flores hermafroditas com alta taxa de heterozigose, existindo ainda cultivares com esterilidade masculina ou feminina (SIQUEIRA ;SALOMÃO, 2017). Dessa forma, cultivares com flores estéreis produzem seus frutos por partenocarpia (DUARTE, 2015).

O florescimento também se caracteriza por ser abundante, ultrapassando facilmente 100.000 unidades por planta e pode ser considerado antagônico a frutificação, visto que as taxas de fixação diminuem progressivamente com o aumento de flores, variando de 15% até menos de 0,2% do total de estruturas reprodutivas formadas (SIQUEIRA; SALOMÃO, 2017).

A ausência de sementes, com uma intensa floração podem ser a causa de produtividades aquém do esperado em algumas cultivares de mesa. Como exemplo, pode-se citar a laranjeira de umbigo 'Monte Parnaso', a qual caracteriza-se pela colheita tardia (julho a setembro), frutos grandes partenocárpicos e intensa floração, assemelhando-se a cultivar 'Lane Late'. Segundo Koller (1993), a produtividade da 'Monte Parnaso' é baixa, geralmente atingindo apenas 1/3 a 1/4 da alcançada pela laranjeira 'Valência'. Para Agustí e Almela (1991), a principal causa dessa baixa produtividade em cultivares de umbigo está ligada a desequilíbrios nutricionais e hormonais relacionados a elevada floração, ao menor número de folhas em ramos reprodutivos e a ausência de sementes, o que resulta em elevada queda de flores e frutos em desenvolvimento, tanto mais intensa quanto maior a quantidade de flores.

Tais observações também são relatadas por Duarte (2015), que relaciona a baixa produtividade em citros de mesa a uma intensa floração que esgota as reservas da planta, fazendo com que a taxa de frutificação seja afetada. Para amenizar este problema, o autor recomenda reduzir a floração com aplicações de ácido giberélico antes da diferenciação floral, entre o outono/inverno, período em que a planta está acumulando reservas e ainda não iniciou o processo de diferenciação floral.

As giberelinas são importantes no processo de fixação de frutos, produzidas abundantemente nas sementes, fato evidenciado por Wheaton (1986) onde a maior porcentagem de fixação de frutos em cultivares com sementes, como a tangerineira 'Montenegrina' é atribuída a fonte de homônimos endógenos, principalmente giberelinas que as sementes representam. Desta forma, em cultivares sem sementes, segundo Siqueira e Salomão (2017), a pequena quantidade de hormônios produzidos nas paredes dos ovários torna-se fator determinante para a menor fixação de frutos que estas cultivares podem apresentar.

Além disso, as giberelinas presentes nas sementes conseguem inibir fortemente a floração ao se difundirem através do fruto (MCARTNEY, 1994;

GRAVINA, 2014). Chan e Cain (1967) relataram que a inibição da floração em macieira é influenciada pela presença de sementes. Desta forma, a elevada floração de cultivares apirênicas em anos subsequentes, ou seja, sem haver alternância, pode estar relacionada também à ausência do fator inibitório que as giberelinas presentes nas sementes representam.

A possibilidade de manejar a floração dos citros com uso de ácido giberélico foi evidenciado pioneiramente em laranja 'Shamouti' e limoeiro por Monselise e Havelly (1964). Mais recentemente, Muñoz-Fambuena et al. (2011), reportou a redução do florescimento em citros pela repressão do gene *CIFT* (análogo do *FLOWERING LOCUS T*) e *SOC1* (*SUPPRESSOR OF OVEREXPRESSION OF CONSTANS 1*) nas folhas pela ação da giberelina no período de indução floral.

Segundo Ramos-Hurtado et al. (2006), para ser alcançado o efeito redutor da floração, o ácido giberélico deve ser aplicado no período da indução floral. Como efeito adicional, há um aumento no número de folhas por inflorescência, cruciais no suprimento nutritivo das flores e frutos. Para Lima (1989) essa indução ocorre em um período que varia de 60 a 120 dias antes da floração sendo induzido por temperaturas moderadamente baixas ou estresse hídrico. Diferentemente do que ocorre em frutíferas de clima temperado, as gemas de citros diferenciam-se no período de outono/inverno, coincidindo com a paralisação de crescimento das plantas.

Uma gema floral caracteriza-se pelo seu achatamento (SCHNEIDER, 1968) e o surgimento de primórdios de sépalas (PEREIRA et al., 2003). Sendo o processo indutivo invisível do ponto de vista anatômico, ocorrendo cerca de três semanas antes da diferenciação propriamente dita (AYALON; MONSELISE, 1959). Por ser um período crítico e relativamente curto, influenciado por fatores endógenos e exógenos, identificar a época da indução floral torna-se uma tarefa onerosa, porém crucial para o manejo com reguladores de crescimento bem como para a compreensão do comportamento fenológico dos citros.

3.7 Materiais e métodos

O estudo será implantado em pomar comercial, situado a 31° 26' 07" de latitude sul e 52° 18' 20" de longitude oeste, localizado no município de Pelotas, Rio Grande do Sul (RS), Brasil, com uma altitude média de 7 m, o clima é classificado pelo sistema de köppen como Cfa (clima temperado, com chuvas bem distribuídas e verões

quentes), a média de temperaturas varia de 22,9 °C no verão e 13,2 °C no inverno, a pluviosidade anual é de 1200 mm, a umidade relativa regular é de 84,9% em julho e 75,5% em dezembro. O período do projeto compreende dois anos, de 2019 a 2021.

Serão utilizadas plantas de dois pomares, um com laranjeira 'Lane Late' e outro com 'Navelina' (*Citrus sinensis*) ambas com nove anos, enxertadas sobre *Poncirus trifoliata*, com espaçamento de seis metros entre linhas e quatro metros entre plantas. O experimento será instalado sob o delineamento de blocos casualizados, com cinco repetições para ambas as cultivares. Os tratamentos serão constituídos por concentrações de ácido giberélico, produto comercial Pro-Gibb®, em associação com 1% de espalhante adesivo, produto comercial Silwet®. As concentrações de ácido giberélico serão de 20, 40, 60 e 80 mg L⁻¹ no primeiro ano (podendo sofrer ajustes no segundo ano, conforme os primeiros resultados) e um tratamento controle, ou seja, sem aplicação de ácido giberélico.

A época de indução floral será estimada para ambas as cultivares, através de análises histológicas de gemas apicais e laterais retiradas de ramos potencialmente produtivos, ou seja, com menos de um ano, coletados em diferentes árvores sem tratamento e em épocas distintas, até que seja observada a presença de gemas diferenciadas, isto é, achatadas e com iniciação de sépalas, inferindo-se, a partir de então, a época aproximada da indução.

Para quantificação de flores produzidas, serão instaladas redes do tipo sombrite sob a copa das árvores, onde semanalmente serão coletadas todas as estruturas que se desprendem de cada planta (botões, flores e frutos), as quais serão posteriormente somadas aos frutos colhidos estimando o número total de flores produzidas por planta.

Serão marcados quatro ramos da porção mediana de cada planta, com a finalidade de caracterizar as categorias de brotações, em relação à presença e ausência de folhas (reprodutivas) e ausência de flores (vegetativas).

