

RAFAEL BIBIANO FERREIRA

**FISIOLOGIA DA BROTAÇÃO E DO FLORESCIMENTO E PRODUÇÃO DE
PESSEGUEIROS CULTIVADOS EM REGIÃO SUBTROPICAL**

Botucatu

2021

RAFAEL BIBIANO FERREIRA

**FISIOLOGIA DA BROTAÇÃO E DO FLORESCIMENTO E PRODUÇÃO DE
PESSEGUEIROS CULTIVADOS EM REGIÃO SUBTROPICAL**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP - Campus de Botucatu,
para obtenção do título de Doutor em Agronomia
(Horticultura).

Orientadora: Profa. Dra. Sarita Leonel

Coorientador: Prof. Dr. Igor Otavio Minatel

Botucatu

2021

F383f

Ferreira, Rafael Bibiano

Fisiologia da brotação e do florescimento e produção de
pessegueiros cultivados em região subtropical / Rafael Bibiano

Ferreira. -- Botucatu, 2021

88 p. : il., tabs.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu

Orientadora: Sarita Leonel

Coorientador: Igor Otavio Minatel

1. Indução de brotação. 2. cianamida hidrogenada. 3. fertilizante
foliar nitrogenado. 4. nitrato de cálcio. 5. aminas biogênicas. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de
Ciências Agrônômicas, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: FISIOLOGIA DA BROTAÇÃO E DO FLORESCIMENTO E PRODUÇÃO DE PESSEGUEIROS CULTIVADOS EM REGIÃO SUBTROPICAL

AUTOR: RAFAEL BIBIANO FERREIRA

ORIENTADORA: SARITA LEONEL

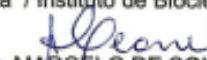
COORIENTADOR: IGOR OTÁVIO MINATEL

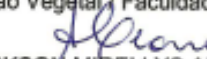
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em AGRONOMIA (HORTICULTURA), pela Comissão Examinadora:


Prof.ª Dr.ª SARITA LEONEL (Participação Virtual)
Horticultura / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu - UNESP


Prof.ª Dr.ª GIUSEPPINA PACE PEREIRA LIMA (Participação Virtual)
Química e Bioquímica / Instituto de Biociências de Botucatu - UNESP


Prof.ª Dr.ª ELIZABETH ORIKA ONO (Participação Virtual)
Botânica / Instituto de Biociências de Botucatu - UNESP


Prof. Dr. MARCELO DE SOUZA SILVA (Participação Virtual)
Produção Vegetal / Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal


Dr. JACKSON MIRELLYS AZEVEDO SOUZA (Participação Virtual)
Botucatu/SP /

Botucatu, 29 de janeiro de 2021

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus, por me guiar ao longo deste percurso e de toda minha vida, me dando forças para continuar acreditando nos meus sonhos;

À Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho” e ao Programa de Pós-graduação em Agronomia (Horticultura), por ter proporcionado condições para a realização deste trabalho;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de estudos concedida;

À minha orientadora, Prof.^a Dr.^a Sarita Leonel, pela confiança depositada para a execução do projeto, pela oportunidade de continuar meus estudos, pela amizade, carinho, paciência, sabedoria e conhecimentos transmitidos durante toda a pós-graduação. Poder conviver e aprender com a senhora nos últimos anos foi uma experiência única, que me tornaram uma pessoa e um profissional melhor.

Aos funcionários e alunos do Laboratório de Química e Bioquímica Vegetal da Unesp, em especial ao meu coorientador Prof. Dr. Igor Otavio Minatel, a Prof.^a Dr.^a Giuseppina Pace Pereira Lima e ao doutorando Gean Monteiro, por todo auxílio prestado durante a execução do projeto. O conhecimento e a dedicação de vocês foram fundamentais para realização do experimento.

Aos meus irmãozinhos do Laboratório de Fruticultura, Jack, Marcelinho, Rafa, Luiza, Rafael Ferraz, Ana banana, Joyce, Laís, Patrícia, Marcelinha, Fivelinha e Gabriel. Vocês foram essenciais durante a execução do experimento e para que este momento fosse possível. Nós sempre soubemos que nessa vida ninguém cresce sozinho...sempre valorizamos nosso trabalho em equipe e estivemos juntos nas horas de trabalho duro...eu e os pêssegos somos gratos por isso (hehehe). Obrigado a cada um de vocês pelos momentos de aprendizado e pelos de diversão.

A minha família, por compreender que nem sempre foi possível estarmos próximos, mas que de alguma forma sempre tentei estar presente. Em especial à minha mãe, Noelma, que nunca mediu esforços para que eu continuasse meus estudos, sempre com muito amor, carinho e paciência; Às minhas “segundas mães”, vó Lena e Tia Naélia, por me ensinarem o verdadeiro valor de uma família, por me trazerem luz e

paz nos momentos de inseguranças e incertezas; Ao meu pai, José Aprígio, pelo apoio, carinho e conselhos durante toda minha jornada; Ao meu 'paidrasto', Luiz, pela amizade, conselhos e bons momentos vividos, me proporcionando todo suporte para que pudesse atingir meu objetivo; Ao meu irmão, Thales;

Aos professores Dr. Paulo Sérgio de Souza e Dr.^a Bianca Sarzi de Souza, pela orientação durante a graduação, grandes incentivadores para que continuasse meus estudos;

Aos professores de Pós-Graduação do Departamento de Horticultura, pela amizade e conhecimentos transmitidos ao longo desta caminhada; À empresa Valagro, em especial ao Vitor Hugo, pelo apoio durante a execução do experimento;

Aos irmãos da República Mato Minas, Insulina, Jean, Júlio, Manaus, Vitão, Gaúcho, Vini e Franklim. Como toda família, tivemos momentos de "brigas", risadas e muitas alegrias juntos, essenciais para que pudesse recarregar as energias e continuar esta caminhada;

À toda a família Oxi é Nós (moradores e agregados), Lucas Ferenzini, Jackson, Marcelinho, Bubu, Estefânia, Letícia, Jú, Gaúcho, Gui, Aline, Veri e Fabinho. A amizade, carinho e os grandes momentos vividos sempre estarão em meu coração;

Aos funcionários do Departamento de Horticultura, em especial ao Edivaldo, Moacir, Dona Sandra, Valney e ao Du;

Aos meus grandes amigos irmãos: Labanca, Gui Montanari, Catinha, Joy, Lucão, Chico, Denis, Tchelo e Wellington.

Aos grandes amigos que conquistei durante os últimos cinco anos em Botucatu, em especial ao Piauí, Talismã, Felipe, Zé, Bota, Macaco e Lucas Lencioni.

A todos que de alguma forma contribuíram para que este objetivo fosse alcançado, muito obrigado!

RESUMO

A baixa disponibilidade de frio durante o inverno compromete o desenvolvimento do pessegueiro, ocasionando sintomas que reduzem a capacidade produtiva das plantas. Nestas condições, é necessária a utilização de produtos químicos que estimulem a brotação das plantas. Embora existam diversos produtos com potencial de utilização, ainda há poucos estudos que demonstrem sua eficiência na cultura do pessegueiro. Além disto, os mecanismos de ação destes compostos no metabolismo das plantas ainda não foram devidamente esclarecidos. Diante disto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o desempenho agrônomo de pessegueiros submetidos à aplicação de indutores de brotação, bem como o efeito dos produtos no conteúdo de compostos nitrogenados, nas gemas das plantas, em Botucatu – São Paulo. Os tratamentos foram constituídos por 3 indutores de brotação: Cianamida Hidrogenada (CH) (0,6%); Fertilizante Foliar Nitrogenado (2,5%) + Nitrato de Cálcio (4%) (FFN + NC); Nitrato de Cálcio (NC) (4%) e a testemunha (água). Foram avaliados os cultivares de pessegueiro Douradão, durante dois ciclos produtivos (2017 e 2018), e BRS Kampai, durante um ciclo produtivo (2017). Avaliaram-se as seguintes variáveis: conteúdo de compostos nitrogenados nas gemas; fenologia da floração, porcentagem de florescimento, porcentagem de brotação, frutificação efetiva, número de frutos, produção, produtividade e a eficiência produtiva das plantas; massa fresca, diâmetro, comprimento, formato, teor de sólidos solúveis, acidez titulável, pH, compostos fenólicos totais, flavonoides totais e a atividade antioxidante dos frutos. Em relação ao cultivar Douradão, a aplicação da CH (0,6%) aumenta, antecipa e concentra a florada das plantas. Além disto, o produto incrementa a frutificação efetiva e a produção. O FFN + NC e a CH promovem incrementos no conteúdo de polifenóis e da atividade antioxidante dos frutos, atributos de qualidade interessante ao consumo. A aplicação da CH promove aumento dos níveis de espermidina nas gemas vegetativas e floríferas das plantas do cultivar BRS Kampai, o que refletiu no aumento da brotação e do florescimento nos ramos das plantas. Entretanto, o tratamento com CH apresentou produção (kg planta^{-1}) semelhante ao FFN + NC. A utilização de NC (4%) como indutor de brotação não promove aumento do florescimento e da produção de frutos dos dois cultivares de pessegueiro avaliados, em Botucatu – SP.

Palavras-chave: *Prunus persica* (L.) Batsch. Indução de brotação. Cianamida hidrogenada. Dormex. Fertilizante foliar nitrogenado. Erger. Nitrato de cálcio. Aminas

biogênicas. triptofano. Compostos Nitrogenados. Qualidade de frutos. Compostos bioativos

ABSTRACT

The low occurrence of cold during the winter harm the development of peach trees, providing to decrease in the plant yield. In these conditions, some compounds are necessary, as they induce sprouting on the plant branches. Many products can be used to induced sprout, however, there are few studies that showed its efficiency in peach trees. Furthermore, the action of this compounds in the plant's metabolism are unknown. Therefore, this study aimed to evaluate the agronomic performance of peach cultivars induced to sprouting, and the effect to the compounds on the nitrogen compounds production on vegetative and reproductive buds of the plants, in Botucatu, state of São Paulo. In this study, we used 0.6% hydrogen cyanamide (HC); 2.5% foliar nitrogen fertilizer + 4% calcium nitrate (FNF + CN); 4% calcium nitrate (CN); and control. Were evaluated the peach cultivars Douradão, during two evaluation years (2017 and 2018), and BRS Kampai, during one evaluation year (2017). Furthermore, the following variables were evaluated: nitrogen compounds on vegetative and reproductive buds; flowering phenology; percentage of flowering, percentage of bud emergence, percentage of fruit fixation, number of fruits, production and efficiency per plant and yield; fresh weight, diameter, length, fruit shape, soluble solids, titratable acidity, pH, sugar content, total phenolic compounds, total flavonoids and the antioxidant activity of the fruits. For the Douradão cultivar, results showed that 0,6% HC increased, anticipated and concentrated the flowering of the plants; besides enhancing fruit set and production. The HC and FNF + CN increased in the contents of phenolic compounds in fruits and, consequently, their antioxidant activity, which are interesting attributes for fresh market consumption. The application of HC increased the levels of spermidine on vegetative and reproductive buds in the BRS Kampai cultivar. These results reflected in the increased on sprout and flowering percentage in the branches of the peach trees. However, the plants that received HC treatment showed production (kg tree^{-1}) similar that the FNF + CN treatment. The CN treatment don't promote increased on flowering percentage and production of fruits on both peach trees cultivars analyzed, in Botucatu, state of São Paulo.

Keywords: *Prunus persica* (L.) Batsch. Sprout induction. Dormex. Foliar nitrogen fertilizer. Erger. Calcium nitrate. Biogenic amines. Tryptophan. Nitrogen compounds. Fruit quality. Bioactive compounds

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	13
CAPÍTULO 1 - FLORESCIMENTO, FRUTIFICAÇÃO EFETIVA E PRODUÇÃO DE PESSEGUIRO SOB COMPOSTOS INDUTORES DE BROTAÇÃO	17
1.1 INTRODUÇÃO	18
1.2 MATERIAL E MÉTODOS	20
1.2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL	20
1.2.2 APLICAÇÃO DOS INDUTORES DE BROTAÇÃO	22
1.2.3 ANÁLISES MORFOLÓGICAS E PRODUTIVAS	23
1.2.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISES ESTATÍSTICAS	24
1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
1.3.1 BROTAÇÃO, FLORESCIMENTO E FIXAÇÃO DE FRUTOS	24
1.3.2 FENOLOGIA DA FLORAÇÃO	28
1.3.3 DESEMPENHO PRODUTIVO	31
1.4 CONCLUSÕES	33
REFERÊNCIAS	34
CAPÍTULO 2 - RENDIMENTO E QUALIDADE DE FRUTOS DE PESSEGUIRO, SUBMETIDO A APLICAÇÃO DE INDUTORES DE BROTAÇÃO	37
2.1 INTRODUÇÃO	38
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	40
2.2.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL	40
2.2.2 APLICAÇÃO DOS INDUTORES DE BROTAÇÃO	41
2.2.3 ANÁLISES DE RENDIMENTO	42
2.2.4 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS FRUTOS	42
2.2.5 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS FRUTOS	43
2.2.6 CARACTERIZAÇÃO BIOQUÍMICA DOS FRUTOS	43
2.2.7 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISES ESTATÍSTICAS	43
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
2.3.1 RENDIMENTO	44
2.3.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS FRUTOS	46
2.3.3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS FRUTOS	49
2.3.4 COMPOSTOS BIOATIVOS	51
2.4 CONCLUSÕES	54
REFERÊNCIAS	55

CAPÍTULO 3 - OS INDUTORES DE BROTAÇÃO AFETAM O DESEMPENHO AGRONÔMICO E OS NÍVEIS DE COMPOSTOS NITROGENADOS DE GEMAS DO PESSEGUEIRO 'BRS KAMPAI'	58
3.1 INTRODUÇÃO	59
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	61
3.2.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL	61
3.2.2 APLICAÇÃO DOS INDUTORES DE BROTAÇÃO	63
3.2.3 ANÁLISES MORFOLÓGICAS E PRODUTIVAS	63
3.2.4 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS FRUTOS.....	64
3.2.5 CARACTERIZAÇÃO BIOQUÍMICA DOS FRUTOS.....	64
3.2.6 COMPOSTOS NITROGENADOS	65
3.2.7 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISES ESTATÍSTICAS	66
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	66
3.3.1 DESEMPENHO PRODUTIVO	66
3.3.2 FENOLOGIA DA FLORAÇÃO	70
3.3.3 COMPOSTOS BIOATIVOS	71
3.3.4 CONTEÚDO DE NITROGÊNIO	73
3.3.5 COMPOSTOS NITROGENADOS	74
3.3.6 ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS	79
3.4 CONCLUSÕES	80
REFERÊNCIAS	81
CONSIDERAÇÕES FINAIS	85
REFERÊNCIAS	87

INTRODUÇÃO GERAL

O pessegueiro (*Prunus persica* L. Batsch) é uma frutífera de clima temperado pertencente à família Rosaceae (BARBOSA et al., 2003) de origem chinesa. É uma planta caducifólia, que pode atingir até 10 metros de altura, com sistema radicular inicialmente pivotante, mas que se ramifica à medida que a planta cresce, originando numerosas e extensas raízes laterais. Seus frutos são uma drupa carnosa de pericarpo fino, mesocarpo polposo e endocarpo lenhoso (WAGNER JÚNIOR et. al. 2014).

O pêssego, bem como a nectarina e a ameixa, é classificado como uma fruta de caroço. China, Espanha, Itália, Estados Unidos e Irã são os maiores produtores mundiais de frutas de caroço, com produção de 14,4, 1,53, 1,43, 0,93 e 0,88 milhões de toneladas de frutos por ano, respectivamente (FAOSTAT, 2019).

Em 2017, a produção brasileira foi de 248.583 toneladas de frutas de caroço, sendo o Rio Grande do Sul, o maior produtor nacional, com 171.369 toneladas de frutos. Mesmo localizando-se em região de menor latitude, e, portanto, com características climáticas distintas daquelas mais adequadas para o cultivo do pessegueiro, o estado de São Paulo é o segundo maior produtor brasileiro, com 34.592 toneladas de frutos em uma área colhida de 1.503 hectares (IBGE, 2019).

Por se tratar de uma espécie originalmente de clima temperado, o pessegueiro necessita de exposição à baixas temperaturas para promoção da superação da dormência, e, conseqüentemente, para que haja brotação e florescimento nos ramos. Todavia, regiões subtropicais, como o estado de São Paulo, apresentam baixo acúmulo de frio hibernal durante o período de repouso vegetativo das plantas.

A ausência de condições adequadas durante esta fase da cultura proporciona o surgimento de sintomas erráticos que comprometem o desenvolvimento adequado do pessegueiro, como atraso e maior duração do florescimento, menor percentual de florescimento, brotação e, conseqüentemente, redução na produção, com frutos desuniformes e de baixa qualidade (WEINBERGER, 1954; CITADIN et al., 2006; ATKINSON et al., 2013; ROMEU et al., 2015).

A produção no estado de São Paulo foi possível devido aos avanços nas pesquisas relacionadas ao melhoramento genético da cultura, que proporcionaram a expansão de seu cultivo para regiões subtropicais e tropicais em todo o mundo (SCARIOTTO et al., 2013). Isto se deve, principalmente, ao desenvolvimento e

disponibilização de cultivares de baixa exigência em frio hibernal, aptos ao cultivo nestas regiões (LEONEL; TECCHIO, 2011).

Os principais pessegueiros cultivados em regiões de inverno ameno no Brasil foram desenvolvidos pelos programas de melhoramento genético do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) e pela Embrapa Clima Temperado. As duas instituições de pesquisa já lançaram diversos materiais de baixa exigência em frio ao longo dos últimos anos (CORRÊA et al., 2019).

Pelo IAC, o cultivar Douradão, lançado em 1998, é um dos materiais genéticos mais plantados no estado de São Paulo, o que se deve a sua boa produtividade associada à excelente qualidade de frutos. A planta apresenta vigor médio e crescimento reduzido. Sua necessidade em frio é de 200 horas. O amadurecimento dos frutos ocorre em meados de outubro, sendo que, quando maduros os frutos apresentam formato globoso-oblongo, coloração avermelhada em 90% da superfície, sobre o fundo amarelo, podendo atingir até 160 gramas. A polpa dos frutos apresenta coloração amarela, sabor doce-acidulado equilibrado, com 16 °Brix e pH 4,5 (BARBOSA et al., 1999; RASEIRA et al., 2014).

Lançado pela Embrapa Clima Temperado, em 2009, o cultivar BRS Kampai foi originado a partir da hibridação controlada entre os cultivares Chimarrita e Flordaprince. A planta adapta-se a regiões com acúmulo de frio de aproximadamente 200 horas. A maturação dos frutos tem início na segunda quinzena do mês de outubro, para o estado de São Paulo. Os frutos possuem polpa de coloração branca esverdeada e podem atingir até 120 gramas. O teor de sólidos solúveis varia entre 9 e 13 °Brix (SCANARI et al., 2009; RASEIRA et al., 2010).

Em regiões subtropicais, além do uso de cultivares com menor exigência em acúmulo de horas de frio, é necessária a utilização de produtos químicos que promovam a brotação uniforme (ZHUANG et al., 2015) e minimizem os efeitos da falta de frio, proporcionando desenvolvimento equilibrado e vigoroso aos ramos das plantas. Dentre os diversos produtos utilizados para estimular a brotação, a cianamida hidrogenada tem sido relatada como o mais efetivo (MOHAMED, 2008).

Apesar de ser um composto extremamente eficaz, a cianamida hidrogenada apresenta alta toxicidade ao aplicador, com efeitos cancerígenos ao organismo humano (İMRAK et al., 2016). O produto é classificado pela EPA como de classe toxicológica I, ou seja, extremamente tóxico ao ambiente. Em caso de contaminação podem ocorrer sintomas como: ulcerações nos olhos, pele e no trato respiratório,

inibição da enzima aldeíddesidrogenase, causando a síndrome de acetaldeído, que provoca vômitos, hiperatividade parassimpática, dispneia, hipotensão e desorientação (SETTIMI et al., 2005).

Tais condições tem restringido a utilização do composto em mercados internacionais, principalmente na União Europeia (HERNÁNDEZ; CRAIG, 2011). A possibilidade de proibição do produto nas demais regiões produtoras do mundo têm preocupado os fruticultores, uma vez que não existem indutores de brotação com efeito similar à cianamida hidrogenada (MARCHI et al., 2017).

Este panorama tem estimulado a busca por alternativas eficientes que apresentem menores riscos à saúde, como os nitratos de potássio, nitratos de cálcio (NC), óleos minerais (SEIF EL-YAZAL et al., 2014) e o fertilizante foliar nitrogenado (FFN) (HOEBERICHTS et al., 2017). Entretanto, ainda são necessários mais estudos que comprovem a eficiência destes produtos nas diversas fruteiras temperadas cultivadas em regiões de inverno ameno.

Além disto, ainda existem poucas informações a respeito dos mecanismos de ação destes compostos no metabolismo das plantas. Sabe-se que, em condições climáticas ideais, o processo de superação da dormência envolve a conversão e a mobilização de grandes quantidades de compostos armazenados nas plantas, fornecendo a energia necessária para a reativação do metabolismo das gemas, que irão brotar e florescer.

Alguns estudos indicam que os processos de brotação e florescimento envolvem a síntese de compostos nitrogenados, como os aminoácidos e as poliaminas, que por sua vez atuam de maneira positiva na divisão celular durante a reativação do metabolismo das gemas das plantas (SEIF EL-YAZAL; RADY, 2012).

Embora as poliaminas estejam ligadas à retomada do crescimento e produção das frutíferas temperadas após a superação da dormência, ainda existem poucos estudos que demonstrem sua ação fisiológica na brotação das plantas. Este tipo de conhecimento é importante para o cultivo de espécies de clima temperado em regiões de inverno ameno, pois possibilitam a busca por novos produtos que possuam ação sobre tais mecanismos fisiológicos.

Desta forma, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o desempenho agrônômico e a qualidade de frutos de cultivares de pessegueiro submetidos à aplicação de diferentes indutores de brotação, bem como o efeito dos produtos no

conteúdo de compostos nitrogenados, nas gemas das plantas, em regiões de clima subtropical, do Estado de São Paulo.

CAPÍTULO 1

FLORESCIMENTO, FRUTIFICAÇÃO EFETIVA E PRODUÇÃO DE PESSEGUIRO SOB COMPOSTOS INDUTORES DE BROTAÇÃO

RESUMO

O suprimento da necessidade em frio durante o inverno é limitante para o cultivo do pessegueiro em regiões subtropicais. Nestas regiões, é necessária a utilização de indutores de brotação que minimizem os efeitos da falta de frio. A cianamida hidrogenada é o produto mais utilizado, embora existam diversos compostos indutores disponíveis. Porém, existem poucos estudos que avaliem a eficiência destes produtos em pessegueiros. Diante disto, objetivou-se avaliar o desempenho agrônômico do pessegueiro 'Douradão' submetido a aplicação de indutores de brotação, durante dois ciclos produtivos, em Botucatu – São Paulo. Aplicaram-se os seguintes produtos: cianamida hidrogenada (0,6%); fertilizante foliar nitrogenado (2,5%) + nitrato de cálcio (4%); nitrato de cálcio (4%) e a testemunha. Foram avaliadas as seguintes variáveis: fenologia da floração; porcentagem de florescimento, porcentagem de brotação, frutificação efetiva, número de frutos e a produção por planta. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, sendo 4 indutores de brotação e 2 anos de avaliação. A aplicação da cianamida hidrogenada (0,6%) aumenta, antecipa e concentra a florada das plantas. Além disto, o produto incrementa a fixação de frutos e a produção. O fertilizante foliar nitrogenado (2,5%) + nitrato de cálcio (4%) promove incremento intermediário na floração e produção das plantas. A aplicação de nitrato de cálcio (4%) promove desempenho produtivo semelhante as plantas não tratadas. Os resultados obtidos confirmam a eficiência do emprego da cianamida hidrogenada (0,6%), bem como evidenciam o uso do fertilizante foliar nitrogenado (2,5%) + nitrato de cálcio (4%) como alternativa para a indução de brotação do pessegueiro 'Douradão', em condições subtropicais.

Palavras-chave: *Prunus persica* (L.) Batsch; cianamida hidrogenada; fertilizante foliar nitrogenado; nitrato de cálcio

ABSTRACT

In subtropical areas, the need of chilling hours for growing peaches is limited during winter. Therefore, some compounds are necessary, as they induce sprouting and reduce peach tree chilling requirement. It is important to recall that hydrogen cyanamide is one of the compounds that are effective in promoting budbreak. However, there is a paucity of reliable information on the optimization levels of these compounds on promoting bud emergence in peach trees. Therefore, this study aimed to evaluate the agronomic performance of 'Douradão' peach induced to sprouting during two crop cycles in Botucatu, state of São Paulo. In this study, we used 0.6% hydrogen cyanamide; 2.5% foliar nitrogen fertilizer + 4% calcium nitrate; 4% calcium nitrate; and control. Furthermore, the following variables were evaluated, such as flowering phenology; percentage of flowering, percentage of bud emergence, percentage of fruit fixation, number of fruits and production per plant. The experimental design was a completely randomized blocks in a split plot factors: compounds (4 treatments) and time (2 evaluation years). Results showed that 0.6% hydrogen cyanamide increased, anticipated and concentrated the flowering of the plants; besides enhancing fruit set and production. Furthermore, 2.5% FNF + 4% CN promoted an intermediate increase in flowering and plant production. Finally, 4% CN promoted a performance like the one observed in the control. Thus, results may indicate the use of 0.6% HC and 2.5% FNF + 4% CN, as an alternative to induce sprouting in peach trees of Douradão cultivar under subtropical conditions.

Keywords: *Prunus persica* (L.) Batsch; hydrogen cyanamide; foliar nitrogen fertilizer; calcium nitrate

1.1 INTRODUÇÃO

O pessegueiro (*Prunus persica* L. Batsch) é uma espécie originalmente de clima temperado, todavia tem-se observado constante aumento de seu cultivo em regiões tropicais e subtropicais, especialmente no Brasil (CITADIN et al., 2014). Em 2017, a produção brasileira de pêssegos e outras frutas de caroço foi de 248.583 toneladas de frutos, sendo o Rio Grande do Sul, o maior produtor nacional, com 171.369 toneladas de frutos. Mesmo localizando-se em uma faixa de inverno ameno

o estado de São Paulo é o segundo maior produtor, com 34.592 toneladas de frutos em uma área colhida de 1492 hectares (IBGE, 2019).

O pessegueiro necessita de exposição a um determinado período de frio durante a estação de inverno para a superação da endodormência (SEIF EL- YAZAL; RADY, 2013) e a retomada do crescimento. A ausência de condições apropriadas durante esta fase ocasiona impactos negativos em sua fenologia, com redução da brotação, florescimento e produção de frutos (ATKINSON et al., 2013).

Este período de frio é atualmente mensurado por meio do número de horas de frio $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$ necessários para superação da dormência (WEINBERGER, 1950). Entretanto, estudos revelam que temperaturas mais altas também são efetivas no estímulo da brotação, principalmente, em relação aos cultivares de baixo requerimento em frio, onde temperaturas de até 15°C podem ser efetivas (PUTTI et al., 2003).

Em função disto, recomenda-se o plantio de cultivares menos exigentes em horas de frio, sobretudo nas regiões de clima subtropical. Neste sentido, o cultivar Douradão tem sido amplamente cultivado no estado de São Paulo, pois apresenta baixa necessidade em frio (200 horas). A planta apresenta vigor médio e crescimento compacto. Quando maduros, os frutos apresentam coloração avermelhada sobre o fundo amarelo, podendo atingir até 160 gramas. A polpa dos frutos apresenta coloração amarela, sabor doce-acidulado equilibrado, com 16 °Brix e pH 4,5 (BARBOSA et al., 1999; RASEIRA et al., 2014).

Vale destacar que, além da escolha por cultivares menos exigentes em frio, em condições subtropicais, torna-se necessário o uso de produtos químicos que minimizem os efeitos da falta de frio hibernal e promovam a brotação uniforme.

A cianamida hidrogenada (CH) é o indutor de brotação mais efetivo e mais utilizado para estimular e uniformizar a brotação. Embora seus mecanismos de ação ainda não estejam totalmente esclarecidos, estudos demonstram que o produto proporciona a inibição da atividade da enzima catalase, levando ao aumento dos níveis de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) nas gemas das plantas (PÉREZ; LIRA, 2005). Estas reações promovem um estresse oxidativo que desencadeia o final da endodormência (PINTO et al., 2007).

Apesar de ser um produto eficaz, a CH apresenta alta toxicidade ao aplicador (İMRAK et al., 2016). É classificada pela Agência de Proteção Ambiental (EPA) como de classe toxicológica I, ou seja, extremamente tóxico ao ambiente. Tais condições

tem restringido a utilização do produto em mercados internacionais, como a União Europeia (HERNÁNDEZ; CRAIG, 2011), e estimulado a busca por alternativas que apresentem menores riscos à saúde, como os nitratos de potássio, nitratos de cálcio (NC), óleos minerais (SEIF EL-YAZAL et al., 2014), e o fertilizante foliar nitrogenado (FFN) (İMRAK et al., 2016).

O FFN é um bioestimulante composto por nitrogênio inorgânico, carboidratos (mono e polissacarídeos), cálcio e diterpenos. A ação conjunta destes componentes proporciona o aumento da brotação nos ramos por meio do estímulo à respiração celular e da reativação do metabolismo nitrogenado e dos processos de divisão e alongamento celular (SERLIN et al., 1984; WHITE; BROADLEY, 2003; CANTÓN et al., 2005; TAIZ et al., 2016), atividades que ocorrem de maneira intensa durante a retomada do crescimento das plantas. Aplicado de forma isolada ou em combinação com NC, o produto tem sido utilizado para indução de brotação em diversas frutíferas temperadas, cultivadas em regiões de inverno ameno.

Já o NC, composto por nitrogênio (15,5%) e cálcio (26,5%), também tem sido utilizado de forma isolada como indutor de brotação em fruteiras temperadas. A aplicação de 6% do produto promoveu aumento da concentração de aminoácidos, como prolina e arginina, e de hormônios promotores do crescimento, como as auxinas e as giberelinas, em gemas de macieiras 'Anna'. Estas alterações bioquímicas foram associadas ao aumento do florescimento e da produção de frutos nas plantas, em relação à aplicação de tioureia e à testemunha (SEIF EL-YAZAL et al., 2014).

Apesar do potencial de utilização destes indutores de brotação na cultura do pessegueiro, ainda existem poucas pesquisas que demonstrem sua eficiência no desempenho produtivo desta fruteira. Desta forma, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o desempenho agrônômico do pessegueiro 'Douradão', submetido a aplicação de diferentes indutores de brotação, em região de clima subtropical, do estado de São Paulo, Brasil.

1.2 MATERIAL E MÉTODOS

1.2.1 Caracterização da área experimental

O estudo foi realizado em pomar experimental localizado na Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) – campus de Botucatu, São Paulo. O município está situado a 22°51'55”S, 48°27'22” O e a 810 m de altitude. O clima predominante na região é o Cfa, ou seja, temperado quente (mesotérmico) úmido e a temperatura média do mês mais quente é superior a 22 °C (CUNHA; MARTINS, 2009). O solo da área experimental foi classificado como Nitossolo Vermelho (EMBRAPA, 2013), correspondendo a um Rhodic Hapludalf, conforme os critérios estabelecidos pelo United State Conservation Services (1988). As adubações foram realizadas mediante a análise de solo e o requerimento da cultura (RAIJ et al., 2001). Para isso, foram realizadas análises químicas das camadas de 0-20 cm e 20-40 cm do solo da área experimental (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1 – Análise química e teores de macronutrientes na área experimental durante os anos de 2017 e 2018

Amostra	pH	M.O. g/dm ³	Presina mg/dm ³	Al ³⁺	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
	CaCl ₂			-----		mmolc/dm ³	-----				
2017											
0 – 20	5,4	24	28	0	30	3,0	35	13	51	81	63
20 - 40	5,2	24	20	0	37	2,2	32	14	48	85	56
2018											
0 – 20	5,1	23	25	0	32	3,1	30	12	45	77	58
20 - 40	5,4	22	18	0	38	2,9	29	11	43	81	53

Fonte: Laboratório de Fertilidade do Solo. FCA 2017 e 2018

Tabela 2 – Análise química e teores de micronutrientes na área experimental durante os anos de 2017 e 2018

Amostra	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	-----	-----	mg/dm ³ -----	-----	-----
2017					
0 – 20	0,30	6,5	36	11,9	3,8
20 – 40	0,26	6,9	32	12,7	3,6
2018					
0 – 20	0,28	6,4	37	12,2	3,9
20 – 40	0,25	6,8	34	13,1	3,5

Fonte: Laboratório de Fertilidade do Solo. FCA 2017 e 2018

Foi avaliado o cultivar de pessegueiro Douradão durante dois ciclos produtivos, correspondente aos anos de 2017 e 2018, em plantas com seis anos de idade. As plantas foram conduzidas em sistema de taça, com espaçamento de 6,0 x 4,0 m e enxertadas sobre o portaenxerto 'Okinawa'. As mudas doadas pela Embrapa Clima Temperado foram provenientes da "Frutplan Mudas Ltda", com Renasem RS 0099/2005, localizada em Pelotas, Rio Grande do Sul.

Os dados mensais referentes ao acúmulo de horas de frio e de precipitação (mm), referentes aos anos de 2017 e 2018, foram fornecidos pelo Departamento de Solos e Recursos Ambientais da Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu – SP (Tabela 3). Para realização dos cálculos do acúmulo de frio foram considerados o número de horas de frio $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$ e $\leq 13,0^{\circ}\text{C}$, somando-se as temperaturas médias horárias durante o período de janeiro de 2017 a dezembro de 2018.

Tabela 3 – Dados meteorológicos do município de Botucatu durante os anos de 2017 e 2018. Botucatu, 2021

Mês	Acúmulo de frio				Precipitação pluviométrica mm	
	2017		2018		2017	2018
	$\leq 7,2^{\circ}\text{C}$	$\leq 13^{\circ}\text{C}$	$\leq 7,2^{\circ}\text{C}$	$\leq 13^{\circ}\text{C}$		
Janeiro	0	0	0	0	402	288,3
Fevereiro	0	0	0	0	153,2	104,4
Março	0,2	0,2	0	0	155	153,7
Abril	0	4,2	0	0	175,3	64
Maio	0,2	1,2	0,5	44,8	172,7	25,7
Junho	0,7	58,2	0	47,5	115,3	11,2
Julho	3,7	104,5	0	76	0	6,6
Agosto	0	77	1,3	128,8	90,4	131,1
Setembro	0	0	0	0	32,8	73,9
Outubro	0	0	0	0	173,7	196,9
Novembro	0	0	0	0	239,5	180,3
Dezembro	0	0	0	0	170,7	74,79
Média	4,8	245,3	1,8	297,1	1880,60	1310,89

Fonte: Departamento de Solos e Recursos Ambientais, FCA

1.2.2 Aplicação dos indutores de brotação

A poda de frutificação foi realizada no dia 15 de julho, em ambos os ciclos produtivos e, imediatamente após esta operação, foi realizada a aplicação dos

indutores de brotação: tratamento 1 – testemunha, aplicação de água; Tratamento 2 – fertilizante foliar nitrogenado (Erger®), na concentração de 2,5% do produto, composto por monossacarídeos, polissacarídeos, 15% de nitrogênio total, 6,5% óxido de cálcio e diterpenos. O produto foi aplicado em associação com 4% de nitrato de cálcio; tratamento 3 – Aplicação de 4% de nitrato de cálcio ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$); tratamento 4 – 0,6% de cianamida hidrogenada (Dormex® - contendo 490 g L⁻¹ de cianamida hidrogenada), associada a 1% de óleo mineral (Assist®). A aplicação dos tratamentos foi realizada com o auxílio de pulverizador costal, com volume de 16 litros, sendo aplicados dois litros de calda por planta.

1.2.3 Análises morfológicas e produtivas

Foram selecionados, aleatoriamente, oito ramos mistos (média de 25 cm de comprimento) por planta, distribuídos em sua porção mediana, ao redor de toda a circunferência da copa. Anteriormente ao início das avaliações, foram contabilizados o número de gemas vegetativas e de gemas floríferas em cada um dos ramos selecionados.

Para realização das análises foram utilizadas as seguintes metodologias:

Fenologia da floração: realizada por meio da contagem do número de flores abertas, duas vezes por semana, durante o período de florescimento das plantas.

Porcentagem de brotação: pela contagem do número total de brotações emitidas em cada ramo produtivo e determinado pela seguinte equação: % brotação = $(\text{n}^\circ \text{ brotações} / \text{n}^\circ \text{ gemas vegetativas}) \times 100$.

Porcentagem de florescimento: mediante a contagem do número total de flores emitidas em cada ramo ao longo do ciclo produtivo e determinado pela seguinte equação: % florescimento = $(\text{n}^\circ \text{ flores abertas} / \text{n}^\circ \text{ gemas floríferas}) \times 100$.

Frutificação efetiva: avaliada 20 dias após o pleno florescimento, por ocasião do raleio e determinada pela seguinte equação: % fixação = $(\text{n}^\circ \text{ frutos fixados} / \text{n}^\circ \text{ gemas floríferas}) \times 100$.

Número de frutos por planta: determinado pela contagem do número total de frutos colhidos em cada uma das plantas.

Produção (kg planta⁻¹): mensurada mediante o produto do número total de frutos pela massa fresca dos frutos colhidos por planta.

1.2.4 Delineamento experimental e análises estatísticas

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, sendo quatro indutores de brotação e dois anos de avaliação (2017 e 2018). Foram utilizadas cinco repetições e duas plantas por parcela, totalizando 40 plantas úteis, rodeadas por plantas bordadura. Os dados referentes à fenologia da floração foram analisados por meio de estatística descritiva, onde cada valor representa a média de todos os valores obtidos com cada tratamento em cada avaliação. Os demais dados foram submetidos à análise de variância e, em caso de significância pelo teste F, foi realizado teste Tukey para comparação das médias dos tratamentos. Para realização das análises estatísticas foi utilizado o software AgroEstat®. Os dados referentes às porcentagens de brotação, florescimento e fixação de frutos foram transformados pela fórmula $\text{arc seno}(\text{raiz}(x/100))$.

1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

1.3.1 Brotação, florescimento e fixação de frutos

Não houve interação significativa entre os indutores de brotação e os ciclos produtivos em nenhuma das variáveis analisadas. Contudo, foram observadas diferenças significativas para o efeito isolado dos indutores e dos ciclos produtivos na brotação, florescimento e frutificação efetiva das plantas (Tabela 4).

A aplicação dos compostos indutores promoveu aumento significativo da brotação nos ramos das plantas em relação à testemunha (Tabela 5). O menor desempenho das plantas que não receberam aplicação dos indutores de brotação ocorreu em função do baixo acúmulo de frio $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$ e $\leq 13,0^{\circ}\text{C}$ entre os meses de maio, quando as plantas entraram em repouso vegetativo, e julho, momento em que foi realizada a poda de frutificação, em ambos os ciclos produtivos (Tabela 3). Estes resultados evidenciam a necessidade da aplicação de produtos com ação indutora de brotação na região de Botucatu, São Paulo.

Tabela 4 – Valores do teste F para porcentagem de brotação, florescimento e fixação de frutos em ramos de pessegueiro do cultivar ‘Douradão’ submetidos a aplicação de diferentes indutores de brotação, Botucatu – SP, 2021

Fator de variação	GL	Brotação	Florescimento	Frutificação efetiva
Bloco	4	3,88*	3,14 ^{NS}	3,81*
Indutores de Brotação (I)	3	16,25**	26,97**	15,93**
Ano (A)	1	4,93**	39,17**	16,25**
I x A	3	1,93 ^{NS}	0,15 ^{NS}	0,06 ^{NS}
Média		34,56	29,73	22,2
CV 1		11,5	16,42	21,69
CV 2		13,53	22,77	31,17

^{NS}= Não significativo; *= significativo a 5%; **= significativo a 1%

A brotação nos ramos do pessegueiro proporciona a formação de novas folhas às plantas. Por sua vez, a retomada do processo fotossintético fornece a energia necessária ao crescimento dos frutos, do ciclo que se inicia. Além disto, os novos ramos em formação serão responsáveis pela continuidade do processo produtivo das plantas no próximo ciclo da cultura (FERREIRA et al., 2019).

Tabela 5 – Brotação, florescimento e fixação de frutos em ramos de pessegueiro do cultivar ‘Douradão’ submetidos a aplicação de diferentes indutores de brotação, Botucatu – SP, 2021

Indutores de Brotação	Brotação (%)	Florescimento (%)	Frutificação Efetiva (%)
Testemunha	27,21 b	14,54 c	16,63 c
FFN + NC	38,66 a	26,00 b	24,26 ab
NC	36,88 a	14,69 c	18,07 bc
CH	36,00 a	36,42 a	29,86 a
DMS	5,28	8,47	6,39

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5 % de significância.

A CH induziu o maior florescimento, com 36,42% de flores abertas, independentemente do ciclo de avaliação (Tabela 5). A aplicação do FFN + NC, com resultados intermediários, proporcionou florescimento de 26,00%. Já as plantas tratadas com NC e a testemunha apresentaram comportamento semelhante e obtiveram os menores resultados desta variável.

A aplicação da CH tem efeito inibitório na atividade de enzimas que neutralizam a formação de espécies reativas de oxigênio. Entre estas enzimas, a catalase, é responsável pela conversão do peróxido de hidrogênio (H_2O_2) em oxigênio molecular e água. Sua inibição proporciona o aumento transitório dos níveis de H_2O_2 nas células das gemas (PÉREZ; LIRA, 2005). Estas alterações são responsáveis pela reorientação do fluxo de carbono em direção ao ciclo das pentoses (OMRAN, 1980) e pela expressão de genes que estimulam a retomada do crescimento (VERGARA; PEREZ, 2010) a partir da síntese de substâncias promotoras do crescimento, como as giberelinas e as auxinas (SEIF EL-YAZAL, et al., 2014). A maior eficiência do produto em relação aos demais indutores de brotação está relacionada a presença do radical $-C\equiv N$ em sua composição, considerado mais reativo que os demais (PIRES; MARTINS, 2003).

Embora tenha apresentado resultados inferiores em relação a CH, a utilização do FFN + NC proporcionou resultados positivos no florescimento das plantas, em relação à aplicação do NC e à testemunha. Diante disto, o produto pode ser considerado como uma alternativa para indução de brotação de pessegueiros na região. Sua eficiência em pessegueiros também foi constatada por Ferreira et al. (2019) em plantas dos cultivares Douradão, BRS Kampai e BRS Rubimel, cultivados em região subtropical, em que a aplicação de 2,2% do FFN associado a 4% de NC induziu florescimento de 43,7% aos ramos das plantas.

O FFN possui em sua formulação diversos compostos que atuam em conjunto na reativação do metabolismo das gemas e na retomada do crescimento, como nitrogênio, carboidratos, cálcio e diterpenos (VALAGRO, 2013). A disponibilização de nitrogênio interfere positivamente na fisiologia da planta, em relação a uniformização e antecipação da brotação das gemas, proporcionando à ativação do metabolismo nitrogenado (SERLIN et al., 1984) e a síntese de novos compostos necessários ao crescimento (CANTÓN et al., 2005) e formação de novos ramos e flores, na primavera.

Os carboidratos presentes no produto são imediatamente disponibilizados para o metabolismo da planta, auxiliando no processo de respiração celular. O cálcio atua como mensageiro do metabolismo vegetal, participando de reações ligadas a divisão, ao alongamento e a diferenciação celular (WHITE; BROADLEY, 2003), processos metabólicos que ocorrem de maneira intensa durante a brotação e o florescimento das plantas. Já os diterpenos são precursores da síntese de giberelinas, hormônio vegetal envolvido nos processos de divisão e alongamento celular (TAIZ et al., 2016).

A CH promoveu maior frutificação efetiva (29,86%), a qual não diferiu significativamente da média observada para as plantas tratadas com FFN + NC (24,26%) (Tabela 5). Os produtos proporcionaram incremento de 13,23% e 7,63% na frutificação efetiva das plantas em relação ao controle, respectivamente. Do mesmo modo, Seif El-Yazal et al. (2014) obtiveram frutificação efetiva 5,5% superior em plantas tratadas com CH em comparação à testemunha.