3.7 Orçamento

Item	Unidade	Quantidade	Preço
Pro-Gibb® 400	g	7,5	R\$ 42,00
Sombrite	m	240	R\$ 2500,00
Silwet®	L	1%	R\$ 120,00
Análise foliar completa	-	2	R\$ 160,00
Análise de solo	-	2	R\$ 100,00
Impressões	-	-	R\$ 150,00
Encadernações	-	-	
TOTAL	-	-	R\$ 3072,00

3.8 Cronograma

ETAPAS/ANO	MESES											
2019	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Revisão bibliográfica			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Elaboração do projeto				X	X	X						
Definição dos tratamentos					X							
Análise foliar												
Análise de solo					X							
Definições das Concentrações de AG ₃					X							
Aplicações na cultivar 'Lane Late'					X							
Aplicações na cultivar 'Navelina'					X							
Coletas de gema e avaliação anatômica					X	X	X					
Coleta e contagem das estruturas reprodutivas					X	X	X	X	X			

2020	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Aplicações na cultivar 'Lane Late'						X						
Aplicações na cultivar 'Navelina'					X							
Coleta de gemas para avaliação anatômica			X	X	X	X	X					
Coleta e contagem das estruturas reprodutivas					X	X	X	X	X			
Colheita e contagem dos frutos						X	X	X	X			
Revisão bibliográfica	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Redação								X	X	X	X	X
Análises estatísticas										X	X	X
2021	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Redação	X											
Defesa/publicação			X									

3.9 Equipe

- Paulo Celso de Mello Farias, Eng. Agr. Dr., orientador, professor do Departamento de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (UFPeI).
- Roberto Pedroso de Oliveira, Eng. Agr. Dr., coorientador, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas – RS.
- Juliana Aparecida Fernando, bióloga Dra., professora adjunta no Departamento de Anatomia Vegetal da Universidade Federal de Pelotas (UFPeI)

REFERÊNCIAS

AGUSTÍ, M.; ALMELA, V. **Aplicación de fitorreguladores en citricultura**. Barcelona: Aedos Editorial, p. 263p, 1991.

AYALON, S.; MONSELISE, S.P. Flower bud induction and differentiation in the Shamouti proceeding of the American Society for Horticultural Orange. **Science**, Beltsville, v.75, p. 216-221, 1959.

BASTOS, D. C. et al. **Cultivares copa e porta-enxertos para a citricultura brasileira**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.35, n.281, p.36-45, 2014. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1007492/1/Debora214.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2021.

CAMARA, M. C. Current advances in gibberellic acid (GA3) production, patented technologies and potential applications. **Planta** 248:1049–1062, 2018 Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00425-018-2959-x>. Acesso em: 15 jul. 2021.

CHAN, B.; CAIN, J. The effect of seed formation on subsequent flowering in apple. Proc. Amer. **Soc. Hort. Sci.** v. 91: p. 63-68, 1967.

DAVENPOR, T. L. **Citrus Flowering**. Horticultural Reviews, 349–408, 1990. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/9781118060858.ch8>. Acesso em: 03 jul. 2021.

DUARTE, A. Notas sobre a utilização de reguladores de crescimento na citricultura portuguesa. **Agrotec**, Portugal, Grupo Publindústria, v. 15, p. 52 – 56. 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Amilcar_Duarte/publication/320853156_Notas_sobre_a_aplicacao_de_reguladores_de_crescimento_na_citricultura_portuguesa/links/59fe1156a6fdcca1f29b6e70/Notas-sobre-a-aplicacao-de-reguladores-de-crescimento-na-citricultura-portuguesa.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2019.

ERICKSON, L. G. The General physiology of citrus. In: REUTHER, W.; BATCHELOR, L. D; WEBBWE, H. J. (Eds). **The Citrus industry**. University of California, Riverside. V.2, p. 86-122, 1968.

FAO. FAOSTAT. **[Food and agriculture data]**. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data>. Acesso em: 01 jun. 2021.

FIDELIBUS, M. W.; DAVIES, F. S. Gibberellic acid application timing affects fruit quality of processing oranges. **HortScience**, v. 37, n. 2, p. 353–357, 2002.

GARMENDIA, A.; BELTRAN, R.; ZORNOZA, C.; GARCIA-BREIJO, FJ.; REIG, J.; MERLE, H. Gibberellic acid in Citrus spp. flowering and fruiting: A systematic review. **PLoS ONE** 14(9), 2019. Disponível em:

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0223147>. acesso em: 05 mar. 2021.

GOLDBERG-MOELLER, R. et al. Effects of gibberellin treatment during flowering induction period on global gene expression and the transcription of flowering-control genes in Citrus buds. **Plant Science**, v. 198, p. 46–57, 2013.

GUARDIOLA, J.L.; GARCÍA-LUIS, A. Increasing fruit size in Citrus. Thinning and stimulation of fruit growth. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v.31, p.121-132, 2000.

GRAVINA T. A. P. **Fisiología del Citrus**. Departamento de Publicaciones de la Facultad de Agronomía, Universidad de la República Oriental del Uruguay, Montevideo. 145p. 2014.

HEDDEN, P. The Current Status of Research on Gibberellin Biosynthesis. **Plant Cell Physiol.** v. 61(11) p.1832–1849, 2020.

HEDDEN, P.; SPONSEL, V. A century of gibberellin research. **Journal Plant Growth Regulation**, v.34, n.4, p.740-760, 2015.

HERRERA, J. B. et al. **Handbook of Agriculture**. Marcel Dekker, Espanha, p. 768, 1999.

INOUE. Effects of soil drought and temperature on flowerbud differentiation of satsuma mandarin. J. Japan. **Soc. Hort.Sci.** 58: 581–585, 1989

IBGE. **Produção Agrícola Municipal – PAM-2017**. Sistema IBGE de Recuperação Automática– SIDRA. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 15 Jul. 2020.

IGLESIAS, D. J. et al. Physiology of citrus fruiting. **Brazilian Journal of Plant Physiology**. v. 19, n. 4 p. 333-362, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1677-04202007000400006>. Acesso em: 27 jul. 2021.

JOÃO, P. L.; CONTE, A. A citricultura no Rio Grande do Sul. In: EFROM, C. F. S; SOUZA, P. V. D. (Org.). **Citricultura do Rio Grande do Sul: indicações técnicas**. 1. ed. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, Pecuária e Irrigação - SEAPI; DDPA, 2018. p.35 - 58. Disponível em: <<https://www.agricultura.rs.gov.br/upload/arquivos/201805/15144652citricultura-do-rio-grande-do-sul-indicacoes-tecnicas-efrom-souza.pdf>> Acesso em: 03 mai. 2019.

KHEDER, A.; ELMENOFY, H.; REHAN, M. Improving Fruit Quality and Marketability of 'Balady' mandarin Fruits by Gibberellin and Copper Sulphate. **Journal of Plant Production**, v. 10, n. 12, p. 1029–1035, 2019.

KOLLER, O. C. Laranjeira de umbigo: aumento de produtividade. **Jornal do Comércio**, Porto Alegre, 23 de dez., 1993.

KREZDORN, A. H. Flowering and fruit set of citrus. Citrus Flowering, Fruit Set & Development. **Short Course & Workshop proceedings**. Florida, 1986. Disponível em: https://irrec.ifas.ufl.edu/postharvest/pdfs/short_course_and_workshop/citrus_flowering/Krezdorn-Flowering_and_Fruit_Set.pdf. Acesso em: 21 jul. 2005.

LIMA, J. E. O. Florescimento e frutificação em citrus. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 10, p.253- 265,1989.

MACHADO, E.C.; SCHMIDT, P.T.; MEDINA, C.L.; RIBEIRO, R.V. Respostas da fotossíntese de três espécies de citros a fatores ambientais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.1161-1170, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2009000900008> acesso em: 16 jul. 2021.

MAIA, E; SIQUEIRA, D. L. de; CECON, P. R. Produção, florescimento e frutificação de tangerineira 'Poncã' submetida à aplicação de ácido giberélico. **Cienc. Rural**, Santa Maria , v. 40, n. 3, p. 507-512, Mar. 2010.