Em suas avaliações com diferentes doses do FFN + NC para indução de brotação em pessegueiros, Ferreira et al. (2019) obtiveram durante o primeiro ano de avaliações frutificação efetiva de 33,3%, com a utilização da dose 2,1% do produto associado a 4% de NC. Já no ano seguinte, os maiores valores, de 31,39% de frutos fixados, foram obtidos com a utilização da dose 3,75%. Estes resultados demonstram a eficiência do FFN + NC na melhoria da fixação de frutos em pessegueiros em pessegueiros cultivados em regiões subtropicais.

Assim como no florescimento, a utilização do NC como indutor de brotação não promoveu melhorias na frutificação efetiva das plantas, obtendo resultados semelhantes aos observados pelo controle. Este desempenho refletiu em reduzida produção de frutos pelas plantas submetidas ao tratamento, demonstrando sua baixa eficiência (à 4% $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$), na indução de brotação do pessegueiro 'Douradão', na região de Botucatu – SP.

Seif El-Yazal et al. (2014), observaram em macieiras 'Anna' submetidas à aplicação de 6% de NC, florescimento de 85,55% e 15,11% de frutificação efetiva. O desempenho do produto foi superior aos observados nas plantas da testemunha (76,95% de florescimento e 12,09% de frutificação efetiva) e semelhantes aos obtidos com aplicação de CH (87,94% de florescimento e 19,63% de frutificação efetiva). Desta forma, embora o NC não tenha apresentado resultados satisfatórios no presente trabalho, ainda são necessários novos estudos que verifiquem a eficiência de maiores concentrações do produto, na indução de brotação em pessegueiros.

Durante o ciclo de 2017 foram observados valores de brotação, florescimento e frutificação efetiva superiores aos obtidos no ciclo de 2018, independentemente do tratamento utilizado (Tabela 6). Estas diferenças, que corresponderam a uma redução de 3,28% na brotação, 16,95% no florescimento e 8,82% na frutificação efetiva, podem ser explicadas pela instabilidade climática observada durante o segundo ano de avaliação, que comprometeu o desempenho das plantas, quanto as variáveis citadas.

Durante o mês de agosto de 2018 foi registrado um período de elevado acúmulo de frio $\leq 13^{\circ}\text{C}$ (104,3 horas) associado a uma intensa precipitação pluviométrica (131,1 mm) e alta incidência de ventos. Em relação ao ciclo anterior, houve aumento em 51,8 horas de frio $\leq 13^{\circ}\text{C}$ e de 40,7 mm de precipitação. Estas condições ocorreram justamente durante o período de retomada do crescimento das plantas, momento em que estas se encontravam em fase de florescimento e brotação.

Tabela 6 – Brotação, florescimento e fixação de frutos em plantas de pessegueiro ‘Douradão’ em função do ciclo de avaliação, Botucatu – SP, 2021

Ano	Brotação (%)	Florescimento (%)	Frutificação Efetiva (%)
2017	36,20 a	31,40 a	26,61 a
2018	32,92 b	14,45 b	17,79 b
DMS	3,13	5,73	4,64

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5 % de

Estes fatores proporcionaram a queda precoce das flores que estavam em fase de abertura floral, assim como verificado por Alves et al., (2012) em pessegueiros cultivados no município de Lapa – PR. Desta forma, houve redução do percentual de brotação, florescimento e conseqüentemente, da fixação de frutos no segundo ciclo de avaliação, variáveis que afetaram diretamente a produção de frutos.

1.3.2 Fenologia da floração

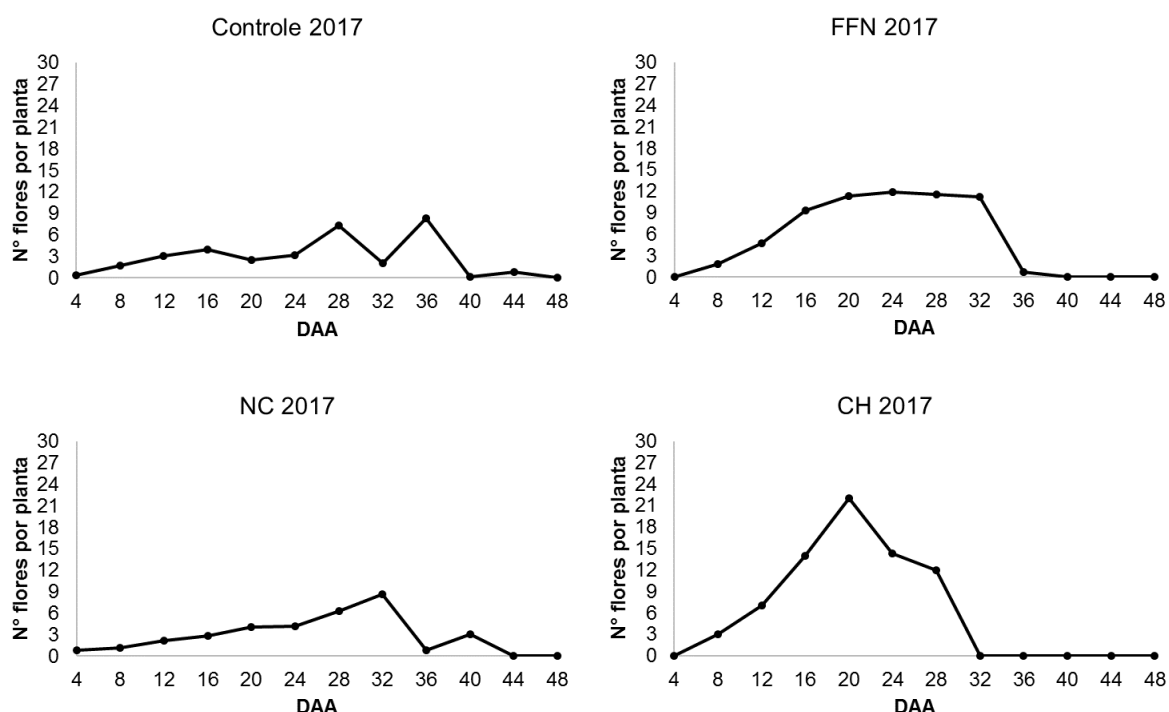
A evolução do florescimento das plantas de pessegueiro foi influenciada pela aplicação dos diferentes compostos indutores de brotação. Evidenciou-se que a maior concentração do florescimento foi obtida com o tratamento que proporcionou maior percentual de floração às plantas (CH), em ambos os ciclos produtivos (Figuras 1 e 2). De outro modo, as plantas da testemunha e as que receberam aplicação de NC apresentaram uma floração esparsa, com reduzido número de flores abertas ao longo do período de florescimento (Tabela 5).

Normalmente, pessegueiros cultivados em regiões de inverno ameno não tem suas exigências em frio hibernal plenamente satisfeitas. Estas condições ocasionam aumento do período de floração das plantas, com reduzido percentual de

florescimento (GHRAB et al., 2014; SEIF EL-YAZAL et al., 2014). Além disto, um período de floração prolongado pode muitas vezes refletir em maior exposição das estruturas reprodutivas às adversidades climáticas que provoquem a queda precoce das flores em desenvolvimento (ZANANDREA et al., 2011), proporcionando redução na fixação de frutos e consequentemente, na produção das plantas.

Desta forma, o efeito da aplicação de indutores de brotação no período de florescimento de frutíferas temperadas pode ser considerado como um parâmetro de avaliação da eficiência do produto (PETRI et al., 2014). As plantas tratadas com NC apresentaram prolongado período de floração (Figuras 1 e 2) e baixo percentual de florescimento (Tabela 5). Estes resultados indicam a baixa eficiência do produto, na dose de 4%, na indução de brotação de pessegueiros em condições subtropicais.

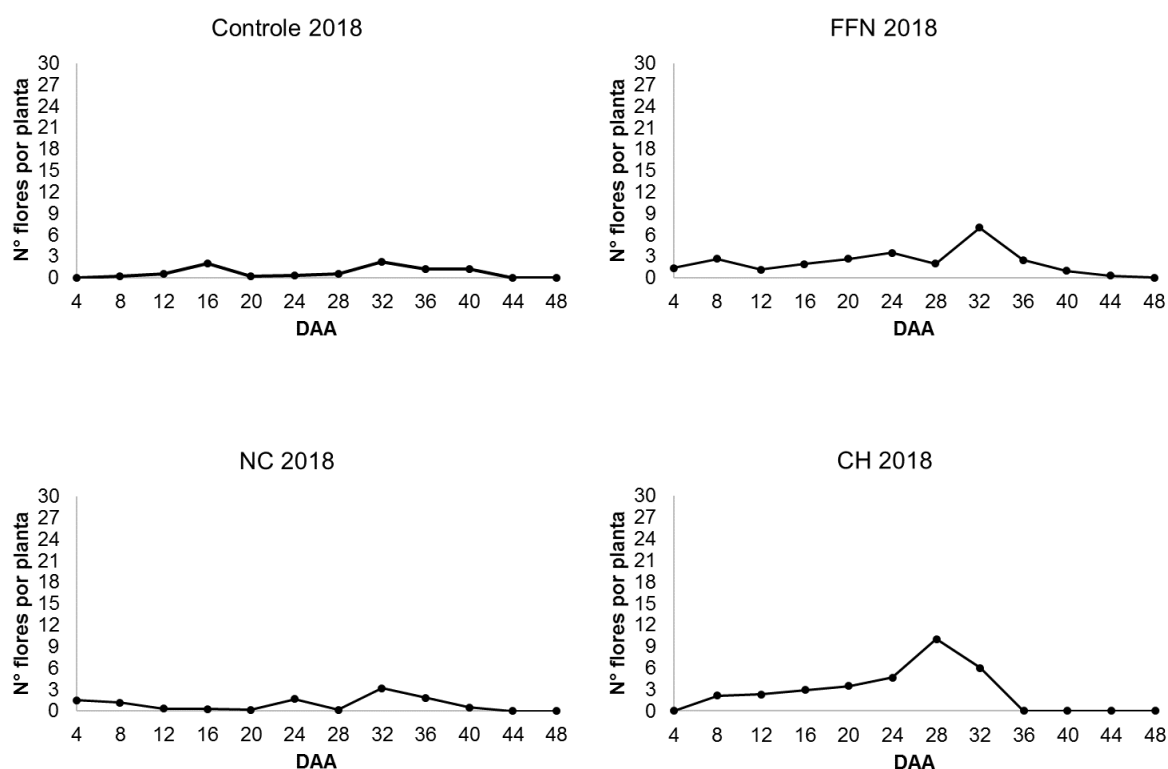
Figura 1 – Número de flores em pessegueiros do cultivar Douradão, após diferentes tratamentos para indução de brotação, durante o ciclo 2017, Botucatu – SP, 2021



O pico de florescimento, momento em que as plantas apresentam maior concentração de flores abertas, apresentou grande variação em função dos compostos indutores e dos ciclos produtivos. De maneira geral, este pico foi maior e mais precoce quando realizada a aplicação de CH, seguida pelas plantas submetidas

a aplicação do FFN + NC (2017 e 2018). Já as plantas que receberam o tratamento com NC apresentaram pico de florescimento apenas durante o primeiro ciclo produtivo (2017).

Figura 2 – Número de flores em pessegueiros do cultivar Douradão, após diferentes tratamentos para indução de brotação, durante o ciclo 2018, Botucatu – SP, 2021



O período de floração das plantas tratadas com CH teve duração de 28 dias durante o ciclo 2017 (4 aos 32 DAA), e de 32 dias durante o ciclo 2018 (4 aos 36 DAA), com picos de florescimento aos 20 e 28 DAA, respectivamente. Corroborando com estes dados, Seif El-Yazal et al. (2014) também observaram o encurtamento do período de floração em macieiras em resposta ao tratamento com CH, em relação aos demais indutores de brotação analisados.

A antecipação do período de floração e colheita dos frutos proporciona maior agregação de valor aos mesmos, com possibilidade de aumento no retorno econômico devido a oferta de frutos no mercado de forma antecipada em relação às principais regiões produtoras do Brasil, como o estado do Rio Grande do Sul, e, também aos demais países do Hemisfério Sul, como Argentina, Chile e África do Sul. Deste modo,

a aplicação da CH e do FFN + NC como indutores de brotação podem proporcionar o aumento da renda obtida com os frutos produzidos, uma vez que ambos os produtos proporcionaram a antecipação e o encurtamento do período de floração dos pessegueiros, em região subtropical do estado de São Paulo.

1.3.3 Desempenho produtivo

Não houve interação significativa entre os indutores e os ciclos para o número de frutos e a produção das plantas (Tabela 7). Todavia, as variáveis produtivas foram influenciadas pela aplicação dos diferentes indutores de brotação e pelos ciclos produtivos analisados, isoladamente.

Tabela 7 – Valores do teste F para número de frutos por planta e produção do pessegueiro ‘Douradão’ submetidos a aplicação de diferentes indutores de brotação, Botucatu – SP, 2021

Fator de variação	GL	Nº Frutos planta ⁻¹	Produção kg planta ⁻¹
Bloco	4	3,80*	5,31**
Indutores de Brotação (I)	3	17,09**	20,77**
Ano (A)	1	28,50**	17,50**
I x A	3	4,24 ^{NS}	0,16 ^{NS}
Média		68,8	7,23
CV 1		14,19	10,54
CV 2		29,41	29,81

NS= Não significativo; *= significativo a 5%; **= significativo a 1%

O tratamento com CH promoveu o aumento do número de frutos produzidos pelas plantas (95,05 frutos planta⁻¹), sendo semelhante aos valores observados nas plantas tratadas com FFN + NC (75,15 frutos planta⁻¹) (Tabela 8). Entretanto, quando analisadas as demais variáveis produtivas, a utilização da CH proporcionou os maiores valores (10,37 kg planta⁻¹) de forma isolada. Justamente em função da sua maior eficiência, a CH tem sido o produto mais utilizado na indução de brotação de fruteiras temperadas (MOHAMED, 2008).

Em macieiras ‘Anna’, a aplicação do produto (4% de CH) proporcionou maior número de frutos (217,35 frutos planta⁻¹) e maior produção (26,78 kg planta⁻¹) em relação ao nitrato de potássio (192,20 frutos planta⁻¹ e 22,62 kg planta⁻¹), NC (188,20

frutos planta⁻¹ e 19,50 kg planta⁻¹), tiouréia (182,20 frutos planta⁻¹ e 19,02 kg planta⁻¹) e à testemunha (174,95 frutos planta⁻¹ e 18,81 kg planta⁻¹) (SEIF EL-YAZAL et al., 2014).

Tabela 8 – Número de frutos por planta e produção (kg planta⁻¹) em pessegueiro do cultivar ‘Douradão’ submetidos a aplicação de diferentes indutores de brotação, Botucatu – SP, 2021

Indutores de Brotação	Nº Frutos planta ⁻¹	Produção kg planta ⁻¹
Testemunha	42,38 c	4,83 c
FFN + NC	75,15 ab	6,99 b
NC	61,83 bc	6,10 bc
CH	95,05 a	10,37 a
DMS	24,95	2,10

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5 % de significância.

As plantas tratadas com FFN + NC apresentaram desempenho intermediário quanto à produção (6,99 kg planta⁻¹), sendo superior às médias observadas nas plantas da testemunha. Diante da necessidade da utilização de compostos com menor toxicidade e agressão ao meio ambiente, a aplicação do produto pode ser considerada como uma alternativa eficiente para indução de brotação de pessegueiros na região.

Tabela 9 – Número de frutos por planta e produção (kg planta⁻¹) do pessegueiro ‘Douradão’ em função do ciclo de avaliação, Botucatu – SP, 2021

Ano	Nº Frutos planta ⁻¹	Produção kg planta ⁻¹
2017	100,58 a	10,36 a
2018	36,62 b	4,10 b
DMS	26,94	3,38

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5 % de significância.

Em amoreiras pretas ‘Tupy’ cultivadas em São Manuel – SP, Segantini et al. (2015) recomendam a aplicação das doses estimadas de 5,4% do FFN e de 4,2% de CH, para obtenção do maior número de frutos (521 e 541 frutos planta⁻¹) e maior

produtividade (14,2 e 14,7 t ha⁻¹), respectivamente. Tais resultados evidenciam a eficiência dos produtos na indução de brotação de frutíferas temperadas cultivadas em regiões de inverno ameno, do estado de São Paulo.

Assim como nas demais variáveis analisadas, os maiores índices produtivos foram observados durante o ciclo 2017 (Tabela 9). Durante este período, as plantas de pessegueiro produziram 100,58 frutos planta⁻¹, o que correspondeu à produção de 10,36 kg planta⁻¹. No ciclo seguinte, houve redução em 63,59% no número de frutos e em 60,42% na produção das plantas. Esta redução dos parâmetros produtivos no ciclo 2018 ocorreu em função das variações climáticas que afetaram as plantas posteriormente a poda e aplicação dos indutores, o que reduziu o florescimento, a fixação de frutos e consequentemente, a produção dos pessegueiros avaliados.

1.4 CONCLUSÕES

A aplicação da cianamida hidrogenada aumenta, antecipa e concentra o florescimento das plantas. Além disto, o produto incrementa a frutificação efetiva e a produção. Todavia, o fertilizante foliar nitrogenado, associado ao nitrato de cálcio, promove incremento intermediário na floração e produção das plantas, sendo assim uma alternativa para a indução de brotação do pessegueiro 'Douradão' em condições subtropicais. O uso isolado de nitrato de cálcio como indutor de brotação para o pessegueiro Douradão não é indicado, uma vez que resulta em desempenho produtivo semelhante ao das plantas não tratadas.

REFERÊNCIAS

- ALVES, G.; SILVA, J.; DE MIO, L. L. M.; BIASI, L. A. Comportamento fenológico e produtivo de cultivares de pessegueiro no Município da Lapa, Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, n.11, p.1596-1604, 2012.
- ATKINSON, C. J.; BRENNAN, R. M.; JONES, H. G. Declining chilling and its impact on temperate perennial crops. **Environmental and Experimental Botany**, v. 91, p. 48–62, 2013.
- BARBOSA, W.; OJIMA, M.; CAMPO DALL'ORTO, F. A. Comportamento do pessegueiro "Douradão" em Itupeva. **Piracicaba: Scientia Agrícola**, v.56, n.4, p.1261-1265, 1999.
- CANTÓN, F. R.; SUÁREZ, M. F.; CANOVAS, F. Molecular aspects of nitrogen mobilization and recycling in trees. **Photosynthesis Research**, v. 83, p. 265–278, 2005.
- CITADIN, I.; SCARIOTTO, S.; SACHET, M. R.; ROSA, F. J.; RASEIRA, M. C. B.; WAGNER JÚNIOR, A. Adaptability and stability of fruit set and production of peach trees in a subtropical climate. **Scientia Agrícola**, v.71, n.2, p.133-138, 2014.
- CUNHA, A.R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n.1, p. 1 – 11, 2009.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa solos, 2013. 353p.
- FERREIRA, R. F.; LEONEL, S.; SOUZA, J. M. A.; SILVA, M. S.; FERRAZ, R. A.; MARTINS, R. C.; SILVA, M. S. C. peaches phenology and production submitted to foliar nitrogen fertilizer and calcium nitrate. **Bioscience Journal**, v. 35, n. 3, p. 752-762, 2019.
- GHRAB, M.; BEN MIMOUN, M.; MASMOUDI, M. M.; BEN MECHLIA, N. Chilling trends in a warm production area and their impact on flowering and fruiting of peach trees. **Scientia Horticulturae**, v. 178, p. 87–94, 2014.
- HERNÁNDEZ, G; CRAIG, R. L. Effects of alternatives to hydrogen cyanamide on commercial kiwifruit production. **Acta Horticulturae**, v. 913, n. 1, p. 357-363, 2011.
- IBGE. Censo agropecuário 2009: lavoura permanente e temporária. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=rs>>. Acesso em: 6 jun. 2019.
- İMRAK, B.; KÜDEN, A. B.; KÜDEN, A.; SARIER A. K.; ÇİMEN, B. Chemical applications affected dormancy breaking in modi apple cultivar under subtropical conditions. **Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus**, v. 15, n. 6, p. 265-277, 2016.

OMRAN, R.G. Peroxide levels and the activities of catalase, peroxidase, and indoleacetic acid oxidase during and after chilling of cucumber seedlings. **Plant Physiology**, Rockville, v.65, n.2, p.407-408, 1980.

PÉREZ, F. J.; LIRA, W. Possible role of catalase in post-dormancy bud-break in grapevines. **Journal of Plant Physiology**, v. 162, p. 301–308, 2005.

PETRI, J. L.; GABARDO, G. C.; HAVERROTH, F. J. Chemical induction of budbreak: new generation products to replace hydrogen cyanamide. **Acta Horticulturae**, v. 1042, n. 1, p. 159-166, 2014.

PINTO, M. et al. Fisiologia de la latência de lãs yemas de vid: hipótesis actuales. Santiago: Universidad de Chile, Facultad de Ciências Agronómicas, Grupo de Investigación Enológica, 2007. 16 p. Disponível em: <<http://www.gie.uchile.cl/publicaciones/index.html>> Acesso em: 15 jan. 2015.

PIRES, E. J. P.; MARTINS, F.P. Técnicas de cultivo. In: POMMER, C.V. (Ed.). Uva: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2003, p.351-403.

PUTTI, G. L.; PETRI, J. L.; MENDEZ, M. E. Temperaturas efetivas para a dormência da macieira (*Malus domestica* Borkh). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 25, n. 2, p. 210-212, 2003.

RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed). **Recomendações de adubações e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. Ed. Campinas: Instituto Agrônômico, 1996. P. 137. (Boletim Técnico, 100).

RASEIRA, M. C. B.; NAKASU, B. H.; BARBOSA, W. Cultivares: Descrição e Recomendação. In: RASEIRA, M. C. B.; PEREIRA, J. F. M.; CARVALHO, F. L. C. **Pessegueiro**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 776 p.

SEGANTINI, D. M.; LEONEL, S.; SILVA RIPARDO, A. K.; TECCHIO, M. A. ; DE SOUZA, M. E. Breaking Dormancy of -Tupy- Blackberry in Subtropical Conditions. **American Journal of Plant Sciences**, v. 06, p. 1760-1767, 2015.

SEIF EL-YAZAL, M. A.; RADY, M. M. Foliar-applied Dormex™ or thiourea-enhanced proline and biogenic amine contents and hastened breaking bud dormancy in “Ain Shemer” apple trees. **Trees**, n. 27, p. 161–169, 2013.