McARTNEY, S.J. Exogenous gibberellin affects biennial bearing and the fruit shape of 'Braeburn' apple. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, New Zealand, v. 22, p. 343-346, 1994.

MENINO, M. R. et al. Tree size and flowering intensity as affected by nitrogen fertilization in non-bearing orange trees grown under Mediterranean conditions. **J. Plant Physiol.** Lisboa. v. 160, p. 1435 - 1440, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/01904160701394543> acesso em: 16 jul. 2021.

MICHELOUD, N.G.; CASTRO, D.C.; FAVARO, M.A.; BUYATTI, M.A.; PILATTI, R.A; GARIGLIO, N.F. Response of some Citrus species to frost damage at the central area of Santa Fe, Argentina. **Revista FCA UNCUYO**, Mendoza, v.48, n.2, p.43-56, 2016. Disponível em: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20163341411>. Acesso em: 20 jun. 2016.

MICHELOUD, G. N; CASTRO, C. D.; BUYATTI, A. M.; GABRIEL, M. P.; GARIGLIO, F.N. factors affecting phenology of different *citrus* varieties under the temperate climate conditions of Santa Fé, Argentina. Micheloud. **Revista Brasileira de Fruticultura** [online]. 2018, v. 40, n. 1, e-315, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0100-29452018315>. Acesso em: 15 jul. 2021.

MONSELISE, S.P.; HALEVY, A. H. Chemical inhibition and promotion of citrus flower bud induction. **Proceedings American Society Horticulturae Science**, Alexandria, v. 84, p. 141-146, 1964.

MUÑOZ-FAMBUENA, N. et al. Fruit regulates seasonal expression of flowering genes in alternate-bearing 'Moncada' mandarin. **Annals of Botany** v. 108, p. 511–519, 2011. Disponível em:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3158683/pdf/mcr164.pdf> . Acesso em: 25 abr. 2019.

MUÑOZ-FAMBUENA, N. et al. Gibberellic Acid Reduces Flowering Intensity in Sweet Orange [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] by Repressing CiFTGene Expression. **J. Plant Growth Regu.**, Berlim, v.31, n.4, p.529-536, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00344-012-9263-y>. Acesso em: 10 jul. 2020.

NISHIKAWA, F. Regulation of floral induction in *Citrus*. **j. japan. Soc. Hort. Sci.** v. 82 (4), p. 283 - 292. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.2503/jjshs1.82.283>. Acesso em: 14 jul. 2021.

OLIVEIRA, R. P. et al. **Cultivo de citros sem sementes**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 378p, 2011. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/932396/1/15767.pdf>> .Acesso em: 02 abr. 2019.

OLIVEIRA, R. P. DE; NAKASU, B. H.; SCIVITTARO, W. B. **Cultivares apirênicas de citros recomendadas para o Rio Grande do Sul**. Embrapa Clima Temperado. v. 53, n. 9, p. 1689–1699, 2008.

OLIVEIRA, R. P. DE; GONÇALVES, A. S.; SCIVITTARO, W. B.; NAKASU, B. H. **Fisiologia da formação de sementes em citros**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 27 p., 2004.

PANDEY A, SOCCOL CR, MITCHELL. New developments in solid state fermentation: I-bioprocesses and products. **Process Biochem** 35:1153–1169, 2000 Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0032-9592\(00\)00152-7](https://doi.org/10.1016/S0032-9592(00)00152-7). Acesso em: 01 ago. 2021.

PIMENTEL, C.; BERNACCHI, C.; LONG, S. Limitations to photosynthesis at different temperatures in the leaves of *Citrus limon*. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Campinas, v.19, n.2, p.141-147, 2007.

PEREIRA, I.A.M.; PINTO, J.E.B.; DAVIDE, L.C. Época da indução e evocação em *Citrus sinensis* (L.) Osbeck cv. Pêra Rio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 5, p. 857-862, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S010384782003000500010> Acesso em: 08 abr. 2019.

RAMOS-HURTADO et al. 2006. Diferenciação floral, alternância de produção e uso de ácido giberélico em tangerineira ‘Montenegrina’ (*Citrus deliciosa* Tenore). Rev. Bras. Frutic. Jaboticabal, v. 28, n. 3, p.355-359, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452006000300005>. Acesso em: 01 ago. 2019.

RAMOS, Y. C. **Desempenho horticultural de laranjeiras doces de meia-estação sobre tangerineira ‘Sunki’**. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ESALQ. Piracicaba, São Paulo, 2015. Disponível em:

<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-05112015-155811/> Acesso em: 16 jun. 2019.

RIBEIRO, G. S. ALVES, E. M.; CARVALHO, C. A. L. Biology of pollination of citrus sinensis variety 'pera rio'. **Rev. Bras. de Frutic.** Jaboticabal, v. 39, n. 2. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0100-29452017033>. Acesso em: 05 ago. 2021.

RIBEIRO, R.V.; CARUSO MACHADO, E.; BRUNINI, O. Ocorrência de condições ambientais para a indução do florescimento de laranjeiras no estado de São Paulo. **Rev. Bras. de Frutic.**, Jaboticabal, v.28, n.2, p.247-253, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452006000200021>. Acesso em: 01 jun. 2021.

ROKAYA, P.; BARAL, D.; GAUTAM, D.; SHRESTHA, A.; PAUDYAL, K. Effect of Pre-Harvest Application of Gibberellic Acid on Fruit Quality and Shelf Life of Mandarin (*Citrus reticulata* Blanco). **American Journal of Plant Sciences**, v. 7, p. 1033-1039, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.4236/ajps.2016.77098>. Acesso em: 02 jul. 2020

ROOSE, M.L.; GMITTER, F.G.; LEE, R.F.; HUMMER, K.E. Conservation of Citrus germplasm: an international survey. **Acta Horticulturae**, The Hague, v.1, n.1001, p.33-38, 2015.

SANCHES, F. R.; LEITE, I. C.; CASTRO, P. R. D. C. E. Efeito do ácido giberélico (AG3) na floração e produção da lima ácida 'Tahiti' (*Citrus latifolia* Tan.). **Rev. Bras. de Frutic.**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 504–509, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452001000300010>. Acesso em: 10 abr. 2019.

SCHNEIDER, H. The anatomy of citrus. In: REUTHER, W.; BATCHELOR, L.D.; WEBBER, H.J. (Eds). **The citrus industry**. Riverside: University of California, 1968. v.2. p. 1- 85.

SCHNEIDER, L. A. **Comportamento fenológico e ocorrência de cancro cítrico em diferentes genótipos de citros nas condições da depressão central do Rio Grande do Sul**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2019.

SIQUEIRA, D. L.; SALOMÃO, L. C. **Citros: do plantio à colheita**. Viçosa: UFV. 278 p. ISBN 978-85-7269-553-4.2017.

SIQUEIRA, D. L.; GUARDIOLA, J. L.; SOUZA, E. F.M. Crescimento dos frutos de laranja 'Salustiana' situados em ramos anelados com diversas relações de folhas/frutos. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v. 29, n. 2, p. 228-232, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452007000200008> acesso em: 20 jul. 2021.

SONG, Y. Flowering time regulation: photoperiod- and temperature-sensing in

leaves. **Trends in Plant Science**, 2013.

SOUTHWICK, S.; DAVENPORT, T. Characterization of water stress and low temperature effects on flower induction in Citrus. **Plant Physiology**, Rockville, v.81, p.26-29, 1986.

TADEO, F.R. et al. **Histología y citología de los cítricos** Valencia: Generalitat Valenciana, 99p. 2003.

TANG, L.; LOVATT, C. J. Effects of low temperature and gibberellic acid on floral gene expression and floral determinacy in 'Washington' navel orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck). **Scientia Horticulturae**, v. 243, n. August 2018, p. 92–100, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.08.008>. Acesso em: 05 jun. 2019.

UTHANDI, S.; KARTHIKEYAN, S; SABARINATHAN, K. G. Gibberellic acid production by *Fusarium fujikuroi* SG2. **J. Sci. Ind. Res.** v. 69, p. 211–214, 2010.

WREGE, M. S. et al. Zoneamento agroclimático para a cultura dos citros no Rio Grande do Sul. Pelotas: **Embrapa Clima Temperado**, 23 p. (Documentos 117), 2004.

WRIGHT, G.C. Pollination of W. murcott afourer mandarins. **Citrus Research Report**, Lake Alfred, v.153, n.1, p.12-3, 2007.

4. RELATÓRIO DE CAMPO

O projeto de pesquisa foi executado no período compreendido entre maio de 2019 a junho de 2021, em pomar comercial situado no município de Pelotas, sendo os resultados foram agrupados em um artigo.

O pomar tem nove anos, composto por 1.600 plantas de duas cultivares de laranjeira de umbigo (Navelina e Lane Late), sendo cerca de 800 plantas de cada, divididas em quatro talhões com espaçamento entre plantas de 4 m e entre linhas de 6 m. Toda a extensão é equipada com sistema de irrigação do tipo gotejo acionado por micro trator (Tobata), instalado próximo ao açude fornecedor. A cobertura do solo é composta por vegetação natural e pela palha residual dos procedimentos de roçada, nenhum herbicida é utilizado na área.

Para escolha das árvores componentes do estudo foram realizadas medições referentes ao diâmetro da copa e à altura a partir da superfície do solo, visando reduzir as variações naturalmente existentes entre as plantas, agrupando-as em blocos conforme sua semelhança. Em 25 de maio de 2019 os tratamentos com AG₃ foram realizados em 50 plantas, sendo 25 da cultivar Lane Late e 25 da cultivar Navelina (Figura 1). No mesmo mês foram realizadas análises de solo e foliares objetivando caracterizar o estado nutricional da área.

Figura 1. Pomar comercial onde os experimentos foram realizados em árvores de laranjeira 'Navelina' e 'Lane Late'.



Fonte: Google Earth.

No ano de 2020, a data de pulverização foi alterada para a cultivar 'Lane Late', diante da ausência dos resultados esperados em 2019. Em 'Navelina' a data foi mantida para averiguar se a ausência de resultados poderia estar relacionada com a data de pulverização.

A adubação foi realizada manualmente através de aplicações de fertilizante NPK e calcário calcítico, conforme recomendação do Manual de Adubação e de Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (SBCS, 2016). As adubações de N e K foram realizadas em três épocas: primavera, verão e outono.

Os tratamentos fitossanitários foram realizados igualmente para as duas cultivares, conforme incidência das doenças e pragas (Tabela 1). O controle da podridão floral foi realizado através de aplicações de trifloxistrobina x tebuconazol, a partir do estágio BBCH59 (botão branco) e seguiu semanalmente até a antese das flores devido à alta umidade na região.

O controle da mosca das frutas foi realizado mediante armadilhas confeccionadas com garrafas PET de 500 mL contendo CeraTrap®, distribuídas entre plantas da periferia do pomar antes do início da mudança de cor dos frutos, visando a captura massal de moscas e impedindo que as mesmas entrassem no pomar. Como medida adicional, o pomar foi continuamente monitorado para retirada de frutos atacados.

Tabela 1. Manejo fitossanitário dos pomares de 'Lane Late' e 'Navelina' entre os anos de 2019 e 2021.

Manejo fitossanitário		
Insumos	Para controle de:	Produto comercial
Fungicidas	Estrelinha (podridão floral)	Nativo®
	Pinta-preta	Nativo®
Bactericida	Cancro cítrico	Cobre®
Inseticidas	Bicho-furão	Malathion®
	Cochonilhas	Evidence®

Minador dos citros	Evidence®
Mosca-das-frutas	Malathion®
	CeraTrap®
Pulgão	Evidence®

Autor: Dummer, L. S.

Nas safras 2019/2020 e 2020/2021 todos os frutos das plantas pertencentes aos experimentos foram colhidos e contados a partir do mês de junho, conforme a necessidade de comercialização dos proprietários do pomar. Durante a maturação, a contagem dos frutos que se desprendiam foi realizada semanalmente e incluídos na soma final, para evitar que frutos em queda pré-colheita não fossem contabilizados.

Devido à pandemia de Coronavírus, as análises histológicas de gemas não puderam ser realizadas, portanto, não há nenhuma comprovação do momento de diferenciação e indução floral das cultivares estudadas, apenas inferências com base nos resultados obtidos.

ARTIGO 01

Raleio na pré-floração, brotação e produção em laranjeiras sob aplicação de ácido giberélico produzidas na região Sul do Rio Grande do Sul.

Resumo — Com o presente trabalho objetivou-se estudar a redução do florescimento, a distribuição de brotações e a frutificação sob diferentes concentrações de ácido giberélico (AG_3) em laranjeiras por duas safras consecutivas no município de Pelotas, RS. O delineamento experimental foi em blocos, com cinco repetições, sendo a unidade experimental composta por cinco plantas. Os tratamentos compreenderam duas cultivares (Lane Late e Navelina) e cinco concentrações de ácido giberélico (AG_3) (0, 20, 40, 60 e 80 mg L⁻¹). As variáveis avaliadas nos dois ciclos de produção 2019/2020 foram: quantidade de flores, categorias de brotações e frutificação. No primeiro ciclo de produção, independente da cultivar as aplicações de AG_3 não causaram efeito nas variáveis avaliadas. No entanto, em 2020, quando utilizada a concentração 80 mg L⁻¹ aplicada em 20 de junho, observou-se efeito positivo para a 'Lane Late' que apresentou uma redução drástica no florescimento (275,4 flores/m²) quando comparada a testemunha (1812,8 flores/m²). A classificação das brotações também foi alterada, havendo redução de inflorescências sem folhas e com folhas, em 87,56% e 77% respectivamente. As brotações vegetativas aumentaram em 211% para a mesma concentração de AG_3 e a produção de frutos teve acréscimo de 59,52% em comparação ao tratamento controle, embora ainda seja considerada baixa para a cultivar. Em relação a 'Navelina', as aplicações de AG_3 não resultaram em diferenças significativas, possivelmente por não terem coincidido com o período de indução floral.

Palavras chave: indução floral; giberelina; Rutaceae; laranja; produtividade.

ARTICLE 01

Pre-flowering, budding and production thinning in orange trees under the application of gibberellic acid produced in the southern region of Rio Grande do Sul.

Abstract — This work aimed to study the reduction of flowering, the distribution of shoots and fruiting under different concentrations of gibberellic acid (AG₃) in orange trees for two consecutive crops in the city of Pelotas, RS. The experimental design was in blocks, with five replications, and the experimental unit consisted of five plants. The treatments comprised two cultivars (Lane Late and Navelina) and five concentrations of gibberellic acid (AG₃) (0, 20, 40, 60 and 80 mg L⁻¹). The variables evaluated in the two production cycles 2019/2020 were: number of flowers, budding categories and fructification. In the first production cycle, regardless of cultivar, GA₃ applications had no effect on the evaluated variables. However, in 2020, when using the concentration 80 mg L⁻¹ applied on June 20, there was a positive effect for 'Lane Late' which presented a drastic reduction in flowering (275.4 flowers/m²) when compared to control (1812.8 flowers/m²). The classification of shoots was also changed, with a reduction of inflorescences without leaves and with leaves, in 87.56% and 77%, respectively. The vegetative shoots increased by 211% for the same concentration of AG₃ and the fruit production had an increase of 59.52% compared to the control treatment, although it is still considered low for the cultivar. Regarding 'Navelina', AG₃ applications did not result in significant differences, possibly because they did not coincide with the floral induction period.