SEIF EL-YAZAL, M. A.; SEIF EL-YAZAL, S. A.; RADY, M. M. Exogenous dormancy-breaking substances positively change endogenous phytohormones and amino acids during dormancy release in ‘Anna’ apple trees. **Plant Growth Regulation**, v. 72, p. 211–220, 2014.

SERLIN, B.S.; SOPORY, S.K.; ROUX, S.J. Modulation of Oat Mitochondrial ATPase Activity by Ca²⁺ and Phytochrome. **Plant Physiology**. v. 74, p. 827-833, 1984.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. Porto Alegre: Editora Artmed, 2016. 888p.

VALAGRO. Erger: o disjuntor de gemas. Atessa, 2010. Disponível em: <http://www.valagro.com/ru/farm/products/valagro/specialties/erger?func=viewThingData;thingId=_uYISX0GSrv3tQuGmJdHSQ;thingDataId=lz44gK_jBr3_g90qWieuMw>. Acesso em: 26 set. 2018

VERGARA, R.; PÉREZ, F. J. Similarities between natural and chemically induced bud-endodormancy release in grapevine *Vitis vinifera* L. **Scientia Horticulturae**, v. 125, p. 648–653, 2010.

WEINBERGER, J. H. Chilling requirements of peach varieties. **Proceeding of the American Society for Horticulturae Science**, 56, p. 122—128, 1950.

WHITE, P.J.; BROADLEY, M.R. **Calcium in plants**. *Annals of Botany*, v.92, p.487-511, 2003.

ZANANDREA, I.; RASEIRA, M.C.B.; SANTOS, J.; SILVA, J.B. Receptividade do estigma e desenvolvimento do tubo polínico em flores de pessegueiro submetidas à temperatura elevada. **Ciência Rural**, v.41, p.2066-2072, 2011.

ZHUANG, W.; GAO, Z.; WEN, L.; HUO, X.; CAI, B.; ZHANG, Z. Metabolic changes upon flower bud break in Japanese apricot are enhanced by exogenous GA₄. **Horticulture Research**, v. 2, p. 1- 10, 2015.

CAPÍTULO 2

RENDIMENTO E QUALIDADE DE FRUTOS DE PESSEGUEIRO, SUBMETIDO A APLICAÇÃO DE INDUTORES DE BROTAÇÃO

RESUMO

A utilização de compostos indutores de brotação promove aumento da produção e da qualidade de frutos das frutíferas temperadas cultivadas em regiões subtropicais do Brasil. Em pessegueiros, a cianamida hidrogenada tem sido o produto mais utilizado para realização desta prática de manejo. Embora existam diversos compostos indutores disponíveis, existem poucos estudos que demonstrem sua eficiência para a cultura. Desta forma, objetivou-se verificar a influência da aplicação de diferentes indutores de brotação na produção e qualidade de frutos do pessegueiro 'Douradão', durante dois ciclos produtivos, em Botucatu – São Paulo. Foram utilizados três indutores de brotação: cianamida hidrogenada (0,6%); fertilizante foliar nitrogenado (2,5%) + nitrato de cálcio (4%); nitrato de cálcio (4%), além da testemunha (água). Foram avaliadas a produtividade e eficiência produtiva das plantas e a massa fresca, diâmetro, comprimento, relação DL/DT, teor de sólidos solúveis, acidez titulável, pH, teor de compostos fenólicos totais e flavonoides e a atividade antioxidante nos frutos. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, sendo 4 indutores de brotação e 2 ciclos de avaliação. O desempenho produtivo do pessegueiro 'Douradão' é maximizado com a aplicação da Cianamida Hidrogenada (0,6%). Como alternativa a este indutor, o Fertilizante Foliar Nitrogenado (2,5%), associado ao Nitrato de Cálcio (4%), promove desempenho produtivo intermediário. A qualidade dos frutos é afetada pela aplicação dos indutores de brotação, de modo que a aplicação de Cianamida Hidrogenada e Fertilizante Foliar Nitrogenado promove aumento dos teores de compostos fenólicos totais, e, consequentemente, resultam em pêssegos com maior atividade antioxidante.

Palavras-chave: *Prunus persica* (L.) Batsch. Práticas culturais. Cianamida hidrogenada. Fertilizante foliar nitrogenado. Nitrato de cálcio. Compostos bioativos.

ABSTRACT

Compounds to induce sprouting is a fundamental practice to increase production and quality of temperate fruits in subtropical regions of Brazil. In peach trees, hydrogen cyanamide is known for its efficiency, but there are other options like some studies have already assessed on peach crops. Therefore, this study aimed at verifying if the application of different compounds influences on fruits production and quality in peach tree of the Douradão cultivar within two productive cycles in Botucatu, state of São Paulo. To do that, three products were selected, such as 0.6% hydrogen cyanamide; 2.5% foliar nitrogen fertilizer + 4% calcium nitrate; 4% calcium nitrate; besides the control (water). Data were evaluated in a split-plot (4 treatments and 2 evaluation cycles) setup, organized in randomized block design. Furthermore, the following data were evaluated yield, efficiency, fresh weight, diameter, length, DL/ DT ratio, soluble solids, titratable acidity, pH, sugar content, total phenolic compounds, total flavonoids and the antioxidant activity of the fruits. Results indicated that 0.6% HC increased in productive performance of the Douradão cultivar. Furthermore, FNF + CN promoted an intermediate performance in terms of yield; thus, being an alternative to HC in mild winter regions of São Paulo. Finally, both products increased in the contents of phenolic compounds in fruits and, consequently, their antioxidant activity, which are interesting attributes for fresh market consumption.

Keywords: *Prunus persica* (L.) Batsch. Cultural practices. Hydrogen cyanamide. Foliar Nitrogen Fertilizer. Calcium nitrate. Bioactive compounds.

2.1 INTRODUÇÃO

O pessegueiro (*Prunus persica* (L.) Batsch) é uma das fruteiras temperadas mais cultivadas em todo o mundo (RASEIRA et al., 2018). Em 2017, a produção mundial de frutas de caroço, grupo no qual o pêssigo se enquadra, foi de 24,6 milhões de toneladas. No mesmo ano, a produção brasileira foi de 248.583 toneladas em uma área de 17.116 hectares. O estado de São Paulo é o segundo maior produtor nacional, com produção de 34.592 toneladas de frutos em uma área colhida de 1492 hectares (FAO, 2019).

O sucesso do cultivo desta frutífera em regiões de clima subtropical, como o estado de São Paulo, deve-se principalmente ao desenvolvimento e disponibilização de cultivares de menor exigência em frio hiberna (CORRÊA et al., 2019). Desenvolvido pelo IAC, o cultivar Douradão é o principal material genético cultivado na região. A planta apresenta excelente capacidade produtiva, vigor médio e exigência em frio de 200 horas. Os frutos apresentam polpa de coloração amarela e podem atingir até 160 gramas, com teor de sólidos solúveis de 16 °Brix (RASEIRA et al., 2014).

O suprimento da necessidade em frio das frutíferas temperadas durante o período de repouso vegetativo é fundamental para que a planta possa brotar e florescer de maneira satisfatória. Entretanto, regiões de inverno ameno não atendem a esta necessidade das plantas. Estas condições são prejudiciais a brotação e ao florescimento dos ramos (GHRAB et al., 2014) e, consequentemente, ocasionam a redução da capacidade produtiva da planta (ATKINSON et al., 2013) e da qualidade dos frutos.

Diante disto, é necessária a utilização de práticas de manejo que minimizem os efeitos da falta de frio hiberna e favoreçam a brotação nos ramos das plantas de forma equilibrada e vigorosa. Uma das alternativas é a aplicação de compostos químicos indutores de brotação. Diversos produtos têm sido relatados como promotores da brotação em frutíferas temperadas, como a cianamida hidrogenada, nitratos de potássio, nitratos de cálcio, óleos minerais (SEIF EL-YAZAL et al., 2014), e o fertilizante foliar nitrogenado (FFN) (Erger®) (FERREIRA et al., 2019).

A utilização destes produtos estimula a brotação e o florescimento nos ramos, uniformiza as fases fenológicas das plantas e aumenta sua capacidade produtiva. Entretanto, além da influência dos principais compostos indutores nas variáveis produtivas, também é necessária a verificação de seus efeitos nos atributos qualitativos dos frutos, uma vez que existem poucos relatos na literatura à respeito destas informações.

Frutos destinados ao consumo *in natura* devem apresentar boa proporção de coloração avermelhada na casca, polpa de coloração branca ou amarelada, elevado teor de sólidos solúveis, baixa acidez e resistência ao transporte e ao armazenamento (WAGNER JÚNIOR et al., 2014). Além disto, os frutos também apresentam propriedades funcionais que proporcionam proteção à saúde humana contra diversos

tipos de doenças, como os polifenóis, um dos principais compostos antioxidantes encontrados em pêssegos (ZHAO et al., 2015).

Os principais fatores que influenciam nestas variáveis são as características do cultivar, a interação entre o porta-enxerto e a variedade copa, as condições ambientais e as técnicas de manejo do pomar (MINAS et al., 2018), entre elas a aplicação de indutores de brotação. Embora estes produtos tenham ação direta na brotação dos ramos, sua utilização também influencia nos atributos de qualidade em frutos, como o tamanho e a acidez, além de promover aumento dos compostos bioativos e, consequentemente, na sua capacidade antioxidante (LEONEL et al., 2014; SEIF EL-YAZAL et al., 2014; FERREIRA et al., 2019).

A indução de brotação é uma prática de manejo fundamental ao cultivo do pessegueiro em regiões subtropicais. Todavia, existem poucos relatos na literatura que descrevam a influência destes compostos nos atributos de qualidade dos frutos. Desta forma, objetivou-se com o presente trabalho verificar a influência da aplicação de diferentes indutores de brotação no desempenho produtivo e na qualidade de frutos do pessegueiro 'Douradão', cultivado em região subtropical, do estado de São Paulo.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Descrição da área experimental

O trabalho foi realizado em pomar experimental localizado na Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP) – campus de Botucatu, São Paulo. O município está situado a 22°51'55"S, 48°27'22" O e a 810 m de altitude. O clima predominante na região é o Cfa, ou seja, temperado quente (mesotérmico) úmido e a temperatura média do mês mais quente é superior a 22 °C (CUNHA; MARTINS, 2009). O solo da área experimental foi classificado como Nitossolo Vermelho (EMBRAPA, 2013), correspondendo a um Rhodic Hapludalf, conforme os critérios estabelecidos pelo United State Conservation Services (1988). As adubações foram realizadas mediante a análise de solo e o requerimento da cultura (RAIJ et al., 2001). Para isto, foram realizadas análises químicas das camadas 0-20 cm e 20-40 cm do solo da área experimental (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1 – Características químicas e teores de macronutrientes na área experimental durante os anos de 2017 e 2018

Amostra	pH	M.O. g/dm ³	Presina mg/dm ³	Al ³⁺	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
	CaCl ₂			-----		mmolc/dm ³			-----		
2017											
0 – 20	5,4	24	28	0	30	3,0	35	13	51	81	63
20 - 40	5,2	24	20	0	37	2,2	32	14	48	85	56
2018											
0 – 20	5,1	23	25	0	32	3,1	30	12	45	77	58
20 - 40	5,4	22	18	0	38	2,9	29	11	43	81	53

Fonte: Laboratório de Fertilidade do Solo. FCA 2017 e 2018

Tabela 2 – Características químicas e teores de micronutrientes na área experimental durante os anos de 2017 e 2018

Amostra	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	-----		mg/dm ³	-----	
2017					
0 – 20	0,30	6,5	36	11,9	3,8
20 - 40	0,26	6,9	32	12,7	3,6
2018					
0 – 20	0,28	6,4	37	12,2	3,9
20 - 40	0,25	6,8	34	13,1	3,5

Fonte: Laboratório de Fertilidade do Solo. FCA 2017 e 2018

Foi avaliado o cultivar de pessegueiro Douradão durante dois ciclos produtivos, correspondente aos anos de 2017 e 2018, em plantas com 6 anos de idade. As plantas foram conduzidas em sistema de taça, com espaçamento de 6,0 x 4,0 m e enxertadas sobre o porta enxerto 'Okinawa'. As mudas doadas pela Embrapa Clima Temperado foram provenientes da "Frutplan Mudas Ltda", com Renasem RS 0099/2005, localizada em Pelotas, Rio Grande do Sul.

2.2.2 Aplicação dos indutores de brotação

A poda de frutificação foi realizada no dia 15 de julho, em ambos os ciclos produtivos e, imediatamente após, foi realizada a aplicação dos indutores de brotação:

tratamento 1: testemunha, aplicação de água; Tratamento 2: fertilizante foliar nitrogenado (Erger®), na concentração de 2,5% do produto, composto por monossacarídeos, polissacarídeos, 15% de nitrogênio total, 6,5% óxido de cálcio e diterpenos. O produto foi aplicado em associação com 4% de nitrato de cálcio; tratamento 3: Aplicação de 4% de nitrato de cálcio ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$); tratamento 4: 0,6% de cianamida hidrogenada (Dormex® - contendo 490 g L⁻¹ de cianamida hidrogenada), associada a 1% de óleo mineral (Assist®). A aplicação dos tratamentos foi realizada com o auxílio de pulverizador costal, com volume de 16 litros, sendo aplicados dois litros de calda por planta.

2.2.3 Análises de rendimento

Para realização das análises foram utilizadas as seguintes metodologias: Produtividade (t ha⁻¹), determinada pela seguinte fórmula: produtividade = produção (kg planta⁻¹) x densidade de plantio (417 plantas ha⁻¹). Eficiência produtiva: obtida pela relação entre a produção (kg planta⁻¹) e o volume de copa (kg de fruta m⁻³). O volume de copa foi obtido através da fórmula $V = (\pi \cdot \text{raio}^2 \cdot \text{altura} / 3)$, proposta por Rufato et al. (2006).

2.2.4 Caracterização física dos frutos

Os frutos foram colhidos ao atingirem sua maturidade fisiológica, considerando a mudança da cor de fundo do verde para o amarelo claro. Cada repetição foi composta por cinco frutos do respectivo tratamento, sendo realizadas as seguintes análises:

Massa média dos frutos: obtida por meio da pesagem dos frutos em balança semi analítica (OWLABOR – carga máxima de 2000 g e precisão de 0,01 g).

Comprimento e diâmetro dos frutos: foram mensurados por meio da medida dos diâmetros longitudinais e transversais dos frutos.

Formato dos frutos: por meio da relação entre o diâmetro longitudinal e o diâmetro transversal dos frutos.

2.2.5 Caracterização físico-química dos frutos

Realizaram-se as seguintes avaliações: pH: mensurado em polpa homogeneizada dos frutos, triturados com auxílio de 'mixer'. Utilizou-se o potenciômetro da marca Digimed DMPH-2.

Acidez titulável (g de ácido cítrico 100 g⁻¹): realizado por meio da titulação em hidróxido de sódio (NaOH) a 0,1 N, em solução de cinco g de suco, 50 mL de água destilada e 0,3 mL de fenolftaleína (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

Teor de sólidos solúveis: foi determinado pela leitura de 3 gotas da polpa em refratômetro digital. Os resultados foram expressos em °Brix.

Índice de maturação (IM): determinado pela relação entre os sólidos solúveis e a acidez titulável.

2.2.6 Caracterização bioquímica dos frutos

Compostos fenólicos totais: foi determinado usando o reagente Folin-Ciocalteu (Singleton, Orthofer e Lamuela-Raventós, 1999). A absorbância foi determinada a 725 nm após 30 minutos de reação. Os resultados foram calculados usando uma curva padrão e expressos em miligramas equivalentes a ácido gálico por 100g de amostra fresca (mg 100 g⁻¹).

Para o teor de flavonoides totais foi utilizado o reagente cloreto de alumínio (5%), para formação de complexos estáveis (flavonoide-Al³⁺) (Santos et al., 1998). Os resultados foram expressos em equivalentes de rutina em 100g de amostra fresca (mg 100g⁻¹).

A capacidade para reduzir o radical DPPH foi realizada de acordo com Brand-Williams, Cuvelier e Berset (1995). Os resultados de DPPH foram expressos em miligramas de equivalentes de Trolox por 100 g de amostra (mg trolox equivalente 100 g⁻¹).

2.2.7 Delineamento experimental e análises estatísticas

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, sendo quatro indutores de brotação e dois ciclos de avaliação. Foram utilizadas cinco repetições e duas plantas por parcela experimental, totalizando 40 plantas úteis, rodeadas por plantas bordadura.

Os dados foram submetidos à análise de variância e, em caso de significância pelo teste F, foi realizado teste Tukey para comparação dos tratamentos. Para realização das análises estatísticas foi utilizado o software AgroEstat®.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1 Rendimento

Não houve interação significativa entre os compostos indutores e os ciclos de avaliação nas variáveis do desempenho produtivo das plantas (Tabela 3). Todavia, foi observado efeito isolado dos produtos e dos ciclos produtivos na produtividade e na eficiência produtiva das plantas.

Tabela 3 – Valores do teste F para as variáveis produtivas em frutos de pessegueiro do cultivar Douradão submetidos a aplicação de diferentes indutores de brotação, Botucatu - SP, 2021

Fator de variação	GL	Produtividade	Eficiência Produtiva
Bloco	4	5,57**	0,48 ^{NS}
Indutor de Brotação (I)	3	18,99**	6,77**
Ano (A)	1	17,42**	17,42**
I x A	3	0,14 ^{NS}	0,30 ^{NS}
Média		3,01	1,31
CV 1		9,09	18,69
CV 2		24,41	32,66

NS= Não significativo; *= significativo a 5%; **= significativo a 1%

A aplicação de CH promoveu melhor desempenho produtivo das plantas (Tabela 4). O tratamento com este indutor de brotação promoveu aumento de 53,47% na produtividade ($4,32 \text{ t ha}^{-1}$) e de 45,72% na eficiência produtiva, em relação à testemunha. O maior desempenho produtivo em função da utilização da CH também

foi constatado por Seif El-Yazal et al. (2014), em macieiras ‘Anna’. A aplicação do produto proporcionou maior produção nas plantas, em relação ao nitrato de potássio, NC, tiourea e à testemunha.

O FFN + NC promoveu incremento intermediário na produtividade ($2,91 \text{ t ha}^{-1}$), ao qual não diferiu significativamente do NC ($2,54 \text{ t ha}^{-1}$). Porém, os dois compostos indutores de brotação apresentaram desempenho semelhante ao controle quanto a eficiência produtiva das plantas, sendo observados valores entre $1,46$ e $1,89 \text{ kg m}^{-3}$. Corroborando com estes resultados, Segantini et al. (2015) observaram efeitos positivos da aplicação do FFN em plantas de amoreira preta ‘Tupy’, em que a aplicação da dose estimada de 5,4% do produto promoveu aumento da produtividade ($14,2 \text{ t ha}^{-1}$).

Tabela 4 – Produtividade (t ha^{-1}) e eficiência produtiva (kg m^{-3}) em plantas de pessegueiro do cultivar Douradão submetidos a aplicação de diferentes indutores de brotação, Botucatu - SP, 2021

Indutores de brotação	Produtividade t ha^{-1}	Eficiência produtiva kg m^{-3}
Testemunha	2,01 c	1,46 b
FFN + NC	2,91 b	1,66 b
NC	2,54 bc	1,89 b
CH	4,32 a	2,69 a
DMS	0,60	0,51

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5 % de significância.

Embora tenha apresentado desempenho inferior à CH, o FFN + NC induziu efeitos positivos quanto a produtividade, em relação as plantas não tratadas. Diante disto, o bioestimulante pode ser considerado como uma alternativa para a indução de brotação de pessegueiros em regiões de inverno ameno do estado de São Paulo. Além disto, o produto tem a vantagem de ser menos agressivo ao meio ambiente quando comparado a CH, sendo considerado como um composto da nova geração de indutores de brotação (PETRI et al., 2014).

Durante o ciclo 2017 foram observados valores de produtividade e eficiência produtiva superiores aos obtidos no ciclo 2018, independentemente do tratamento utilizado (Tabela 5). Estas diferenças corresponderam a uma redução de 60,42% na produtividade e em 54,72% na eficiência produtiva das plantas. Tais resultados

ocorreram devido às intempéries climáticas observadas durante a fase de brotação e florescimento das plantas (mês de agosto), no segundo ciclo de avaliação.

No decorrer deste período, houve redução das temperaturas (104,3 horas $\leq$ 13°C) e aumento da precipitação pluviométrica (131,1 mm), em Botucatu – SP. Em relação ao ciclo anterior, houve aumento em 51,8 horas de frio $\leq$ 13°C e de 40,7 mm na precipitação. Estas condições proporcionaram impactos negativos na fenologia das plantas, com redução no florescimento e na fixação de frutos, assim como verificado por Alves et al., (2012) em pessegueiros cultivados no município de Lapa – PR. Desta forma, houve redução do desempenho produtivo das plantas (Tabela 5).

Tabela 5 – Produtividade ($t\ ha^{-1}$) e eficiência produtiva ($kg\ m^{-3}$) em plantas de pessegueiro ‘Douradão’ em função do ciclo de avaliação, Botucatu – SP, 2021

Ano	Produtividade $t\ ha^{-1}$	Eficiência produtiva $kg\ m^{-3}$
2017	4,32 a	2,65 a
2018	1,71 b	1,20 b
DMS	5,73	0,77

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5 % de significância.

2.3.2 Caracterização Física dos Frutos

Houve interação significativa entre os indutores e os ciclos de produção na massa fresca e no diâmetro dos frutos. Para o comprimento e a relação DL/DT, foram observadas diferenças significativas apenas entre os ciclos produtivos (Tabela 6).

Os tratamentos proporcionaram resultados semelhantes quanto a massa fresca dos frutos, durante o primeiro ciclo de avaliação (2017), sendo observados valores entre 94,85 e 108,65 gramas (g) (Tabela 7). Durante o segundo ciclo (2018), os maiores valores de massa fresca foram observados nos frutos da testemunha e com aplicação da CH, com 115,75 g e 100,10 g, respectivamente. Os frutos das plantas que receberam os tratamentos com FFN + NC e NC, apresentaram os menores valores desta variável, contudo, não diferiram significativamente dos frutos oriundos de plantas tratadas com CH (Tabela 7).

Tabela 6 – Valores do teste F para as variáveis físicas em frutos de pessegueiro do cultivar ‘Douradão’ submetidos a aplicação de diferentes indutores de brotação, em dois ciclos produtivos, Botucatu - SP, 2021

Fator de variação	GL	Massa dos frutos	Comprimento	Diâmetro	Formato
Bloco	4	0,2 ^{NS}	0,40 ^{NS}	1,78 ^{NS}	8,97 ^{**}
Indutores de brotação	3	3,79 [*]	1,50 ^{NS}	2,05 ^{NS}	1,71 ^{NS}
Ano (A)	1	1,81 ^{NS}	5,17 ^{**}	1,14 ^{NS}	32,83 ^{**}
T x A	3	3,85 [*]	2,92 ^{NS}	3,93 [*]	1,68 ^{NS}
Média		102,11	64,2	56,75	1,13
CV 1		10,44	4,55	3,93	2,17
CV 2		9,2	4,81	3,95	2,38

NS= Não significativo; *= significativo a 5%; **= significativo a 1%

Tabela 7 – Massa fresca (g) e diâmetro (mm) em frutos de pessegueiro do cultivar Douradão submetidos a aplicação de diferentes indutores de brotação, em dois ciclos produtivos Botucatu - SP, 2021

Indutores de brotação	Massa dos frutos (g)		Diâmetro dos frutos (mm)	
	2017	2018	2017	2018
Testemunha	104,04 Aa	115,75 Aa	56,93 ABa	57,03 Aa
FFN + NC	94,85 Aa	93,28 Ba	54,23 Ba	56,39 Aa
NC	108,65 Aa	93,00 Bb	58,78 Aa	55,23 Ab
CH	106,32 Aa	100,10 ABa	58,34 Aa	57,07 Aa
DMS 1	3,60		17,51	
DMS 2	17,39		12,72	

Médias seguidas da mesma letra, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5 % de significância. DMS 1 – diferença mínima significativa para as médias dos tratamentos nas colunas. DMS 2 - diferença mínima significativa para as médias dos tratamentos nas linhas.

Estes resultados podem ser explicados pela menor produtividade obtida pelas plantas que não receberam aplicação de indutores de brotação (testemunha). Este comportamento reduziu a competição por metabólitos provenientes das plantas durante a fase de crescimento dos frutos, o que favoreceu maior acúmulo de matéria fresca aos mesmos.

Além disto, a aplicação de compostos para estimular a brotação, em algumas situações, pode aumentar a competição entre as estruturas vegetativas e reprodutivas das plantas. O desenvolvimento vegetativo pode comprometer a disponibilização de

reservas durante o período de crescimento dos frutos, ocasionando menor acúmulo de matéria fresca, como verificado no segundo ciclo de avaliação, com aplicação dos compostos indutores de brotação (Tabela 7).

Os resultados obtidos no presente trabalho, em ambos os tratamentos, foram superiores aos relatados por Matias et al. (2013), que observaram, para o mesmo cultivar, frutos com massa média de 75,67 g. Estas condições indicam a boa capacidade do cultivar na produção de frutos com elevada massa fresca, na região de Botucatu - SP, característica desejável ao mercado consumidor de frutas *in natura*.

Para a interação entre os indutores de brotação em cada ciclo de avaliação no diâmetro dos frutos, verifica-se que, no primeiro ciclo produtivo os maiores valores desta variável foram observados com a aplicação da CH e do NC, e pela testemunha, com diâmetro médio de 58,34 mm, 58,78 mm e 56,93 mm, respectivamente.

Na literatura, os efeitos da aplicação de indutores de brotação no diâmetro de frutos são variados. Enquanto Leonel et al. (2015) verificaram aumento do diâmetro de frutos em plantas de figueira que receberam aplicação de CH, Seif El-Yazal et al. (2014) não observaram nenhuma influência dos produtos (CH, NC, tiouréia, nitrato de potássio e óleo mineral) nesta variável. De maneira geral, é importante ressaltar que o tratamento com CH proporcionou maior desempenho produtivo às plantas de pessegueiro (Tabela 4) sem comprometimento da qualidade dos frutos (Tabela 7), que apresentaram elevados valores de massa fresca e diâmetro, em ambos os ciclos produtivos.

Os frutos das plantas tratadas com FFN + NC apresentaram os menores valores de diâmetro, sendo semelhantes aos resultados obtidos pelo controle. Os valores observados com aplicação do composto estão próximos aos relatados por Ferreira et al. (2019), que obtiveram para o cultivar Douradão, com a aplicação de 2,5% do produto + 4% de NC, frutos com 54,85 mm de diâmetro. Para o segundo ciclo de avaliação, não houve diferença significativa entre os tratamentos, sendo observados valores de diâmetro entre 55,23 e 57,07 mm.

Somente nas plantas submetidas à aplicação de NC foram observadas diferenças entre os ciclos produtivos. No ciclo 2017, a massa fresca e o diâmetro dos frutos foram 14,40 e 6,04% maiores do que em 2018, respectivamente (Tabela 7). Aparentemente, as plantas que receberam a aplicação do produto foram mais afetadas pela instabilidade climática que prejudicou o florescimento das plantas,

durante o mês de agosto de 2018. Estas condições podem ter afetado também o desenvolvimento dos frutos, com impactos diretos nas variáveis físicas citadas.

Os frutos produzidos no segundo ciclo (2018) apresentaram maior comprimento médio (65,31 mm) em relação aos frutos do primeiro ciclo (2017) (63,09 mm), independentemente do tratamento utilizado. Este comportamento refletiu também nas médias do formato dos frutos, em que os maiores resultados também foram verificados durante o segundo ciclo de avaliação (Tabela 8).

Tabela 8 – Comprimento e formato de pessegueiro ‘Douradão’ em função do ciclo de avaliação, Botucatu – SP, 2021

Ano	Comprimento (mm)	Formato
2017	63,09 b	1,11 b
2018	65,31 a	1,16 a
DMS	2,07	0,02

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5 % de significância.

2.3.3 Caracterização físico-química dos frutos

Foi observada interação significativa entre os indutores e os ciclos de avaliação no teor de sólidos solúveis dos frutos. Para o pH e a acidez titulável, houveram diferenças significativas apenas para o efeito isolado dos produtos utilizados (Tabela 9). Os indutores de brotação não influenciaram o índice de maturação (IM) dos frutos, com valores entre 32,16 e 36,85 (Tabela 10).

Tabela 9 – Valores do teste F para as variáveis físico-químicas em frutos de pessegueiro do cultivar Douradão submetidos a aplicação de diferentes indutores de brotação, Botucatu - SP, 2021

Fator de variação	GL	SS	pH	AT	IM
Bloco	4	1,23 ^{NS}	0,34 ^{NS}	2,27 ^{NS}	0,84 ^{NS}
Indutores de brotação (I)	3	3,19 ^{NS}	6,79 ^{**}	4,31 [*]	2,57 ^{NS}
Ano (A)	1	10,99 ^{**}	0,83 ^{NS}	0,34 ^{NS}	2,09 ^{NS}
I x A	3	6,19 ^{**}	1,70 ^{NS}	1,89 ^{NS}	1,63 ^{NS}
Média		14,03	4,08	0,42	33,75
CV 1		5,54	6,35	15,25	12,85
CV 2		5,49	6,14	17,77	13,2

NS= Não significativo; *= significativo a 5%; **= significativo a 1%

Durante o ciclo 2017, o maior teor de sólidos solúveis foi observado nos frutos das plantas tratadas com CH (14,78° Brix), ao qual não diferiu significativamente dos tratados com FFN + NC (13,63° Brix) e NC (13,40° Brix). A aplicação dos compostos indutores de brotação proporciona desenvolvimento mais equilibrado entre as estruturas reprodutivas e vegetativas das plantas, o que consequentemente promoveu incrementos nos sólidos solúveis dos frutos (Tabela 10).

Contudo, no ciclo seguinte (2018), não houve diferenças significativas entre os tratamentos. Os frutos apresentaram teores de sólidos solúveis entre 13,77 e 15,27° Brix (Tabela 10). Tais resultados podem ser explicados pelo aumento no teor de sólidos solúveis dos frutos da testemunha, durante o segundo ciclo. Estas observações podem estar relacionadas aos fatores climáticos que afetaram o florescimento e a brotação das plantas neste ciclo, o que promoveu incrementos nos sólidos solúveis dos frutos das plantas não tratadas.

Tabela 10 – Teor de sólidos solúveis (°Brix), acidez titulável (g ácido cítrico 100 g⁻¹), pH e índice de maturação (IM) em frutos de pessegueiro do cultivar Douradão submetidos a aplicação de diferentes indutores de brotação, Botucatu - SP, 2021

Indutor de brotação	Teor de sólidos solúveis		Acidez titulável	pH	IM
	°Brix		g ácido cítrico 100 g ⁻¹		
	2017	2018			
Testemunha	12,73 Bb	15,27 Aa	0,38 b	4,38 a	36,85
FFN + NC	13,63 ABa	14,23 Aa	0,45 ab	3,88 b	32,16
NC	13,40 ABa	13,77 Aa	0,41 ab	4,06 ab	33,80
CH	14,78 Aa	14,50 Aa	0,48 a	3,99 b	32,20
DMS 1	1,76		0,08	0,34	7,09
DMS 2	1,31				

Médias seguidas da mesma letra, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5 % de significância. DMS 1 – diferença mínima significativa para as médias dos tratamentos nas colunas. DMS 2 - diferença mínima significativa para as médias dos tratamentos nas linhas.

A aplicação da CH proporcionou maior acidez titulável aos frutos em relação à testemunha (Tabela 10). Corroborando com estes resultados, Leonel et al. (2014) também verificaram aumento na acidez titulável em frutos de pessegueiro com a utilização do mesmo indutor de brotação.

Os tratamentos com FFN + NC e NC proporcionaram às plantas produção de frutos com 0,45 g e 0,41 g de ácido cítrico 100 g⁻¹ de polpa, respectivamente. Estes valores foram semelhantes tanto à CH quanto à testemunha, que produziu frutos com menor acidez titulável (0,38 g de ácido cítrico/100 g de polpa). Consequentemente, estes frutos apresentaram maiores valores de pH (Tabela 10).

Os ácidos orgânicos são produtos intermediários do metabolismo respiratório dos frutos. De maneira geral, os principais ácidos encontrados em frutos de pessegueiro são o succínico, quínico, málico e o cítrico, sendo os três últimos os mais predominantes. (LIMA et al., 2013). Conforme descrito por Kader (1999), o teor mínimo de SS e o máximo de acidez titulável recomendados para o consumo *in natura* de pêssegos é de, respectivamente, 10°Brix e 0,6%, o que se enquadra nos valores obtidos para o cultivar Douradão, independentemente do indutor utilizado.

Os principais fatores que influenciam a acidez em frutos de um mesmo cultivar são as condições climáticas, o estágio de maturação e a posição do fruto na planta (GIRALDI; ROMBALDI, 2003). Desta forma, é possível que a maior brotação dos ramos das plantas que receberam aplicação dos indutores de brotação tenha provocado redução da incidência de raios solares nos frutos, proporcionando o aumento da acidez, em comparação com a testemunha.

2.3.4 Compostos Bioativos

Não ocorreu interação significativa entre os indutores de brotação e os ciclos produtivos para os compostos bioativos. Contudo, houve efeito isolado dos produtos na atividade antioxidante e no conteúdo de compostos fenólicos totais dos frutos (tabela 11). O conteúdo de flavonoides totais dos frutos da testemunha e dos três indutores de brotação variou entre 9,15 e 11,07 mg 100 g⁻¹ (tabela 12).

O FFN + NC promoveu aumento da atividade antioxidante (126,77 mg 100 g⁻¹ TEAC) e do conteúdo de fenóis totais (532,74 mg 100 g⁻¹) dos frutos, o qual não diferiu significativamente dos frutos oriundos de plantas tratadas com CH (505,35 mg 100 g⁻¹) (Tabela 12). Embora existam poucos relatos na literatura a respeito das interferências da aplicação de indutores de brotação nas características bioquímicas em frutos, sabe-se que estes atributos podem sofrer influência das técnicas de manejo adotadas, como a utilização destes compostos, além da influência climática.

Tabela 11 – Valores do teste F para as variáveis bioquímicas em frutos de pessegueiro do cultivar Douradão submetidos a aplicação de diferentes indutores de brotação, Botucatu - SP, 2021

Fator de variação	GL	Flavonoides totais	Atividade antioxidante	Compostos fenólicos totais
Bloco	4	0,51 ^{NS}	0,18 ^{NS}	2,27 ^{NS}
Indutor de brotação (I)	3	0,65 ^{NS}	15,90**	4,31*
Ano (A)	1	0,42 ^{NS}	0,83 ^{NS}	0,34 ^{NS}
I x A	3	1,25 ^{NS}	1,70 ^{NS}	1,89 ^{NS}
Média		14,03	4,08	0,42
CV 1		5,54	6,35	15,25
CV 2		5,49	6,14	17,77

NS= Não significativo; *= significativo a 5%; **= significativo a 1%

Tabela 12 – Compostos bioativos em frutos de pessegueiro cultivar Douradão submetidos a aplicação de diferentes indutores de brotação, Botucatu - SP, 2021

Indutores de brotação	Flavonoides totais mg 100 g ⁻¹	Atividade antioxidante mg 100 g ⁻¹	Compostos fenólicos totais mg 100 g ⁻¹
Testemunha	9,15 a	82,68 c	288,98 c
FFN + NC	9,90 a	126,77 a	532,74 a
NC	10,17 a	91,80 bc	340,84 bc
CH	11,07 a	106,08 ab	505,35 ab
DMS	4,09	20,23	179,29

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5 % de significância.

Corroborando com estes dados, Ferreira et al. (2019) também verificaram aumento da atividade antioxidante em frutos de pessegueiros (200 mg 100g⁻¹ TEAC) com aplicação de 1,90% do FFN + 4% de NC. De acordo com os autores, este comportamento pode estar associado ao fato da dose aplicada do produto ter proporcionado brotação mais adequada aos ramos vegetativos das plantas, o que permitiu maior equilíbrio entre suas estruturas reprodutivas e vegetativas, potencializando alguns atributos qualitativos dos frutos, durante sua fase de crescimento e maturação.

Di Vaio et al. (2014) obtiveram em pêssegos de polpa amarela, pertencentes a vários cultivares, atividade antioxidante entre 4,22 e 4,91 mmol Trolox equivalente kg⁻¹

¹ de massa fresca. Segundo os mesmos autores, a falta de padronização entre as metodologias utilizadas para realização deste tipo de análise é um fator que dificulta a comparação entre a atividade antioxidante em alimentos, por meio de dados de outros trabalhos encontrados na literatura. Desta forma, para efeito de comparação entre os resultados, é mais recomendado que sejam utilizados os dados referentes a cada estudo de forma individual.

Os compostos fenólicos totais são metabólitos secundários envolvidos em diversas funções fisiológicas em plantas, como resistência a ataques de patógenos, atração de agentes polinizadores e dispersores de sementes e frutos, proteção contra radiação ultravioleta e na coloração de diversas estruturas das plantas, como flores e frutos (FAGAN et al., 2015). O aumento das pesquisas relacionadas a estes compostos em alimentos se deve, principalmente, à sua habilidade em sequestrar radicais livres prejudiciais ao organismo, ou seja, devido a sua capacidade antioxidante (NASCIMENTO et al., 2011).

Os frutos produzidos pelas plantas não tratadas apresentaram o menor conteúdo de compostos fenólicos totais (288 mg 100g⁻¹) e a menor atividade antioxidante (82,68 mg 100 g⁻¹ TEAC), sendo semelhantes ao tratamento com NC. Estes resultados podem ter ocorrido devido à ausência de condições favoráveis para superação natural da dormência das plantas, no município de Botucatu – SP, durante a condução do estudo.

Quando cultivado em regiões de inverno ameno, o pessegueiro apresenta desenvolvimento errático, com menores percentuais de brotação e florescimento, além de prolongamento de suas fases fenológicas (GHRAB et al., 2014). Este comportamento compromete tanto a produção das plantas (ATKINSON et al., 2013) quanto o desenvolvimento dos frutos até a maturação fisiológica, com reflexos diretos em seus atributos bioquímicos, como verificado no presente trabalho (Tabela 12).

Verificou-se comportamento semelhante entre os compostos fenólicos totais e a atividade antioxidante em função dos compostos indutores. Estes resultados podem ter ocorrido em função da correlação positiva que existe entre estes dois atributos bioquímicos, o que sugere que os fenóis totais sejam os principais responsáveis pela atividade antioxidante em frutos de pessegueiro (ZHAO et al., 2015).

2.4 CONCLUSÕES

O desempenho produtivo do pessegueiro 'Douradão' é maximizado com a aplicação da Cianamida Hidrogenada (0,6%). Como alternativa a este indutor, o Fertilizante Foliar Nitrogenado (2,5%), associado ao Nitrato de Cálcio (4%), promove desempenho produtivo intermediário. A qualidade dos frutos é afetada pela aplicação dos indutores de brotação, de modo que a aplicação de Cianamida Hidrogenada e Fertilizante Foliar Nitrogenado promove aumento dos teores de compostos fenólicos totais, e, conseqüentemente, resultam em pêssegos com maior atividade antioxidante.

REFERÊNCIAS

- ALVES, G.; SILVA, J.; DE MIO, L. L. M.; BIASI, L. A. Comportamento fenológico e produtivo de cultivares de pessegueiro no Município da Lapa, Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, n.11, p.1596-1604, 2012.
- ATKINSON, C. J.; BRENNAN, R. M.; JONES, H. G. Declining chilling and its impact on temperate perennial crops. **Environmental and Experimental Botany**, v. 91, p. 48–62, 2013.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C.; Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT-Food Science and Technology**, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995.
- CORRÊA, E. R.; NARDINO, M.; BARROS W. S.; RASEIRA, M. C. B. Genetic progress of the peach breeding program of Embrapa over 16 years. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 19, n. 3, p. 319 – 328, 2019.
- CUNHA, A.R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n.1, p. 1 – 11, 2009.
- DI VAIO, C.; MARALLO, N.; GRAZIANI, G.; RITIENI, A.; DI MATTEO, A. Evaluation of fruit quality, bioactive compounds and total antioxidant activity of flat peach cultivars. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, n.95, v.10, 2014.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa solos, 2013. 353p.
- FAGAN, E. B.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D.; CHALFUN JÚNIOR, A.; DOURADO NETO, D. **Fisiologia Vegetal: Reguladores Vegetais**. São Paulo: Editora Andrei, 2015. 300 p.
- FAOSTAT. **Produção mundial de pêssegos e nectarinas**. Disponível em:< <http://www.fao.org/faostat/en/#data>> Acesso em: 19 out. 2019.
- FERREIRA, R. B.; LEONEL, S.; SILVA, M. S.; SOUZA, J. M. A.; BOLFARINI, A. C.; MODESTO, J. H.; ARTIGIANI FILHO, V. H. Induction of sprouting on physicochemical profile and bioactive compounds in peach cultivars by foliar applications. **Idesia**, v. 37, n. 2, p. 51 – 58, 2019.
- GIRARDI, C.; ROMBALDI, C.V. Desenvolvimento e maturação de pêssegos. In: PROTAS, J.F.do S.; MADAIL, J.C.M (Eds.). **Sistema de produção de pêssego de mesa na Região da Serra Gaúcha**. Sistema de Produção, 3. Bento Gonçalves:
- GHRAB, M.; BEN MIMOUN, M.; MASMOUDI, M. M.; BEN MECHLIA, N. Chilling trends in a warm production area and their impact on flowering and fruiting of peach trees. **Scientia Horticulturae**, v. 178, p. 87–94, 2014.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físicos e químicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo, 1985. 533 p.

KADER, A.A. Fruit maturity, ripening, and quality relationships. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 485, p. 203-208, 1999.

LEONEL, S.; LEONEL, M.; TECCHIO, M. A.; Fruit quality in the peach and nectarine with application of hydrogenated cyanamide and mineral oil. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 3, p. 581-587, jul-set, 2014.

LEONEL, S.; TECCHIO, M. A.; CÓSER, G. M. A. G. Dormancy Breaking of the Fig Tree with Hydrogen Cyanamide and Garlic Extrate. **British Journal of Applied Science & Technology**, v. 10, n. 1, p. 1 – 10, 2015.

LIMA, A. J. B.; ALVARENGA, A. A.; MALTA, M. R.; LIMA, E. B. Chemical evaluation and effect of bagging new peach varieties introduced in southern Minas Gerais – Brazil. **Food Science and Technology**, v. 33, n. 3, p. 434 - 440, 2013.

MATIAS, R. G. P.; SILVA, D. F. P.; SILVA, J. O. C.; OLIVEIRO, S. P.; RIBEIRO, M. R.; BRUCKNER, C. H. Caracterização de frutos de cultivares de pessegueiro na Zona da Mata Mineira. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife, v.8, n.3, p.416-420, 2013.

MINAS, I. S.; TANOU, G.; MOLASSIOTIS, A. Environmental and orchard bases of peach fruit quality. **Scientia Horticulturae**, v. 235, p. 307 – 322, 2018.

NASCIMENTO, J. C.; LAGE, L. F. O.; CAMARGOS, C. R. D.; AMARAL, J. C.; COSTA, L. M.; SOUSA, A. N.; OLIVEIRA, F. Q. Determinação da atividade antioxidante pelo método DPPH e doseamento de flavonóides totais em extratos de folhas da *Bauhinia variegata* L. **Revista Brasileira de Farmacologia**, v. 92, n. 4, p. 327-332, 2011.

PETRI, J. L.; LEITE, G. B.; COUTO, M.; GABARDO, G. C.; HAVERROTH, F. J. Chemical induction of bud break: new generation products to replace hydrogen cyanamide. **Acta Horticulturae**. n. 1042, p. 159 – 166, 2014.

RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed). **Recomendações de adubações e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. Ed. Campinas: Instituto Agronômico, 1996. P. 137. (Boletim Técnico, 100).

RASEIRA, M. C. B.; NAKASU, B. H.; BARBOSA, W. Cultivares: Descrição e Recomendação. In: RASEIRA, M. C. B.; PEREIRA, J. F. M.; CARVALHO, F. L. C. **Pessegueiro**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 776 p.

RASEIRA, M. C. B.; FRANZON, R. C.; PEREIRA, J. F. M.; SCARANARI, C. FELDBERG, N. P. Peach cultivar BRS Citrino. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 18, p. 234 – 236, 2018.