Keywords: floral induction; gibberellin; Rutaceae; orange; productivity.

1. Introdução

O florescimento em plantas frutíferas é um estágio crítico, determinando a safra e a renda de fruticultores. Em regiões subtropicais e temperadas, as plantas cítricas têm sua principal floração na primavera, sendo este o momento decisivo para a frutificação, enquanto em climas tropicais, o florescimento pode ocorrer várias vezes ao ano (MONSELISE, 1985; IGLESIAS, 2007).

As plantas cítricas caracterizam-se por apresentarem um florescimento abundante, há relatos de laranjeiras com 100.000 a 250.000 flores por árvore (GOLDSCHMIDT; MONSELISE, 1977; SIQUEIRA; SALOMÃO, 2017). Estudando o comportamento fenológico de diferentes cultivares cítricas, Micheloud et al. (2016) observaram que a maior quantidade de flores ocorre em laranjeiras do grupo umbigo, relatando para a cultivar 'Lane Late' 266 flores por cem nós.

Geralmente esse florescimento imoderado, em cultivares com sementes, acaba desencadeando a alternância de produção, onde uma safra com produção excessiva inibe a floração, devido à translocação de giberelinas dos frutos para outros órgãos da árvore e, após esse ciclo improdutivo, na ausência de altas concentrações de giberelinas, a planta volta a florescer e produzir no ano seguinte (KOLLER, 1994; GRAVINA, 2007). No entanto, esse comportamento também pode ser observado em algumas cultivares partenocárpicas, onde, não raro, observa-se baixas produções (menos de 1%) mesmo na presença abundante de flores (MICHELOUD et al., 2018). Tal fato pode estar relacionado ao excesso de florescimento, que resulta em intenso desgaste energético das plantas e baixa frutificação, caracterizando um desperdício de reservas (IGLESIAS, 2007)

As giberelinas são reguladores de crescimento de plantas, conhecidas por nortear inúmeros processos fisiológicos, desde alongamento celular, até o retardo na mudança de cor da casca de frutos cítricos (GAMBETTA et al., 2012; HEDDEN, 2020). Em plantas herbáceas, a giberelina é conhecida por estimular o florescimento, contrariamente, em árvores frutíferas, o regulador de crescimento age na inibição da morfogênese floral, suprimindo a expressão de uma cadeia de genes relacionados às várias etapas do processo (WILKIE et al., 2008; MUNOZ-FAMBUENA et al., 2011; GOLDBERG-MOELLER et al., 2013; TANG; LOVATT, 2019).

Contudo, para que o efeito de inibição floral seja alcançado, os tratamentos com giberelina precisam ser realizados no período de indução floral das plantas cítricas (GUARDIOLA, 1994; PEREIRA et al., 2003). Esse processo ocorre durante o período de dormência das gemas de citros, quando as temperaturas são inferiores a 15 °C, e antecede em cerca de três semanas a diferenciação floral, onde, mudanças anatômicas, como achatamento de gemas e o surgimento de sépalas e pétalas podem ser observados em nível histológico (RAMOS-HURTADO et al., 2006). Uma vez diferenciadas, as gemas não estão mais sujeitas aos efeitos inibitórios das giberelinas, e o processo de florescimento seguirá, independentemente de qualquer concentração utilizada (MONSELISE; HAVELY, 1964).

Desta forma, com o presente trabalho objetivou-se estudar a redução do florescimento, a distribuição de brotações e a frutificação sob diferentes concentrações de ácido giberélico (AG₃) em laranjeiras por duas safras consecutivas no município de Pelotas, RS.

2. Material e métodos

O estudo foi realizado entre os ciclos de produção de 2019 e 2021 em pomar comercial, situado a 31° 26' 07" de latitude sul e 52° 18' 20" de longitude oeste, localizado no município de Pelotas, Rio Grande do Sul (RS), Brasil, com uma altitude média de 7 m, o clima é classificado pelo sistema de Köppen como Cfa (clima temperado, com chuvas bem distribuídas e verões quentes), a média de temperaturas varia de 22,9 °C no verão e 13,2 °C no inverno, a pluviosidade anual é de 1200 mm, a umidade relativa é de 84,9% em julho e 75,5% em dezembro.

Foram utilizadas plantas de um pomar de laranjeiras (*Citrus sinensis*), com as cultivares de umbigo 'Lane Late' e 'Navelina', ambas com nove anos, enxertadas sobre *Poncirus trifoliata*, com espaçamento de 6 m entre linhas e 4 m entre plantas.

Visando diagnosticar o estado nutricional dos pomares, foram realizadas em 2019 análises de solo e foliares. Pelos resultados inferiu-se que não houve deficiências de macro e micronutrientes. As adubações para os dois anos de experimento foram realizadas seguindo as recomendações do Manual de Calagem e Adubação para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (SBCS, 2016).

O delineamento em blocos, em esquema fatorial 2×5 : duas cultivares (Lane Late e Navelina) e cinco concentrações de AG₃ (0, 20, 40, 60 e 80 mg L⁻¹). Com cinco repetições, sendo cada unidade experimental composta cinco plantas. As aplicação de ácido giberélico produto comercial Pro-Gibb®, em associação com 1% de espalhante adesivo, produto comercial Silwet®. No ano de 2019, as duas cultivares foram pulverizadas no dia 25 de maio. No segundo ano de avaliação, a data foi modificada para 20 de junho para 'Lane Late' e mantida em 25 de maio para 'Navelina'.

Para todas as variáveis avaliadas, descritas a seguir foram considerados dois ciclos de produção. Na quantificação do número de flores localizadas até 40 cm medido a partir do ápice dos ramos em cada planta, utilizou-se a delimitação interna de um quadro de madeira medindo 1 × 1 m, posicionado a 1,2 m do solo. Esta variável foi avaliada no decorrer de sete dias, a partir do início da floração, antecedendo a plena floração que ocorreu em 15 de setembro em ambas cultivares, a fim de evitar perdas de flores.

Na avaliação das brotações, foram marcados aleatoriamente quatro ramos secundários na porção mediana de cada planta, e, a partir da plena floração (50% de flores abertas), os brotos terciários foram contados e classificados em três categorias: brotos reprodutivos sem folhas (BRSF), brotos reprodutivos com folhas (BRCF) e brotos vegetativos (BV).

A produção foi avaliada por meio da contagem dos frutos na ocasião da colheita, realizada a partir de junho de 2020 e 2021 para ambas as cultivares.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa Rbio, 2017. A análise de variância (ANOVA) foi realizada pelo teste F e quando significativas as médias foram submetidas ao Teste de Tukey a 5% e à regressão estatística.

3. Resultados e discussão

Florescimento

Não houve interação entre os fatores concentração de AG₃ e cultivares no primeiro ano de avaliações (2019). Houve interação significativa entre as cultivares,

onde 'Lane Late' apresentou a maior quantidade de flores/m² (1.289,48) em comparação à 'Navelina', (1071,72).

A hipótese para a ausência do efeito inibitório do fitohormônio pode estar atrelada a época de aplicação, que foi realizada em 25 de maio, possivelmente muito antes do momento da indução floral. Considerando que o pleno florescimento nas duas laranjeiras ocorreu a partir do dia 15 de setembro, os tratamentos foram ministrados cerca de 100 dias antes. Gravina (2014) relata que o período de indução ocorre entre 60 e 120 antes do pleno florescimento, portanto, o presente trabalho aproximou-se da data limite para que algum efeito pudesse ocorrer.