RUFATO, L.; DE ROSSI, A.; PICCOLLOTO, L.; FACHINELLO, J.C. Plantas de cobertura de solo em pomar de pessegueiro (*Prunus persica* L. Batsch) conduzido no sistema de produção integrada. **Ciência Rural, Santa Maria**, v.36, n.3, p.814-821, 2006.

SANTOS, M. D. D.; BLATT, C. T.I T. Teor de flavonóides e fenóis totais em folhas de *Pyrostegia venusta* Miers. de mata e de cerrado. **Brazilian Journal of Botany**, v. 21, n. 2, p. 135-140, 1998.

SEGANTINI, D. M.; LEONEL, S.; SILVA RIPARDO, A. K.; TECCHIO, M. A. ; DE SOUZA, M. E. Breaking Dormancy of -Tupy- Blackberry in Subtropical Conditions. **American Journal of Plant Sciences**, v. 06, p. 1760-1767, 2015.

SEIF EL-YAZAL, M. A.; SEIF EL-YAZAL, S. A.; RADY, M. M. Exogenous dormancy-breaking substances positively change endogenous phytohormones and amino acids during dormancy release in 'Anna' apple trees. **Plant Growth Regulation**, v. 72, p. 211–220, 2014.

SINGLETON, Vernon L.; ORTHOFER, Rudolf; LAMUELA-RAVENTÓS, Rosa M. [14] Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. **Methods in enzymology**, v. 299, p. 152-178, 1999.

WAGNER JÚNIOR, A.; BRUCKNER, C. H.; PIO, R.; CITADIN, I. Cultivo do pessegueiro. In: PIO, R. (Ed.). **Cultivo de Fruteiras de Clima Temperado em Regiões Subtropicais e Tropicais**. Lavras: Editora Ufla, 2014. 652 p.

ZHAO, X.; ZHANG, W.; YIN, X.; SU, M.; SUN, C.; LI, X.; CHEN, K. Phenolic Composition and Antioxidant Properties of Different Peach [*Prunus persica* (L.) Batsch] Cultivars in China. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 16, p. 5762-5778, 2015.

CAPÍTULO 3

OS INDUTORES DE BROTAÇÃO AFETAM O DESEMPENHO AGRONÔMICO E OS NÍVEIS DE COMPOSTOS NITROGENADOS DE GEMAS DO PESSEGUIRO 'BRS KAMPAI'

RESUMO

A baixa disponibilidade de frio hibernal compromete o desempenho do pessegueiro, ocasionando redução da produção. Nestas condições, utilizam-se produtos que estimulem a brotação nos ramos. Contudo, os mecanismos de ação destes compostos no metabolismo das plantas ainda são pouco conhecidos. Desta forma, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o desempenho agrônomo do pessegueiro 'BRS Kampai' submetido a aplicação de indutores de brotação, bem como o efeito dos produtos no conteúdo de compostos nitrogenados, nas gemas das plantas, em Botucatu – São Paulo. Foram aplicados os seguintes compostos: cianamida hidrogenada (0,6%); fertilizante foliar nitrogenado (2,5%) + nitrato de cálcio (4%); nitrato de cálcio (4%) e a testemunha. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com 4 tratamentos, 5 repetições e 2 plantas por parcela. Foram avaliadas as seguintes variáveis: conteúdo de compostos nitrogenados nas gemas; fenologia da floração; as porcentagens de brotação, florescimento e frutificação, número de frutos e a produção por planta; a massa fresca, diâmetro, comprimento, fenóis totais, flavonoides totais e a atividade antioxidante dos frutos. A cianamida hidrogenada incrementa a brotação e o florescimento, o que está associado aos elevados níveis de espermidina observados nas gemas das plantas. Além disto, o produto aumenta o número de frutos produzidos pelas plantas e a concentração de compostos antioxidantes dos frutos. O fertilizante foliar nitrogenado + nitrato de cálcio aumenta a massa fresca, o diâmetro e o comprimento dos frutos, com reflexos positivos na produção. Ambos os produtos aumentam a produção das plantas, sendo recomendados para indução de brotação, em regiões subtropicais.

Palavras-chave: *Prunus persica* (L.) Batsch. Superação da dormência. Aminas biogênicas. Poliaminas. Compostos bioativos.

ABSTRACT

The production's performance of peaches may be seriously compromised by low winter availability; therefore, products are required to encourage sprouting, but their mechanism of action on plant metabolism is still poorly understood. The present study aimed to evaluate the agronomic performance of 'BRS Kampai' peach trees induced to sprouting and the effect of these products on the content of nitrogen compounds in the peach sprouts in Botucatu, state of São Paulo. In this study, we used 0.6% hydrogen cyanamide; 2.5% foliar nitrogen fertilizer + 4% calcium nitrate; 4% calcium nitrate; and control. Using a random block design with 4 treatments, 5 replicates and 2 plants per plot. Furthermore, the following variables were evaluated, such as content of nitrogen compounds in sprouted buds; flowering phenology; the percentages of sprouting, flowering and fruiting; number of fruits and production per plant; the fresh weight, diameter, length, total phenols, total flavonoids and antioxidant activity of the fruits. Results showed that hydrogen cyanamide increased sprouting and flowering, associated with the high levels of spermidine observed in the sprouted buds. Furthermore, the product increased the number of fruits and concentration of antioxidant compounds in them. The foliar nitrogen fertilizer + calcium nitrate increased the fresh weight, diameter and length of the fruits, showing positive outcomes on crop production. Both products increased plant production and are recommended for inducing sprouting in subtropical regions.

Keywords: *Prunus persica* (L.) Batsch. Overcoming dormancy. Biogenic amines. Polyamines. Bioactive compounds.

3.1 INTRODUÇÃO

O pessegueiro (*Prunus persica* (L.) Batsch) é uma frutífera originada de regiões de clima temperado, mas que vem sendo cultivada em condições tropicais e subtropicais em todo o mundo (SCARIOTTO et al., 2013). Esta ampliação nas fronteiras de cultivo do pessegueiro ocorreu principalmente em função dos programas de melhoramento genético da cultura, com o desenvolvimento de cultivares de menor exigência em frio hibernar.

Atualmente, a produção brasileira de pêssegos e outras frutas de caroço é de 219.598 toneladas de frutos. Localizado em uma região com baixa disponibilidade de frio hibernal, o estado de São Paulo é o segundo maior produtor nacional, com 34.592 toneladas de frutos em uma área colhida de 1503 hectares (IBGE, 2020).

Desenvolvido pela Embrapa Clima Temperado, o cultivar BRS Kampai é um dos principais materiais genéticos cultivados no estado de São Paulo. A planta apresenta vigor médio e exigência em frio de aproximadamente 200 horas. Os frutos apresentam polpa de coloração branca e podem atingir até 120 gramas, com teor de sólidos solúveis entre 9 e 13 °Brix (RASEIRA et al., 2010).

Quando cultivadas em regiões subtropicais, como o estado de São Paulo, as frutíferas temperadas não tem suas exigências em frio plenamente satisfeitas, ocasionando atrasos e redução na brotação e no florescimento das plantas, com reflexos negativos na produção e na qualidade dos frutos (ATKINSON et al., 2013; PETRI et al., 2014). Logo, para minimizar os efeitos da falta de frio hibernal é necessária a aplicação de compostos indutores de brotação.

Existem diferentes produtos capazes de estimular a brotação, porém, poucos são utilizados comercialmente (PETRI et al., 2014). Entre estes produtos, a cianamida hidrogenada (CH) tem sido relatada como o mais efetivo. Entretanto, sua alta toxicidade tem restringido sua utilização em mercados internacionais (HERNÁNDEZ; CRAIG, 2011).

Uma possível proibição da utilização do produto em outras partes do mundo tem gerado apreensão aos fruticultores e incentivado a busca de indutores de brotação que apresentem eficácia similar à CH e que apresentem baixa toxicidade ao meio ambiente e ao homem (MARCHI et al., 2017), como os nitratos de potássio, nitratos de cálcio (NC), óleos minerais (SEIF EL-YAZAL et al., 2014) e o fertilizante foliar nitrogenado (FFN) (FERREIRA et al., 2019).

O FFN é um bioestimulante formulado composto por nitrogênio inorgânico, polissacarídeos, cálcio e diterpenos. Utilizado de forma isolada ou em combinação com NC, o produto tem sido utilizado para indução de brotação em diversas espécies temperadas, como macieiras, kiwizeiros e pessegueiros (HERNÁNDEZ; CRAIG, 2011; PETRI et al., 2014; FERREIRA et al., 2019). Além disto, o produto tem a vantagem de ser menos agressivo ao meio ambiente quando comparado a CH, sendo considerado como um “produto da nova geração”, capaz de induzir efeitos positivos na brotação de maneira sustentável (PETRI et al., 2014).

Já o NC, composto por nitrogênio (15,5%) e cálcio (26,5%), também tem sido utilizado de maneira isolada como indutor de brotação em fruteiras temperadas. A aplicação do produto promove aumento do conteúdo de aminoácidos e de substâncias promotoras do crescimento, como as auxinas e as giberelinas, em gemas de macieiras. Estas alterações bioquímicas foram associadas ao aumento no florescimento e na produção de frutos das plantas, em relação a aplicação de tioureia e à testemunha (SEIF EL-YAZAL et al., 2014).

Todavia, ainda existem poucas informações a respeito dos mecanismos de ação destes produtos no metabolismo das plantas. Tais esclarecimentos trariam grandes avanços ao cultivo de frutíferas temperada em regiões de inverno ameno. Diversos estudos indicam que tanto a ocorrência de frio hibernal quanto a aplicação de produtos com ação indutora de brotação promovem alterações fisiológicas nas plantas. Estas alterações estão relacionadas a atividade respiratória, síntese de reguladores de crescimento, dinâmica de carboidratos e compostos nitrogenados, como as aminas biogênicas (GONZÁLEZ-ROSSIA et al., 2008; MOHAMED et al., 2010; SEIF EL-YAZAL; RADY, 2012; SEIF EL-YAZAL et al., 2014).

As poliaminas são bases nitrogenadas de baixo peso molecular presentes em todos os organismos vivos, como animais, bactérias e até mesmo no reino vegetal, onde sua presença foi recentemente descoberta (FAGAN, 2015). Em plantas, estão ligadas aos diversos processos celulares, como divisão celular, indução de florescimento, sobrevivência a períodos de estresse não letais, dormência em plantas temperadas, produção de etileno e amadurecimento de frutos (APPLEWHITE et al., 2010; MOHAMED et al., 2010; SEIF EL-YAZAL; RADY, 2012; FAGAN, 2015).

Embora estes compostos estejam ligados a retomada do crescimento e produção das frutíferas temperadas, seus efeitos na brotação e no florescimento ainda não foram devidamente esclarecidos. Desta forma, objetivou-se com o presente trabalho, avaliar o desempenho agrônômico do pessegueiro 'BRS Kampai' submetido a aplicação de indutores de brotação, bem como o efeito dos produtos no conteúdo de nitrogênio total e poliaminas nas gemas das plantas, em Botucatu – São Paulo.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Descrição da área experimental

O estudo foi realizado em pomar experimental localizado na Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) – campus de Botucatu, São Paulo. O município está situado a 22°51'55”S, 48°27'22” O e a 810 m de altitude. O clima predominante na região é o Cfa, ou seja, temperado quente (mesotérmico) úmido, e a temperatura média do mês mais quente é superior a 22 °C (CUNHA; MARTINS, 2009). O solo da área experimental foi classificado como Nitossolo Vermelho (EMBRAPA, 2013), correspondendo a um Rhodic Hapludalf, de acordo com os critérios estabelecidos pelo United State Conservation Services (1988). As adubações foram realizadas mediante a análise de solo e o requerimento da cultura (RAIJ et al., 2001). Para isso, foram realizadas análises químicas das camadas de 0-20 cm e 20-40 cm do solo da área experimental (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1 – Análise química e teores de macronutrientes na área experimental durante os anos de 2017

Sample	pH	M.O.	Presina	Al ³⁺	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
	CaCl ₂	g/dm ³	mg/dm ³	-----mmolc/dm ³ -----							
0 – 20	5,4	24	28	0	30	3,0	35	13	51	81	63
20 - 40	5,2	24	20	0	37	2,0	32	14	48	85	56

Fonte: Laboratório de Fertilidade do Solo. FCA 2017

Tabela 2 – Análise química e teores de micronutrientes na área experimental durante os anos de 2017

Sample	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	-----mg/dm ³ -----				
0 – 20	0,30	6,5	36	11,9	3,8
20 - 40	0,26	6,9	32	12,7	3,6

Fonte: Laboratório de Fertilidade do Solo. FCA 2017

Foi avaliado o cultivar de pessegueiro ‘BRS Kampai’, durante o ciclo produtivo correspondente ao ano de 2017, em plantas com 6 anos de idade. As plantas foram conduzidas em sistema de taça, com espaçamento 6,0 x 4,0 m e enxertadas no porta enxerto ‘Okinawa’. As mudas, doadas pela Embrapa Clima Temperado foram

provenientes da “Frutplan Mudas Ltda”, com Renasem RS 0099/2005, localizada em Pelotas, Rio Grande do Sul.

3.2.2 Aplicação dos indutores de brotação

A poda de frutificação foi realizada no dia 15 de julho, em ambos os ciclos produtivos e, imediatamente após, foi realizada a aplicação dos indutores de brotação: tratamento 1: testemunha, aplicação de água; Tratamento 2: fertilizante foliar nitrogenado (Erger®), na concentração de 2,5% do produto, composto por monossacarídeos, polissacarídeos, 15% de nitrogênio total, 6,5% óxido de cálcio e diterpenos. O produto foi aplicado em associação com 4% de nitrato de cálcio; tratamento 3: Aplicação de 4% de nitrato de cálcio ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$); tratamento 4: 0,6% de cianamida hidrogenada (Dormex® - contendo 490 g L⁻¹ de cianamida hidrogenada), associada a 1% de óleo mineral (Assist®). A aplicação dos tratamentos foi realizada com o auxílio de pulverizador costal, com volume de 16 litros, sendo aplicados dois litros de calda por planta.

3.2.3 Análises morfológicas e produtivas

Foram selecionados, aleatoriamente, oito ramos mistos (média de 25 cm de comprimento) por planta, distribuídos em sua porção mediana, ao redor de toda a circunferência da copa. Anteriormente ao início das avaliações, foram contabilizados o número de gemas vegetativas e de gemas floríferas em cada um dos ramos selecionados.

Para realização das análises foram utilizadas as seguintes metodologias:

Fenologia da floração: realizada por meio da contagem do número de flores abertas, duas vezes por semana, durante o período de florescimento das plantas.

Porcentagem de brotação: pela contagem do número total de brotações emitidas em cada ramo produtivo e determinado pela seguinte equação: % brotação = $(n^\circ \text{ brotações} / n^\circ \text{ gemas vegetativas}) \times 100$.

Porcentagem de florescimento: mediante a contagem do número total de flores emitidas em cada ramo ao longo do ciclo produtivo e determinado pela seguinte equação: % florescimento = $(n^{\circ} \text{ flores abertas} / n^{\circ} \text{ gemas floríferas}) \times 100$.

Frutificação efetiva: avaliada 20 dias após o pleno florescimento, por ocasião do raleio e determinada pela seguinte equação: % fixação = $(n^{\circ} \text{ frutos fixados} / n^{\circ} \text{ gemas floríferas}) \times 100$.

Número de frutos por planta: determinado pela contagem do número total de frutos colhidos em cada uma das plantas.

Produção(kg planta⁻¹): mensurada mediante o produto do número total de frutos pela massa fresca dos frutos colhidos por planta.

Eficiência produtiva: obtida pela relação entre a produção (kg planta⁻¹) e o volume de copa (kg de fruta m⁻³). O volume de copa foi obtido através da fórmula $V = (\pi \cdot \text{raio}^2 \cdot \text{altura} / 3)$, proposta por Rufato et al. (2006).

3.2.4 Caracterização física dos frutos

Os frutos foram colhidos ao atingirem sua maturidade fisiológica, considerando a mudança da cor de fundo do verde para o amarelo claro. Cada repetição foi composta por dez frutos do respectivo tratamento, sendo realizadas as seguintes análises: massa média dos frutos, obtida por meio da pesagem dos frutos em balança semi analítica (OWLABOR – carga máxima de 2000 g e precisão de 0,01 g); comprimento e diâmetro, obtido por meio da medida dos diâmetros longitudinais e transversais dos frutos.

3.2.5 Caracterização bioquímica dos frutos

Compostos fenólicos totais: foi determinado usando o reagente Folin-Ciocalteu (Singleton, Orthofer e Lamuela-Raventós, 1999). A absorbância foi determinada a 725 nm após 30 minutos de reação. Os resultados foram calculados usando uma curva padrão e expressos em miligramas equivalentes a ácido gálico por 100g de amostra fresca (mg 100 g⁻¹).

Para o teor de flavonoides totais foi utilizado o reagente cloreto de alumínio (5%), para formação de complexos estáveis (flavonoide- Al^{3+}) (Santos et al., 1998). Os resultados foram expressos em equivalentes de rutina em 100g de amostra fresca ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$).

A capacidade para reduzir o radical DPPH foi realizada de acordo com Brand-Williams, Cuvelier e Berset (1995). Os resultados de DPPH foram expressos em miligramas de equivalentes de Trolox por 100 g de amostra ($\text{mg trolox equivalente } 100\text{ g}^{-1}$).

3.2.6 Compostos nitrogenados

Para determinação das frações nitrogenadas e do conteúdo de poliaminas foram coletadas amostras de gemas vegetativas e floríferas a cada quatro dias. As coletas foram realizadas entre 4 e 16 dias após a aplicação dos tratamentos (DAA), em intervalos de 4 dias. As amostras foram coletadas aleatoriamente, congeladas em nitrogênio líquido e imediatamente transportadas ao laboratório de fruticultura, onde foram maceradas com auxílio de de grau e pistilo para armazenamento refrigerado e posterior processamento (maceração).

O conteúdo de nitrogênio total em material fresco foi determinado pelo método micro-Kjeldahl (A.O.A.C., 1995).

Para a determinação das aminas biogênicas putrescina (Put), espermina (Spm) e espermidina (Spd) e do aminoácido triptofano (Try), utilizou-se a metodologia de Flores e Galston (1982), modificada por Lima e colaboradores (2008). As amostras de gemas vegetativas e floríferas foram pesadas e homogeneizadas em ácido perclórico (5% v/v) e mantidas em um banho ultrassônico por 30 minutos a 4 °C e, então centrifugadas ($6.000 \times g$, 20 minutos a 4 °C). Extraiu-se o sobrenadante, adicionando-se a ele 4,5 mol/L de carbonato de sódio (Na_2CO_3) e 9,3 mmol/L de cloreto de 5-naftaleno-1-sulfonil (Cloreto de dansyl) em acetona. As amostras foram incubadas no escuro por uma hora a 60 °C, após, adicionou-se 0,87 mol/L de prolina (99%) e então mantidas no escuro por mais uma hora em temperatura ambiente. Para a extração das aminas biogênicas, adicionou-se tolueno (1 mL) seguido de homogeneização, após, retirou-se o sobrenadante para secagem em nitrogênio. Após secas, foram ressuspensas em 1,5 mL de acetonitrila ($\text{C}_2\text{H}_3\text{N}$). Por fim, injetou-se 20 μL do

composto no HPLC (Ultimate 3000 BioRS, Dionex-Thermo Fisher Scientific Inc., USA), equipado com um detector de diodo (DAD—3000RS) a 225 nm, coluna ACE 5 C18 (Advanced Chromatography Technologies, UK) (5 μ m, 25 cm $\times$ 4,6 mm) e um gradiente de fluxo de 0,7 mL/min a 25°C (Dadáková e colaboradores (2009)). O gradiente do cromatógrafo foi estabelecido com diferentes proporções de (A) acetonitrila 100% e (B) acetonitrila a 50%, na sequência: 0-2 min, 40% A; 2-4 min, 60% A; 4-8 min, 65% A; 8-12 min, 85% A; 12-15 min, 95% A; 15-21 min, 85% A; 21-22 min, 75% A; 22-25 min, 40% A. A identificação das aminas biogênicas foi feita comparando o tempo de retenção e o espectro UV de cada composto com seu padrão.

3.2.7 Delineamento experimental e análises estatísticas

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com 4 tratamentos, 5 repetições e 2 plantas por parcela, totalizando 40 plantas. A fenologia da floração foi analisada por meio de estatística descritiva, onde cada valor representa a média de todos os valores obtidos, com cada tratamento e em cada avaliação. Os demais dados foram submetidos à análise de variância e, em caso de significância pelo teste F, foi realizado teste Tukey para comparação entre as médias dos tratamentos. Para realização das análises estatísticas foi utilizado o software AgroEstat®. As variáveis também foram analisadas por meio de análise de componentes principais, sendo utilizado o software XLSTAT versão 19.4 (Addinsoft, NY, EUA). Os dados referentes as porcentagens de brotação, florescimento e fixação de frutos foram transformados pela fórmula arc seno ($\text{raiz}(x/100)$).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1 Desempenho produtivo

Houve efeito significativo dos indutores na brotação, florescimento, fixação de frutos, número de frutos, produção e a eficiência produtiva das plantas, e nos atributos físicos de massa fresca, diâmetro e comprimento dos frutos (Tabela 3). A CH

promoveu maior brotação das plantas de pessegueiro (67,80%). A brotação das gemas vegetativas é importante para a formação de novas folhas durante o ciclo produtivo que se inicia, sendo responsáveis pela atividade fotossintética da planta e auxiliando na produção de frutos de qualidade. Além disto, os novos ramos em formação garantem a continuidade do processo produtivo durante o próximo ciclo da cultura (FERREIRA et al., 2019).

A aplicação da CH proporciona a inibição da atividade de enzimas envolvidas na neutralização de espécies reativas de oxigênio. Entre estas enzimas, a catalase, é responsável pela conversão do peróxido de hidrogênio (H_2O_2) em oxigênio molecular e água. Sua inibição proporciona o aumento transitório dos níveis de H_2O_2 nas células das gemas (PÉREZ; LIRA, 2005). Desta forma, há uma reorientação do fluxo de carbono em direção ao ciclo das pentoses e o aumento da relação AMP/ATP a nível celular (PINTO et al., 2007).