Em outros experimentos conduzidos com a mesma cultura, também não foram constatadas a redução do florescimento mediante o uso de AG₃ (FIDELIBUS; DAVIES, 2002; RAMOS-HURTADO et al., 2006). Contudo, os dados encontrados no presente trabalho, dimensionam a excessividade de flores produzidas por ambas as cultivares.

No entanto em 2020, verificou-se interação entre as concentrações de AG₃ e a quantidade de flores/m², conforme pode-se observar na Tabela 1. A modificação da data de aplicação neste ano, que ocorreu no dia 20 de junho, ou seja, 26 dias de diferença com relação ao ciclo anterior, para a cultivar 'Lane Late' parece ter alcançado o período crítico de indução floral, e foi responsável pela redução do florescimento entre 80% e 84% nas respectivas concentrações de 60 e 80 mg L⁻¹ de AG₃. Resultados semelhantes foram encontrados por Sanches et al. (2001) em limeira ácida 'Tahiti', com redução de 81% no número de flores formadas sob 80 mg L⁻¹ de AG₃.

Tabela 1. Número de flores/m² para as laranjeiras 'Lane late' e 'Navelina' em função de concentrações de AG₃ nos anos de 2019 e 2020.

Concentração de AG ₃ (mg L ⁻¹)	Número de flores/m ²			
	2019		2020	
	LL	N	LL	N
0	1290 ^{NS}	1116,8 ^{NS}	1812,8 ^{NS}	1624,4 ^{NS}
20	1550,2A	989,6B	1022B	1409,8A
40	1220,8 ^{NS}	1123,2 ^{NS}	489,4AB	1725,6A
60	1099,6 ^{NS}	1165,8 ^{NS}	350B	1662,4A

80	1336,8 ^{NS}	963,2 ^{NS}	275,4B	1331,4A
CV	27,99%		20,81%	

NS – Não houve diferença estatística ao nível de 5% de probabilidade. LL – Lane Late; N – Navelina
Médias referentes a cinco plantas por tratamento.

Autor: Dummer, S. L.

É notável a tendência de redução do florescimento conforme acréscimos na concentração do regulador de crescimento (Figura 1A). A manutenção da mesma época de aplicação para a cultivar ‘Navelina’ não modificou significativamente o florescimento no segundo ano de avaliações (2020).

O momento de indução floral é invisível morfológicamente, sendo difícil qualquer inferência visual, ou mesmo uma padronização, visto que é extremamente sazonal, variando entre os anos e as espécies. Ramos-Hurtado et al. (2006) verificaram que a diferenciação floral para a tangerineira ‘Montenegrina’ ocorre na primeira quinzena do mês de agosto na Depressão Central do Rio Grande do Sul e sugerem que a indução ocorre no mês de julho, considerando-se que o intervalo entre indução e diferenciação varia entre duas a três semanas.

Não foram encontrados na literatura científica, trabalhos sobre o período de indução e diferenciação floral das variedades estudadas no presente experimento.

Estudos recentes sobre a utilização de AG₃ na supressão do florescimento demonstraram como o processo ocorre do ponto de vista molecular. Muñoz-Fambuena et al. (2012) relataram que a redução do florescimento em laranja ‘Salustiana’ ocorre pela repressão do gene *citrus FT* (*CiFT*) nas folhas mediante aplicações de AG₃, ministrado no período de indução floral. Na sequência, outros pesquisadores observaram repressão de diversos genes envolvidos no processo de florescimento, mostrando o dinamismo do papel inibitório da giberelina (GOLDBERG-MOELLER et al., 2013; TANG; LOVATT, 2019).

Categorias de brotações

Não houve interação entre os fatores concentração de AG₃ e categorias de brotações no primeiro ano de avaliações (2019). Contudo, é possível observar uma tendência de emissão de brotos sem folhas para ambas as cultivares (tabela 2), com 59,49% para a laranja ‘Lane Late’ e 54,88% para ‘Navelina’.

Tabela 2. Porcentagem de brotações em Laranjeiras 'Lane Late' e 'Navelina' em função das concentrações de AG₃ nos anos de 2019 e 2020.

Cultivar	% das diferentes categorias de brotações					
	2019			2020		
	BRSF	BRCF	BV	BRSF	BRCF	BV
‘Lane Late’	59,49%	31,84%	8,65%	34,83%	24,66%	40,49%
‘Navelina’	54,88%	31,16%	13,94%	60%	29,04%	10,86%

BRSF – broto reprodutivo sem folhas; BRCF – broto reprodutivo com folhas; BV – broto vegetativo

Porcentagem referente a 25 plantas de cada cultivar.

Autor: Dummer, L. S.

No segundo ano de avaliação (2020), houve interação significativa entre as concentrações de GA₃ e as três categorias de brotações avaliadas na laranjeira 'Lane Late', com reduções na quantidade de brotos sem folhas e com folhas, e aumento na quantidade de brotos vegetativos (Tabela 3, Figuras 1B, 1C e 1D). Resultados similares foram encontrados por Muñoz-Fambuena et al. (2012), que obtiveram redução de brotos florais (40%) em laranjeira e aumento na quantia de brotos vegetativos mediante 40 mg L⁻¹ de AG₃.

Tabela 3. Média das diferentes categorias de brotações em laranjeira ‘Lane Late’ e ‘Navelina’ em função das concentrações de AG₃ nos anos de 2019 e 2020.

Concentração de AG ₃ (mg L ⁻¹)	Categorias de brotações					
	BRSF		BRCF		BV	
	LL	N	LL	N	LL	N
	2019					
0	39 ^{NS}	40 ^{NS}	23 ^{NS}	14,8 ^{NS}	6 ^{NS}	4,8 ^{NS}
20	29 ^{NS}	44,6 ^{NS}	22 ^{NS}	19 ^{NS}	4 ^{NS}	7,4 ^{NS}
40	41,2 ^{NS}	33,4 ^{NS}	18,6 ^{NS}	19,4 ^{NS}	7,2 ^{NS}	9,6 ^{NS}
60	36,2 ^{NS}	26,2 ^{NS}	17 ^{NS}	21,2 ^{NS}	6 ^{NS}	7,6 ^{NS}
80	38,4 ^{NS}	26,6 ^{NS}	22,4 ^{NS}	22,6 ^{NS}	4,8 ^{NS}	14 ^{NS}
CV	26,80%		29,47%		69,11%	
	2020					

0	37 ^{NS}	33,2 ^{NS}	21,8 ^{NS}	16,6 ^{NS}	8,4 ^{NS}	10 ^{NS}
20	13.4B	36.6A	10,2B	19A	14,4A	7,8B
40	8.6B	46.4A	7B	23,8A	16A	4,8B
60	9B	44,8A	7,4B	21,2A	19,4A	7,2B
80	4,6B	42,6A	5B	17,8A	26,2A	7B
CV	31,26%		35,40%		50,32%	

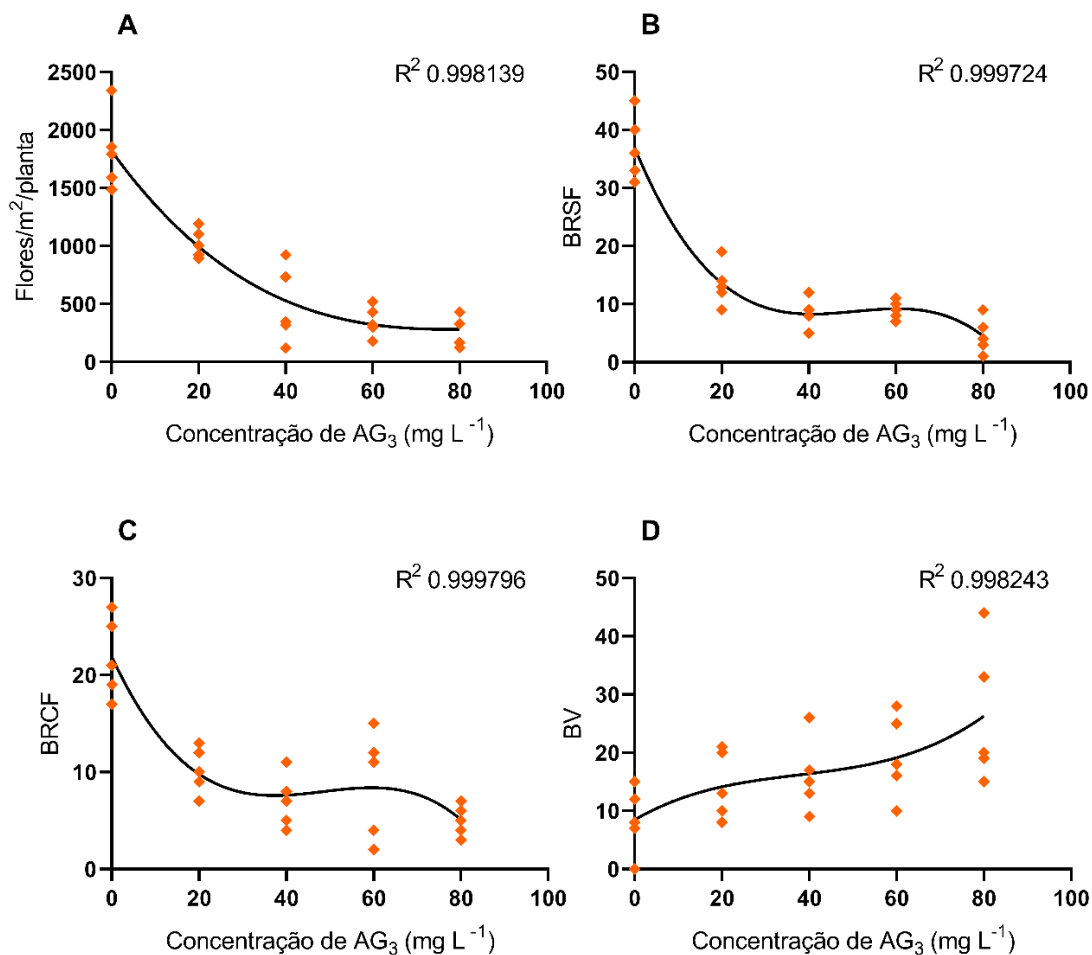
^{NS}– Não houve diferença estatística ao nível de 5% de probabilidade. LL – Lane Late; N – Navelina
 BRSF – broto reprodutivo sem folhas; BRCF – broto reprodutivo com folhas; BV – broto vegetativo
 Média referente a quatro ramos por planta.

Autor: Dummer, L. S.

Segundo Iglesias et al. (2007), as inflorescências sem folhas são as primeiras a surgirem, e geralmente frutificam pouco, ao passo que as inflorescências com folhas surgem depois e estão relacionadas com uma maior quantidade de frutos.

O papel das folhas sobre os frutos relaciona-se à assimilação de CO₂, à maior quantidade de hormônios e melhor conexão vascular com os frutos (LOVATT; KRUEGER, 2015; SIQUEIRA; SALOMÃO, 2017). Segundo Siqueira et al. (2007), a quantidade de folhas ideal para o desenvolvimento do fruto é variável, dependendo da atividade fotossintética das folhas, da espécie e das condições do local de cultivo.

Figura 1. (A) Número de flores/m² de planta; (B) Número de brotos reprodutivos sem folhas – BRSF; (C) Número de brotos reprodutivos com folhas – BRCF; (D) Número de brotos vegetativos – BV em laranja ‘Lane Late’ no ano de 2020.



Autor: Dummer, L. S.

Número de frutos

Para a variável quantidade de frutos, não houve interação significativa entre cultivares e concentrações de AG₃ nos dois anos de experimento (tabela 4).

. Todavia, a produção de frutos foi muito abaixo do esperado, visto que as mesmas podem chegar a produzir, em condições ótimas de manejo, 40 toneladas/ha (OLIVEIRA et al., 2008), equivalente a 96 kg por planta ou cerca de 400 frutos com peso médio de 240 g. Nesse estudo, a laranja ‘Lane Late’ produziu em média 13,80 frutos/planta e a ‘Navelina’ 22,04 na safra 2019/2020.

Tabela 4. Número de frutos por planta nas cultivares 'Lane Late' e 'Navelina' em função das concentrações de AG₃ nas safras de 2019/2020 e 2020/2021.

Concentração de AG ₃ (mg L ⁻¹)	Número de frutos/planta			
	2019/2020		2020/2021	
	'Lane Late'	'Navelina'	'Lane Late'	'Navelina'
0	12,2 ^{NS}	20 ^{NS}	16,8 ^{NS}	13 ^{NS}
20	8,4 ^{NS}	24,4 ^{NS}	17,2 ^{NS}	16,6 ^{NS}
40	9,2 ^{NS}	19,4 ^{NS}	21,2 ^{NS}	23,2 ^{NS}
60	27,2 ^{NS}	17,2 ^{NS}	20,4 ^{NS}	22 ^{NS}
80	12 ^{NS}	29,2 ^{NS}	26,8 ^{NS}	15,6 ^{NS}
CV	83,93%		58,55%	

^{NS} – Não houve diferença estatística ao nível de 5% de probabilidade.

Autor: Dummer, L. S.

Estudando a fenologia de diferentes cultivares cítricas na Argentina, Micheloud et al. (2018) observaram que cultivares abundantes em flores, como laranjeiras de umbigo, iniciavam a queda de suas estruturas reprodutivas em estádios de desenvolvimento precoces, ainda na forma de botão, quando comparadas com outras cultivares e atribuíram a menor produção de frutos a essas características.

Embora não tenha sido observada diferença estatística, no ano de 2020 é possível notar um aumento de 59,52% na quantidade de frutos produzidos na cultivar 'Lane Late' para a concentração de 80 mg L⁻¹ de AG₃ em relação ao tratamento controle, coincidindo com a menor quantidade de flores produzidas (275,4) na mesma concentração de AG₃.

Na Argentina, Micheloud et al. (2016) observaram que laranjeiras 'Lane Late', cujo florescimento foi afetado por geadas, obtiveram uma produtividade maior do que em anos anteriores, e atribuíram esse fato à redução na presença de flores e estruturas reprodutivas em competição. Por isso, torna-se importante experimentos que avaliem a quantidade e o peso dos frutos, para que se possa estabelecer uma relação mais clara entre quantidade e rendimento em peso.

4. Conclusões

Nas condições em que foi desenvolvido o experimento, conclui-se que:

O florescimento das laranjeiras 'Lane Late' e 'Navelina' é considerado abundante. AG₃ nas concentrações de 20 a 80 mg L⁻¹, aplicadas no início da segunda quinzena do mês de junho, reduz o florescimento em laranjeira 'Lane Late'.

AG₃ nas concentrações de 20 a 80 mg L⁻¹, aplicadas no final da segunda quinzena do mês de maio não surtem efeito em nenhuma das duas cultivares.

O ácido giberélico atua na proporção de brotações, reduzindo brotos com e sem folhas e aumentando as brotações vegetativas em 'Lane Late'.