Tabela 3 – Porcentagens de brotação, florescimento, frutificação efetiva, produção e eficiência produtiva (EP) em ramos do pessegueiro ‘BRS Kampai’ em função da aplicação de diferentes indutores de brotação. Botucatu – SP, 2021

Indutores de brotação	Brotação (%)	Florescimento (%)	Frutificação efetiva (%)	Nº frutos planta ⁻¹	Produção kg planta ⁻¹	EP kg m ³
Testemunha	42,96 b	20,61 b	18,89 c	108,83 c	10,04 b	1,65 b
FFN + NC	45,77 b	34,96 ab	27,23 b	145,53 b	14,74 a	2,58 a
NC	47,81 b	38,71 ab	28,26 b	92,17 c	7,65 b	1,32 b
CH	67,80 a	48,42 a	36,54 a	193,38 a	16,22 a	2,93 a
DMS	19,00	23,91	7,93	34,91	4,6	0,85

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5 % de significância.

A ativação destas vias metabólicas está ligada a expressão de genes que estimulam a brotação (VERGARA; PEREZ, 2010) a partir da síntese de hormônios promotores do crescimento (giberelinas e auxinas), de aminoácidos (PINTO et al., 2007; SEIF EL-YAZAL, et al., 2014) e aminas biogênicas (MOHAMED et al., 2010; SEIF EL-YAZAL; RADY, 2012). Além disto, a maior eficiência do produto em relação aos demais indutores de brotação utilizados está associada a presença do radical -

C $\equiv$ N em sua composição, considerado mais reativo que os demais (PIRES; MARTINS, 2003).

Os demais indutores (FFN + NC e NC) não promoveram incremento na brotação das gemas vegetativas (Tabela 3). De modo diferente, Segantini et al. (2015) e Hernandez e Craig (2011), reportaram maior brotação em plantas de amoreira-preta e kiwizeiros, respectivamente, com o uso do FFN + NC. Esse comportamento ainda pode ser explicado pela baixa atividade dos compostos que contem nitrogênio sobre as gemas vegetativas, sendo mais efetivos sobre as gemas floríferas (UBER, 2017).

Em pessegueiros dos cultivares BRS Rubimel, BRS Kampai e Douradão, a aplicação de 2,5% do FFN + 4 % de NC proporcionou 82,8% de gemas brotadas, durante o ciclo 2015. Entretanto, durante o ciclo 2016, a concentração de 3,75% foi a que proporcionou maior brotação às plantas (30,31%) (FERREIRA et al., 2019). Estes resultados evidenciam que os efeitos dos indutores são diretamente afetados por fatores genéticos, como espécie e cultivar, bem como por possíveis fatores climáticos, que podem variar entre os ciclos produtivos, e de fatores endógenos das plantas no momento da aplicação.

A CH induziu maior florescimento (48,42%), sendo semelhante ao FFN + NC e ao NC, e maior frutificação efetiva (36,54%) às plantas. Em relação a estas variáveis, houve incremento de 27,81 e 17,65%, em relação à testemunha, respectivamente (Tabela 3). Do mesmo modo, Seif El-Yazal et al. (2014) obtiveram frutificação efetiva 5,5% superior em plantas tratadas com CH, em comparação à testemunha.

As maiores médias de brotação, florescimento e frutificação efetiva obtidas pelo tratamento com CH, em relação aos demais indutores de brotação analisados, podem ter ocorrido em função da maior eficiência do produto em estimular a atividade metabólica e a retomada do crescimento das gemas das plantas de pessegueiro BRS Kampai, sobretudo devido à ação direta da CH na inibição da atividade da enzima catalase, levando ao estresse oxidativo que desencadeia todo o mecanismo de superação da endodormência (SOUZA, 2017).

Já o FFN depende da ação conjunta dos vários componentes presentes em sua formulação, para atingir sua máxima eficácia. Contudo, vale destacar que a resposta dos produtos de efeito fisiológico utilizados na agricultura depende de vários fatores, sejam externos ou endógenos, para a obtenção dos resultados esperados, o que torna o produto mais suscetível às variações que podem ocorrer durante sua aplicação (SOUZA, 2017).

Embora tenham apresentado desempenho inferior à CH, as médias observadas na fixação de frutos das plantas tratadas com o FFN + NC e o NC foram superiores à testemunha. Em plantas do mesmo cultivar, tratadas com FFN + NC, Ferreira et al. (2019) obtiveram os maiores valores de frutificação efetiva (33,30%) com a aplicação de 2,1% do produto + 4% de NC. Tais resultados evidenciam a eficiência do produto no aumento da frutificação efetiva, em pessegueiros.

O indutor de brotação que promoveu o maior número de frutos às plantas foi a CH (193,38 frutos planta⁻¹). Entretanto, quando analisadas as demais variáveis produtivas, o produto contribuiu com resultados semelhantes ao FFN + NC. Estes indutores proporcionaram a produção de 16,22 e 14,74 kg planta⁻¹ e eficiência produtiva de 2,93 e 2,58 kg m³, respectivamente (Tabela 3)

O melhor desempenho das plantas tratadas com FFN + NC se deve aos maiores valores de massa fresca (97,92 g), comprimento (60,52 mm) e diâmetro (58,20 mm) nos frutos (Tabela 4). Em relação à CH, houve incremento de 7,35%, 6,04% e 6,82% nestas variáveis, respectivamente. Tais resultados ocorreram devido à menor competição por metabólitos provenientes das plantas durante a fase de crescimento destes frutos, o que proporcionou aumento nos atributos físicos citados. Estas diferenças foram significativas quando analisada a produção das plantas, em função da aplicação dos dois compostos (Tabela 3).

Tabela 4 – Massa fresca (g) diâmetro (mm) e comprimento (mm) de frutos do pessegueiro ‘BRS Kampai’ em função da aplicação de diferentes indutores de brotação. Botucatu – SP, 2021

Indutores de brotação	Massa dos frutos g	Comprimento mm	Diâmetro mm
Testemunha	90,10 ab	58,54 ab	54,79 ab
FFN + NC	97,97 a	60,52 a	58,20 a
NC	84,09 b	54,12 b	51,31 b
CH	84,28 b	56,86 ab	54,04 b
DMS	13,68	5,54	4,08

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5 % de significância.

Em plantas de amoreira-preta ‘Tupy’, Segantini et al. (2015) obtiveram o maior desempenho produtivo quando utilizadas as concentrações de 4,2% de CH e 5,4% do FFN, que promoveram maior número de frutos (521 e 541 frutos planta⁻¹) e maior

produtividade (14,2 e 14,7 t ha⁻¹) às plantas, assim como observado no presente estudo.

Mesmo que o NC tenha obtido desempenho semelhante a CH e ao FFN + NC em relação ao florescimento, estes resultados não se mantiveram quando analisados o número de frutos, a produção e a eficiência produtiva das plantas, evidenciando sua menor eficiência em relação aos demais indutores (Tabela 3). Este comportamento pode ser explicado pela queda prematura dos frutos em crescimento nas plantas tratadas com NC, que associado ao menor desenvolvimento dos frutos remanescentes, comprometeu o seu desempenho produtivo (Tabelas 3 e 4).

Este mesmo comportamento foi observado por Seif El-Yazal et al. (2014), em plantas de macieiras submetidas a indução de brotação com NC (6%) e CH (4%), as quais apresentaram desempenho semelhante quanto ao florescimento e fixação de frutos. Entretanto, estes resultados não se mantiveram quando analisada a produção das plantas, em que o tratamento com CH promoveu maior número de frutos (217,35 frutos planta⁻¹) e maior produção (26,78 kg planta⁻¹) em relação ao NC (188,20 frutos planta⁻¹ e 19,50 kg planta⁻¹).

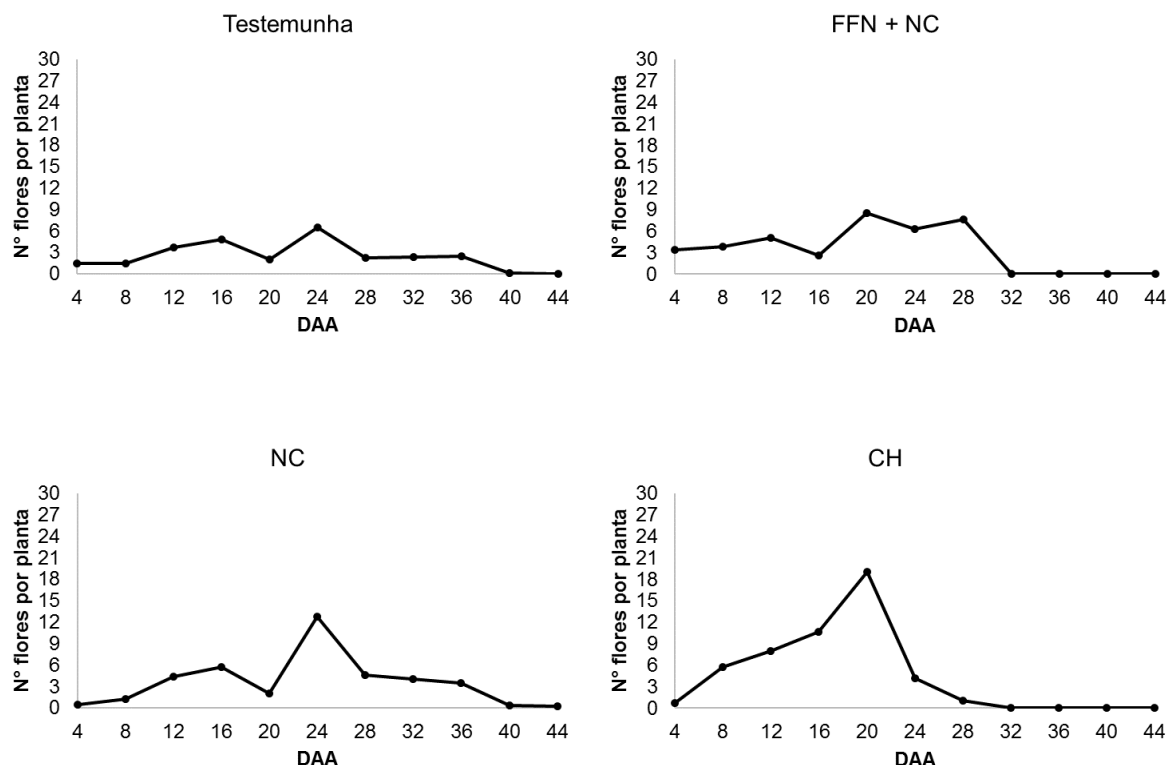
3.3.2 Fenologia da Floração

Os compostos indutores de brotação proporcionaram alterações na evolução semanal da floração (Figura 1). As plantas tratadas com CH apresentaram maior antecipação e concentração do florescimento, enquanto as plantas do controle apresentaram abertura floral desuniforme, com baixo número de flores abertas. Estas condições são normalmente observadas em pessegueiros cultivados em regiões de inverno ameno, em que as plantas não têm suas exigências em frio hibernar plenamente satisfeitas. Desta forma, há o prolongamento do período de abertura floral, com redução do percentual de florescimento das plantas (GHRAB et al., 2014; SEIF EL-YAZAL et al., 2014).

Um período de floração mais curto reflete em uma menor exposição às adversidades climáticas que possam danificar as estruturas florais (ZANANDREA et al., 2011), sendo um parâmetro de avaliação da eficiência dos compostos indutores de brotação (PETRI et al., 2014). Desta forma, verificou-se que a aplicação da CH e do FFN + NC foram os mais eficientes em encurtar o período de abertura floral das

plantas, que teve duração de 28 dias (4 aos 32 DAA), em ambos os tratamentos (Figura 1).

Figura 1 – Número de flores em pessegueiros do cultivar BRS Kampai, após diferentes tratamentos para indução de brotação, Botucatu - 2021



O pico de florescimento, momento em que as plantas apresentam maior concentração de flores abertas, atingiu diferentes valores em função dos tratamentos. De maneira geral, este pico foi maior e mais precoce quando realizada a aplicação de CH, assim como verificado por Marchi et al. (2017), em macieiras submetidas a aplicação de diferentes compostos indutores de brotação.

Verificou-se ainda que o FFN + NC também promoveu antecipação do florescimento. Entretanto, a abertura floral das plantas ocorreu de forma mais uniforme ao longo do período de floração. Motivo pelo qual não foi observado um pico acentuado no florescimento, com a aplicação deste indutor.

3.3.3 Compostos Bioativos

Os compostos indutores influenciaram significativamente os atributos bioquímicos dos frutos. A aplicação da CH incrementou o conteúdo de flavonoides totais (9,01 mg 100 g⁻¹), compostos fenólicos totais (687,40 mg 100 g⁻¹) e a atividade antioxidante (161,64 mg 100 g⁻¹ TEAC). Em relação às plantas não tratadas, a aplicação do produto promoveu aumento em 21,97, 14,92 e 22,83% dos compostos analisados, respectivamente (Tabela 5).

Os compostos fenólicos são originários do metabolismo secundário das plantas. São compostos bioativos que desempenham diversas funções fisiológicas, relacionadas a atração de agentes polinizadores e dispersores de sementes e frutos, proteção contra patógenos e na coloração de estruturas como flores e frutos (FAGAN et al., 2015).

Atualmente, as pesquisas relacionadas a estes compostos têm aumentado consideravelmente, sobretudo em virtude de seus benefícios à saúde, o que se deve a sua capacidade em sequestrar radicais livres no organismo (NASCIMENTO et al., 2011). Dentro deste contexto, ressalta-se que os fenóis são os compostos que conferem a maior atividade antioxidante em frutos de pessegueiro. Desta forma, quanto maior seu conteúdo, maior a atividade antioxidante (ZHAO et al., 2015), como verificado no presente estudo, com aplicação da CH (Tabela 5).

Tabela 5 – Compostos bioativos em frutos do pessegueiro do cultivar ‘BRS Kampai’ submetidos a aplicação de diferentes indutores de brotação, Botucatu - SP, 2021

Indutores de brotação	Flavonoides totais mg 100 g⁻¹	Atividade antioxidante mg 100 g⁻¹	Compostos fenólicos totais mg 100 g⁻¹
Testemunha	7,03 b	137,53 b	530,47 bc
FFN + NC	7,62 ab	125,51 b	512,28 c
NC	6,77 b	131,11 b	588,06 b
CH	9,01 a	161,64 a	687,40 a
DMS	1,65	21,13	138,65

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5 % de significância.

A maior concentração destas substâncias em resposta à CH pode ter ocorrido devido à maior brotação obtida com a aplicação deste indutor de brotação (Tabela 3). Desta forma, houve desenvolvimento mais equilibrado entre as estruturas vegetativas

e reprodutivas das plantas, o que resultou no aumento nos valores destas variáveis, nos frutos (Tabela 5).

3.3.4 Conteúdo de Nitrogênio

Não houve interação significativa entre os indutores de brotação e os dias de avaliação para a porcentagem de nitrogênio total das gemas das plantas. Entretanto, foram observadas diferenças significativas para o efeito isolado dos indutores. O NC proporcionou o maior conteúdo de nitrogênio total às GF e GV das plantas, com 0,81% e 0,86%, respectivamente. Já nas plantas testemunha, verificam-se as menores médias. (Tabela 6).

Estes resultados se devem, provavelmente, à presença de nitrogênio na composição do NC, o que proporcionou a maior disponibilização deste nutriente durante a aplicação do tratamento, levando a sua absorção pelas gemas das plantas. Mesmo que o FFN + NC contenham elevadas concentrações de nitrogênio, é possível que a presença de outros compostos em sua formulação (monossacarídeos, polissacarídeos, cálcio e diterpenos) tenham influenciado na sua absorção pelas gemas das plantas, reduzindo a quantidade de nitrogênio total observada nas gemas.

Tabela 6 – Conteúdo de nitrogênio total em gemas floríferas (GF) e vegetativas (GV) de plantas de pessegueiro ‘BRS Kampai’ em função da aplicação de diferentes indutores de brotação. Botucatu – SP, 2021

Indutores de Brotação	% N GF	%N GV
Testemunha	0,62 c	0,74 c
FFN + NC	0,69 b	0,78 bc
NC	0,81 a	0,86 a
CH	0,71 b	0,82 ab
DMS	0,05	0,07

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5 % de significância.

Entretanto, a disponibilização do nitrogênio em maiores quantidades pode, muitas vezes, não refletir em maior florescimento e brotação das plantas, sendo necessário sua presença em níveis adequados. Tais afirmações corroboram com os resultados observados no presente trabalho, onde os maiores resultados de brotação

e florescimento foram obtidos pelo tratamento à base de CH (Tabela 3), sem que o composto tenha proporcionado maior conteúdo de nitrogênio às gemas (Tabela 5).

Em contrapartida, verificou-se que os menores percentuais de nitrogênio total foram observados justamente nas gemas das plantas que apresentaram menor desempenho, quanto ao florescimento e a fixação de frutos (plantas não tratadas) (Tabela 3). Em condições de insuficiência em frio, a hidrólise e conversão tanto dos compostos nitrogenados, quanto de outras reservas das plantas são insuficientes (GONZALEZ-ROSSIA et al. 2008), comprometendo sua disponibilização para formação de novos compostos, necessários durante a brotação (CANTÓN et al., 2005). Tais condições estão relacionadas ao menor florescimento observados nas plantas controle.

Os resultados apresentados evidenciam a participação do nitrogênio nas reações que proporcionam a brotação e a abertura floral. Todavia, a superação da endodormência é um processo complexo, que envolve diversas reações bioquímicas, responsáveis pela reativação do metabolismo das gemas. Desta forma, ressalta-se que o nitrogênio é apenas um dos fatores relacionados à retomada do crescimento das plantas.

3.3.5 Compostos nitrogenados

Os tratamentos com NC e o FFN + NC foram os que proporcionaram os maiores níveis de triptofano (Try) às GF e GV das plantas ao longo dos dias de avaliação (Tabelas 7 e 8). Em relação às GF, o NC foi o indutor de brotação mais efetivo. Durante o último dia de avaliação (16 DAA), o NC proporcionou aumento nos níveis de Try das GF em 52,37%, 41,97% e 49,35%, em relação à testemunha, FFN + NC e CH, respectivamente.

Já nas GV, o mais efetivo foi o FFN + NC em todas as avaliações (Tabela 8). Durante o último dia de avaliação (16 DAA), o produto proporcionou aumento nos níveis de Try das GV em 50,66% e 43,90%, em relação à testemunha e à CH, respectivamente.

O Try é um aminoácido aromático sintetizado a partir da reação entre a eritrose 4-P, resultante da via das pentoses, com o fosfoenolpiruvato (PEP), resultante da glicólise, na produção do chiquimato. Ele é precursor de diversos metabólitos

essenciais às plantas, como as auxinas, hormônio vegetal importante durante as etapas de divisão e o alongamento celular (FAGAN et al., 2014), processos metabólicos que ocorrem de maneira intensa durante a brotação e o florescimento das plantas. Por sua vez, Seif El-Yazal et al. (2014) verificaram em seu estudo com diferentes indutores de brotação em macieiras ‘Anna’, que a aplicação de CH promove aumento da concentração de ácido indolacético (AIA) nas gemas das plantas, com reflexos positivos na floração e na produção.

Tabela 7 – Conteúdo de triptofano, putrescina, espermidina e espermina em gemas floríferas (GF) de plantas de pessegueiro ‘BRS Kampai’ em função da aplicação de diferentes indutores de brotação. Botucatu – SP, 2021

Indutores de Brotação	Dias após a aplicação			
	4,00	8,00	12,00	16,00
Triptofano mg kg⁻¹				
Testemunha	21,58 b	16,06 c	14,01 d	15,62 d
FFN + NC	21,14 b	27,49 a	24,47 b	18,95 b
NC	28,86 a	22,37 b	27,91 a	32,66 a
CH	15,20 c	14,34 d	18,38 b	16,54 c
Putrescina mg kg⁻¹				
Testemunha	91,48 b	142,13 a	100,40 a	98,57 b
FFN + NC	95,12 a	88,19 b	81,56 c	86,70 c
NC	88,38 c	75,03 c	89,05 b	113,58 a
CH	87,4 c	64,20 d	83,37 c	86,58 b
Espermina mg kg⁻¹				
Testemunha	88,26 b	76,71 a	81,63 a	83,85 c
FFN + NC	80,55 b	65,87 b	57,26 d	116,98 a
NC	120,17 a	62,23 c	62,49 c	96,83 b
CH	77,09 d	53,90 d	72,29 b	66,22 d
Espermidina mg kg⁻¹				
Testemunha	75,46 b	75,76 d	81,17 c	81,62 c
FFN + NC	79,45 a	81,97 c	75,11 d	73,02 d
NC	78,64 a	105,55 b	89,45 a	84,88 b
CH	85,34 a	112,22 a	86,26 b	100,28 a

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5 % de significância.

Desta forma, é provável que a aplicação da CH tenha proporcionado uma rápida conversão do Try em AIA, o que justifica os baixos níveis deste aminoácido observados nas gemas das plantas tratadas com o composto. Juntamente com o

aumento dos níveis de H_2O_2 , a síntese do AIA também pode estar entre as reações iniciais do tratamento com CH (SEIF EL-YAZAL et al., 2014), contribuindo nos maiores resultados de brotação e florescimento promovidos pelo indutor de brotação (Tabela 3).

Tabela 8 – Conteúdo de triptofano, putrescina, espermidina e espermina em gemas vegetativas (GV) de plantas de pessegueiro ‘BRS Kampai’ em função da aplicação de diferentes indutores de brotação. Botucatu – SP, 2021

Indutores de Brotação	Dias após a aplicação			
	4,00	8,00	12,00	16,00
Triptofano mg kg⁻¹				
Testemunha	4,70 c	4,24 d	4,96 c	8,17 d
FFN + NC	10,56 a	10,80 a	7,84 a	16,56 a
NC	8,45 b	6,76 b	7,14 b	15,98 b
CH	4,91 c	6,14 c	5,02 c	9,29 c
Putrescina mg kg⁻¹				
Testemunha	421,54 a	79,53 a	56,93 c	95,27 a
FFN + NC	237,00 d	59,93 b	60,27 c	74,54 c
NC	349,01 b	58,96 b	99,85 a	77,81 c
CH	276,15 c	50,59 c	76,49 b	87,17 b
Espermidina mg kg⁻¹				
Testemunha	54,41 a	40,89 b	42,62 a	65,52 c
FFN + NC	54,30 a	38,10 b	38,82 b	74,62 b
NC	53,07 a	38,94 b	37,62 b	77,46 ab
CH	54,90 a	44,44 a	40,87 ab	79,52 a
Espermina mg kg⁻¹				
Testemunha	55,46 c	89,95 b	84,88 c	83,04 a
FFN + NC	74,48 a	87,58 b	84,87 c	74,52 b
NC	68,99 b	96,73 a	137,82 a	69,47 c
CH	72,12 ab	76,78 c	97,57 b	69,40 c

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5 % de significância

De maneira geral, tanto as GF quanto as GV apresentaram comportamento semelhante em relação aos conteúdos de Put, Spd e Spm em função da aplicação dos indutores (Tabela 6). As gemas das plantas testemunhas apresentaram maiores níveis de Put na maioria dos dias avaliados. Em GF, isto ocorreu aos 8 e 12 DAA, enquanto para GV, foi aos 4, 8 e 12 DAA (Tabelas 7 e 8).