5. Considerações finais

O trabalho desenvolvido contribui para uma evolução na compreensão de determinados aspectos reprodutivos das cultivares 'Lane Late' e 'Navelina', demonstrando, pela primeira vez, a abundância de flores produzidas e a predominância de brotações formadas em ambas laranjeiras nas condições edafoclimáticas de Pelotas — RS. Sendo assim, este experimento é um avanço no conhecimento fenológico de laranjeiras de umbigo na região, caracterizando um ponto de partida para novos estudos que busquem compreender cada estágio de desenvolvimento.

O ácido giberélico (AG_3) se mostra mais uma vez eficaz no raleio em pré-floração, o qual pode contribuir para a redução de diversos problemas, desde a alternância de produção, até a redução de flores para um controle mais eficiente da podridão floral. Constituindo, assim, um manejo acessível economicamente e de baixa toxicidade.

Contudo, para se continuar incentivando a citricultura na região, sobretudo a de mesa, é necessário um profundo conhecimento da fenologia de cada cultivar, visto que extrapolar resultados e dados obtidos em outros locais pode mostra-se como um equívoco, frente ao comportamento significativamente variável das plantas cítricas.

Outro ponto importante é estudar as relações endógenas entre hormônios, carboidratos e nutrientes em cultivares sem sementes, pois a ausência desses órgãos pode alterar os níveis e impactar o processo reprodutivo distintamente do observado em cultivares com sementes. A citricultura de mesa tem potencial na região Sul do RS, mas novas investigações devem ser empreendidas para se poder realizar um ajuste da capacidade produtiva mediante técnicas de manejo adequadas.

REFERÊNCIAS

- BHERING, L.L. Rbio: A Tool For Biometric And Statistical Analysis Using The R Platform. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.17: 187-190p, 2017.
- FIDELIBUS, M. W.; DAVIES, F. S. Gibberellic acid application timing affects fruit quality of processing oranges. **Hort. Science**, v. 37, n. 2, p. 353–357, 2002.
- GAMBETTA, G. et al. Hormonal and Nutritional Changes in the Flavedo Regulating Rind Color Development in Sweet Orange [*Citrus sinensis* (L.) Osb.]. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 31, n. 3, p. 273–282, 2012.
- GOLDSCHMIDT, E.E.; MONSELISE, S.P. **Physiological assumptions toward the development of a citrus fruiting model**. Proc. Int. Soc. Citrus 2:668-672, 1977.
- GOLDBERG-MOELLER, R. et al. Effects of gibberellin treatment during flowering induction period on global gene expression and the transcription of flowering-control genes in Citrus buds. **Plant Science**, v. 198, p. 46–57, 2013.
- GRAVINA, A. Aplicación del ácido giberélico en Citrus: revisión de resultados experimentales en Uruguay. **Agrociencia**. 11(1): p. 57-66, 2007.
- GRAVINA, A. **Fisiología de Citrus**. Montevideo: Departamento de Publicaciones de la Facultad de Agronomía, Universidad de la República Oriental del Uruguay. 145p. 2014.
- HEDDEN, P. The Current Status of Research on Gibberellin Biosynthesis. **Plant Cell Physiol.** V. 61(11), p. 1832–1849, 2020.
- IGLESIAS, D. J. et al. Physiology of citrus fruiting. **Brazilian Journal of Plant Physiology** [online]. 2007, v. 19, n. 4 p. 333-362, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1677-04202007000400006>. Acesso em: 27 jul. 2021
- KOLLER, O.C. **Citricultura**: laranja, limão e tangerina. Porto Alegre: Rígel, p. 446, 1994.
- LOVATT, C.J.; KRUEGER, R.R. Morphological and yield characteristics of ‘Washington’ navel orange and ‘Tahiti’ lime trees produced with buds from “floral” versus “vegetative” mother shoots. **Acta Horticulturae**, The Hague, v.3, n.1065, p.1831-1837, 2015.
- MICHELOUD, N.G.; CASTRO, D.C.; FAVARO, M.A.; BUYATTI, M.A.; PILATTI, R.A.; GARIGLIO, N.F. Response of some Citrus species to frost damage at the central area of Santa Fe, Argentina. **Revista FCA UNCUIYO**, Mendoza, v.48, n.2, p.43-56, 2016. Disponível em: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20163341411>. Acesso em: 20 jun. 2016.

MICHELOUD, G. N.; CASTRO, C. D.; BUYATTI, A. M.; GABRIEL, M. P.; GARIGLIO, F.N. factors affecting phenology of different *citrus* varieties under the temperate climate conditions of Santa Fé, Argentina. Micheloud. **Revista Brasileira de Fruticultura** [online]. 2018, v. 40, n. 1, e-315, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0100-29452018315>. Acesso em: 15 jul. 2021.

MONSELISE, S.P.; HALEVY, A. H. Chemical inhibition and promotion of citrus flower bud induction. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 84, p. 141-146, 1964

MONSELISE, S. P. **Citrus and related species**. In: Halevy AH (ed), CRC Handbook of Flowering, CRC Press, Boca Raton, v. 2, p.275-294, 1985.

MUÑOZ-FAMBUENA, N. et al. Gibberellic Acid Reduces Flowering Intensity in Sweet Orange [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] by Repressing CiFTGene Expression. **Plant Growth Regulation**, Berlin, v.31, n.4, p.529-536, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00344-012-9263-y>. Acesso em: 27 jun. 2021.

OLIVEIRA, R. P. DE; NAKASU, B. H.; SCIVITTARO, W. B. **Cultivares apirênicas de citros recomendadas para o Rio Grande do Sul**. v. 53, n. 9, p. 1689–1699, 2008.

PEREIRA, I. A. M; PINTO, J. E. B. P; DAVIDE, L. C. Época da indução e evocação floral em *Citrus sinensis* (L.) Osbeck cv. Pêra Rio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n.5, p.857-862, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S010384782003000500010>. Acesso em: 10 jul. 2021.

RAMOS-HURTADO et al. 2006. Diferenciação floral, alternância de produção e uso de ácido giberélico em tangerineira ‘Montenegrina’ (*Citrus deliciosa* Tenore). **Rev. Bras. Frutic**. Jaboticabal, v. 28, n. 3, p.355-359, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452006000300005>. Acesso em: 01 ago. 2021.

RIBEIRO, R.V.; CARUSO MACHADO, E.; BRUNINI, O. Ocorrência de condições ambientais para a indução do florescimento de laranjeiras no estado de Sao Paulo. **Rev. Bras. Frutic**, Jaboticabal, v.28, n.2, p.247-253, 2006.

SANCHES, F. R.; LEITE, I. C.; CASTRO, P. R. D. C. E. Efeito do ácido giberélico (AG3) na floração e produção da lima ácida ‘Tahiti’ (*Citrus latifolia* Tan.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 3, p. 504–509, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452001000300010>. Acesso em: 25 jun. 2021

SIQUEIRA, D. L.; GUARDIOLA, J. L.; SOUZA, E. F. M. Crescimento de frutos de laranjeira ‘Salustiana’ siatuados em ramos anelados com diversas relações de folhas/frutos. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v. 29, n.2, p.228 – 232, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452007000200008>. Acesso em: 01 jul. 2021.

SIQUEIRA, D. L.; SALOMÃO, L. C. **Citros: do plantio à colheita**. Viçosa: UFV. 278 p. ISBN 978-85-7269-553-4.2017.

TANG, L.; LOVATT, C. J. Effects of low temperature and gibberellic acid on floral gene expression and floral determinacy in 'Washington' navel orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck). **Scientia Horticulturae**, v. 243, n. August 2018, p. 92–100, 2019.

WILKIE, J.; SEDGLEY, M. OLESEN, T. Regulation of floral initiation in horticultural trees. **J. Exp. Bot.** 59: p. 3215–3228, 2008.