Os maiores níveis de Spd foram observados, na maior parte das avaliações, nas gemas do tratamento à base de CH. Já em relação aos níveis de Spm houve maior variação entre os valores obtidos com cada composto, sendo que cada um deles obteve maiores resultados em um determinado intervalo de avaliação.

Aparentemente, o acúmulo de Put é importante durante o período de repouso vegetativo de frutíferas temperadas, auxiliando nos mecanismos de tolerância às baixas temperaturas (MOHAMED et al., 2010; SEIF EL YAZAL; RADY, 2012) ou na sobrevivência das células durante períodos de estresses não letais (TONON et al., 2004), como acontece no período que antecede a poda e aplicação dos tratamentos. Neste momento, os pessegueiros se encontravam com baixa atividade metabólica e com ausência de folhas para realização da fotossíntese, o que caracteriza uma condição de estresse. Isso ficou evidente nas GV, em que os níveis de Put diminuíram consideravelmente em função dos dias de avaliação (Tabela 8).

Em gemas de plantas de avelã em início do período de dormência, foram observados elevados níveis endógenos de Put e baixos de Spd e Spm, enquanto a situação oposta foi associada ao período de retomada do crescimento das plantas (REY et al., 1994). Entretanto, estes níveis são reduzidos consideravelmente sob condições favoráveis, momento em que se dão início os processos de divisão e diferenciação celular, onde há maior acúmulo de Spd nas gemas das plantas (MOHAMED et al., 2010).

Diante disto, é possível que a manutenção dos elevados valores de Put e baixos de Spd observados nas gemas das plantas da testemunha, estejam relacionados ao fato destas plantas não terem recebido nenhum tratamento com indutor de brotação. Estas condições podem ter retardado a retomada do crescimento das plantas, posteriormente ao seu repouso vegetativo, comprometendo o início dos processos de divisão e diferenciação celular, e, conseqüentemente, o florescimento e a brotação (Tabela 3).

A CH proporcionou baixos níveis de Put tanto nas GF quanto nas GV das plantas, sendo inferior aos demais tratamentos durante quase todo o período de avaliação. Em contrapartida, durante estes mesmos períodos, foram observados elevados níveis de Spd, nos dois tipos de gemas das plantas tratadas com o composto. Diferentemente dos demais indutores de brotação, em que houve maior oscilação em relação a concentração de Spd, as gemas das plantas tratadas com CH

mantiveram elevados níveis desta poliamina ao longo de todos os dias de avaliação (Tabelas 7 e 8).

Em plantas de *Arabidopsis* cultivadas em meio de cultura com agentes inibidores da síntese de Spd, foi observada redução quase completa no florescimento. Entretanto, quando transferidas para um meio de cultura sem adição destes inibidores, houve restauração do florescimento das plantas (APPLEWHITE et al., 2010).

Tanto Spd quanto Spm estão diretamente envolvidas nos processos de crescimento ativo dos vegetais, desempenhando papel importante na formação de novas células durante a divisão celular. Estas funções se devem principalmente à sua capacidade em estimular a síntese de diversas moléculas orgânicas de natureza aniônica, como DNAs, RNAs, proteínas e fosfolipídios (IGARASHI; KASHIWAGI, 2000; GEMPERLOVÁ et al., 2006). Além disto, o processo de conversão entre estas poliaminas é de grande importância durante o ciclo de divisão celular. A passagem de Put para Spd auxilia no controle da taxa de divisão celular, e, de Spd para Spm é importante na passagem da fase G1 para S (FAGAN et al., 2015).

Entretanto, aparentemente são necessários maiores níveis de Spd nas gemas das plantas durante a fase de brotação e florescimento. Estas informações estão de acordo com os resultados observados no presente estudo, onde o maior desempenho do tratamento com CH, nas variáveis fenológicas citadas, está associado aos maiores níveis de Spd nas gemas das plantas, como verificado por Mohamed et al. (2010) em estacas de videira.

Em condições climáticas adequadas, é provável que a síntese e a conversão destas poliaminas nas gemas de frutíferas temperadas sejam realizadas de forma gradativa, durante o período de exposição das plantas ao frio. Assim, os níveis adequados de cada composto são atingidos somente durante a superação da endodormência, momento em que se dão início aos processos de divisão celular e retomada do crescimento, para que ocorram a brotação e a abertura floral das plantas.

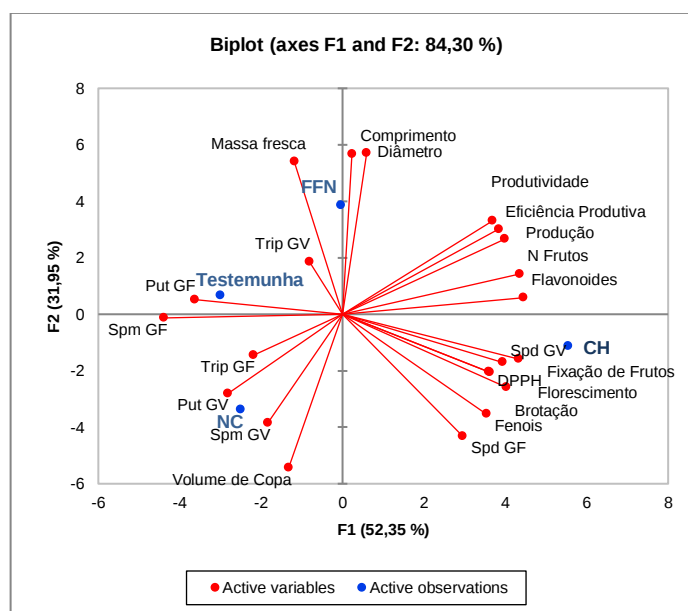
Entretanto, a síntese e a conversão gradativa destas moléculas não ocorrem de maneira satisfatória quando as plantas são cultivadas em locais com insuficiência em frio, durante o período de repouso vegetativo. Atrelado a outros fatores, estas condições proporcionam sintomas como, atraso e maior duração do florescimento, menor porcentual de florescimento e brotação, e, conseqüentemente, redução na produção das plantas (ATKINSON et al., 2013; GHRAB et al., 2014). Tais condições

reforçam a necessidade da utilização de indutores de brotação, após a poda de frutificação.

3.3.6 Análise de componentes principais

A análise de componentes principais (PCA) foi realizada no conjunto de dados com quatro indutores de brotação para as 21 variáveis analisadas. A variabilidade total dos dados é explicada pelos três primeiros componentes principais (PC). Destes PCs, os dois primeiros (PC1 e PC2), representam 84,30% da variação total dos dados (Figura 2).

Figura 2 – Análise de componentes principais das 21 características produtivas, físicas e bioquímicas analisadas em combinação com produtos indutores de brotação aplicados no pessegueiro ‘BRS Kampai’ em condições subtropicais



O PC1 representa 52,35% da variação dos dados, sendo efetivo em separar a CH dos demais compostos (Figura 2). As variáveis que mais se correlacionaram positivamente com PC1 foram brotação, florescimento, fixação de frutos, número de frutos, produção, produtividade, eficiência produtiva, flavonoides totais, fenóis totais, capacidade antioxidante, Spd GF e Spd GV. A análise de PC1 indica que os valores destas variáveis foram mais elevados nas plantas tratadas com CH. O oposto foi

observado no que diz respeito às variáveis de Put GF, Put GV e Spm GF, que também obtiveram importante contribuição na separação dos indutores no PC1, contudo, com correlação negativa. As maiores concentrações destes compostos foram observadas nas gemas da testemunha.

O PC2 contabilizou 31,95% da variação dos dados, e foi relacionado principalmente às características físicas dos frutos. A averiguação de PC2 indicou que esta separação ocorreu principalmente devido a massa fresca, ao comprimento e ao diâmetro dos frutos, aos quais apresentaram correlações positivas. As pontuações e carregamentos de PC2 indicam que as plantas tratadas com FFN + NC produziram os maiores frutos, corroborando com os dados apresentados na Tabela 4. Portanto, a análise de componentes principais foi eficiente na confirmação dos dados apresentados.

3.4 CONCLUSÕES

A aplicação da cianamida hidrogenada incrementa a brotação e o florescimento das plantas, o que está associado, sobretudo, aos elevados níveis de espermidina observados em gemas vegetativas e floríferas. Além disto, este composto aumenta o número de frutos produzidos pelas plantas e o conteúdo dos compostos antioxidantes nos mesmos. Já o fertilizante foliar nitrogenado (2,5%) + nitrato de cálcio (4%) incrementa a massa fresca, o diâmetro e o comprimento dos frutos, com reflexos positivos na produção. Ambos os produtos aumentam a produção das plantas de pessegueiro, sendo recomendados para indução de brotação em regiões subtropicais.

REFERÊNCIAS

AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry International**. 18th ed. Gaithersburg. 2005. 1015 p.

APPLEWHITE, P. B.; KAUR-SAWHNEY, R.; GALSTON, A. W. A role for spermidine in the bolting and flowering of *Arabidopsis*. **Physiologia Plantarum**, v. 108, p. 314–320, 2010.

ATKINSON, C. J.; BRENNAN, R. M.; JONES, H. G. Declining chilling and its impact on temperate perennial crops. **Environmental and Experimental Botany**, v. 91, p. 48–62, 2013.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C.; Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT-Food Science and Technology**, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995.

CANTÓN, F. R.; SUÁREZ, M. F.; CANOVAS, F. Molecular aspects of nitrogen mobilization and recycling in trees. **Photosynthesis Research**, v. 83, p. 265–278, 2005.

CUNHA, A.R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n.1, p. 1 – 11, 2009.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa solos, 2013. 353p.

FAGAN, E. B.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D.; CHALFUN JÚNIOR, A.; DOURADO NETO, D. **Fisiologia Vegetal: Reguladores Vegetais**. São Paulo: Editora Andrei, 2015. 300 p.

FERREIRA, R. F.; LEONEL, S.; SOUZA, J. M. A.; SILVA, M. S.; FERRAZ, R. A.; MARTINS, R. C.; SILVA, M. S. C. peaches phenology and production submitted to foliar nitrogen fertilizer and calcium nitrate. **Bioscience Journal**, v. 35, n. 3, p. 752-762, 2019.

FLORES, H. E.; GALSTON, A. W. Analysis of polyamines in higher plants by high performance liquid chromatography. **Plant Physiology**, n. 3, v. 69, 1982.

GEMPERLOVÁ, L., NOVÁKOVÁ, M., VAŇKOVÁ, R., EDER, J., CVIKROVÁ, M. Diurnal changes in polyamine content, arginine and ornithine decarboxylase, and diamine oxidase in tobacco leaves. **Journal of Experimental Botany**, v. 57, p. 1413 – 1421, 2006.

GHRAB, M.; BEN MIMOUN, M.; MASMOUDI, M. M.; BEN MECHLIA, N. Chilling trends in a warm production area and their impact on flowering and fruiting of peach trees. **Scientia Horticulturae**, v. 178, p. 87–94, 2014.

GONZÁLEZ-ROSSIA, D.; REIG, C.; DOVIS, V.; GARIGLIO, N.; AGUSTÍ, M. Changes on carbohydrates and nitrogen content in the bark tissues induced by artificial chilling and its relationship with dormancy bud break in *Prunus* sp. **Scientia Horticulturae**, v. 118, p. 275–28, 2008.

HERNÁNDEZ, G; CRAIG, R. L. Effects of alternatives to hydrogen cyanamide on commercial kiwifruit production. **Acta Horticulturae**, v. 913, n. 1, p. 357-363, 2011.

IBGE. Censo agropecuário 2009: lavoura permanente e temporária. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=rs>>. Acesso em: fev. 2020.

IGARASHI, K.; KASHIWAGI, K. Polyamines: mysterious modulators of cellular functions. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v. 271 n. 3, p. 559–564, 2000.

LIMA, G. P. P., Da ROCHA, S. A., TAKAKI, M., RAMOS, P. R. R., & ONO, E. O. Comparison of polyamine, phenol and flavonoid contents in plants grown under conventional and organic methods. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 43, n.10, 2008.

MARCHI, T.; OLIARI, I. C. R.; MAIA, A. J.; SATO, A. J.; BOTELHO, R. V. Indução da brotação de gemas de macieiras com aplicação de óleos vegetais e mineral. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n. 3, p. 501-512, jul-set, 2017.

MOHAMED, H. B.; VADEL, A. M.; GEUNS, J. M. C.; KHEMIRA, H. Biochemical changes in dormant grapevine shoot tissues in response to chilling: Possible role in dormancy release. **Scientia Horticulturae**, v. 124, p. 440-447, 2010.

NASCIMENTO, J. C.; LAGE, L. F. O.; CAMARGOS, C. R. D.; AMARAL, J. C.; COSTA, L. M.; SOUSA, A. N.; OLIVEIRA, F. Q. Determinação da atividade antioxidante pelo método DPPH e doseamento de flavonóides totais em extratos de folhas da *Bauhinia variegata* L. **Revista Brasileira de Farmacologia**, v. 92, n. 4, p. 327-332, 2011.

PETRI, J. L.; LEITE, G. B.; COUTO, M.; GABARDO, G. C.; HAWERROTH, F. J. Chemical induction of budbreak: new generation products to replace hydrogen cyanamide. **Acta Horticulturae**, v. 1042, n. 1, p. 159-166, 2014.

PINTO, M. et al. Fisiologia de la latência de lãs yemas de vid: hipótesis actuales. Santiago: Universidad de Chile, Facultad de Ciências Agronómicas, Grupo de Investigación Enológica, 2007. 16 p. Disponível em: <<http://www.gie.uchile.cl/publicaciones/index.html>> Acesso em: 15 jan. 2015.

PÉREZ, F. J.; LIRA, W. Possible role of catalase in post-dormancy bud-break in grapevines. **Journal of Plant Physiology**, v. 162, p. 301–308, 2005.

PIRES, E. J. P.; MARTINS, F.P. Técnicas de cultivo. In: POMMER, C.V. (Ed.). Uva: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2003, p.351-403.

RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed). **Recomendações de adubações e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. Ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1996. P. 137. (Boletim Técnico, 100).

RASEIRA, M. D. C. B.; NAKASU, B. H.; UENO, B.; SCARANARI, C. Pessegueiro: Cultivar BRS Kampai. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.32, n.4, p. 1275-1278, 2010.

REY, M.; DÍAZ-SALA, C.; RODRÍGUEZ, R. Comparison of endogenous polyamine content in hazel leaves and buds between the dormancy and flowering annual phases of growth. **Physiologia Plantarum**. v. 91, 45–50, 1994.

RUFATO, L.; DE ROSSI, A.; PICOLLOTO, L.; FACHINELLO, J.C. Plantas de cobertura de solo em pomar de pessegueiro (*Prunus persica* L. Batsch) conduzido no sistema de produção integrada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.3, p.814-821, 2006.

SANTOS, M. D. D.; BLATT, C. T.I T. Teor de flavonóides e fenóis totais em folhas de *Pyrostegia venusta* Miers. de mata e de cerrado. **Brazilian Journal of Botany**, v. 21, n. 2, p. 135-140, 1998.

SCARIOTTO, S.; CITADIN, I.; RASEIRA, M. C. B.; SACHET, M. R.; PENSO, G. A. Adaptability and stability of 34 peach genotypes for leafing under Brazilian subtropical conditions. **Scientia Horticulturae**, v. 155, p. 111 – 117, 2013.

SEGANTINI, D. M.; LEONEL, S.; SILVA RIPARDO, A. K.; TECCHIO, M. A. ; DE SOUZA, M. E. Breaking Dormancy of -Tupy- Blackberry in Subtropical Conditions. **American Journal of Plant Sciences**, v. 06, p. 1760-1767, 2015.

SEIF EL-YAZAL, M. A.; RADY, M. M. Changes in nitrogen and polyamines during breaking bud dormancy in “Anna” apple trees with foliar application of some compounds. **Scientia Horticulturae**, n. 136, p. 75-80, 2012.

SEIF EL-YAZAL, M. A.; SEIF EL-YAZAL, S. A.; RADY, M. M. Exogenous dormancy-breaking substances positively change endogenous phytohormones and amino acids during dormancy release in ‘Anna’ apple trees. **Plant Growth Regulation**, v. 72, p. 211–220, 2014.

SINGLETON, Vernon L.; ORTHOFER, Rudolf; LAMUELA-RAVENTÓS, Rosa M. [14] Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. **Methods in enzymology**, v. 299, p. 152-178, 1999.

SOUZA, J. M. A. **Propagação e manejo cultural no crescimento vegetativo e produtividade da figueira ‘roxo de valinhos’**. 108 p. Tese (Doutorado em Agronomia - Horticultura) Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu - SP, 2017.

TONON, G.; KEVERS, C.; FAIVRE-RAMPANT, O.; GRAZIANI, M.; GASPAR, T. Effect of NaCl and mannitol iso-osmotic stresses on proline and free polyamine

levels in embryogenic *Fraxinus angustifolia* callus. **Journal of Plant Physiology**, v. 161, p. 701–708, 2004.

UBER, S. C.; PETRI, J.L.; FAGUNDES, E.; COUTO, M.; FRANCESCOTTO, P.; ESPERANÇA, C. F. Eficiência do erger® como indutor de brotação em alternativa a cianamida hidrogenada. **Revista da 14ª Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa Congrega URCAMP**, v. 14, n. 14, 2017.

VERGARA, R.; PÉREZ, F. J. Similarities between natural and chemically induced bud-endodormancy release in grapevine *Vitis vinifera* L. **Scientia Horticulturae**, v. 125, p. 648–653, 2010.

ZANANDREA, I.; RASEIRA, M.C.B.; SANTOS, J.; SILVA, J.B. Receptividade do estigma e desenvolvimento do tubo polínico em flores de pessegueiro submetidas à temperatura elevada. **Ciência Rural**, v.41, p.2066-2072, 2011.

ZHAO, X.; ZHANG, W.; YIN, X.; SU, M.; SUN, C.; LI, X.; CHEN, K. Phenolic Composition and Antioxidant Properties of Different Peach [*Prunus persica* (L.) Batsch] Cultivars in China. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 16, p. 5762-5778, 2015.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de indutores de brotação no manejo produtivo do pessegueiro aumenta a brotação, florescimento, frutificação efetiva e produção das plantas, e os atributos físicos, físico-químicos e bioquímicos dos frutos. A melhoria nestas variáveis em função da aplicação destes indutores é influenciada pelo momento da aplicação dos produtos, à concentração utilizada, às condições climáticas da região de cultivo, pela condição fisiológica da planta e pelo genótipo utilizado.

A eficiência do fertilizante foliar nitrogenado associado ao nitrato de cálcio foi influenciada pela variação genotípica dos cultivares de pessegueiro. A aplicação do bioestimulante foi mais efetiva no cultivar BRS Kampai, proporcionando alta performance produtiva associada a produção de frutos de maior calibre, com maior valorização no mercado consumidor. Em relação ao cultivar Douradão, a aplicação do produto promoveu desempenho produtivo intermediário, com resultados superiores às plantas não tratadas e quando aplicado o nitrato de cálcio.

Diante disto, a utilização do fertilizante foliar nitrogenado associado ao nitrato de cálcio mostrou-se como uma importante alternativa ao uso da cianamida hidrogenada para a indução de brotação em pessegueiros, em regiões subtropicais. Além de eficiente em promover a brotação das plantas, o composto apresenta baixos riscos ao meio ambiente e a saúde do aplicador, sem que sejam necessários maiores investimentos financeiros para sua aquisição.

O tratamento convencional com cianamida hidrogenada foi eficiente para indução de brotação em ambos os cultivares de pessegueiro estudados (Douradão e BRS Kampai), em condições subtropicais de cultivo.

Os compostos nitrogenados estudados apresentam importante participação nos mecanismos bioquímicos que desencadeiam a superação da endodormência em pessegueiros, resultando no estímulo da brotação e do florescimento nas plantas. Todavia, ainda é necessário que mais estudos com esta temática sejam realizados, o que ampliaria o conhecimento a respeito desta importante prática de manejo cultural em pessegueiros cultivados em regiões tropicais e subtropicais.

REFERÊNCIAS

ATKINSON, C. J.; BRENNAN, R. M.; JONES, H. G. Declining chilling and its impact on temperate perennial crops. **Environmental and Experimental Botany**, v. 91, p. 48–62, 2013.

BARBOSA, W.; OJIMA, M.; CAMPO DALL'ORTO, F. A. Comportamento do pessegueiro “Douradão” em Itupeva. **Piracicaba: Scientia Agrícola**, v.56, n.4, p.1261-1265, 1999.

CITADIN, F. BASSANI, M.H.; DANNER, M.A.; MAZARO, S.M.; GOUVÊA, A. Uso de cianamida hidrogenada e óleo mineral na floração, brotação e produção do pessegueiro “Chiripá”. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, v. 28, n. 1, p. 32-35, 2006.

CORRÊA, E. R.; NARDINO, M.; BARROS W. S.; RASEIRA, M. C. B. Genetic progress of the peach breeding program of Embrapa over 16 years. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 19, n. 3, p. 319 – 328, 2019.

FAOSTAT. Produção mundial de pêssegos e nectarinas. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data>> Acesso em: 10 dez. 2018

HERNÁNDEZ, G; CRAIG, R. L. Effects of alternatives to hydrogen cyanamide on commercial kiwifruit production. **Acta Horticulturae**, v. 913, n. 1, p. 357-363, 2011.

HOEBERICHTS, F. A.; POVERO, G.; IBÁÑEZ, M.; STRIJKER, A.; PEZZOLATO, D.; MILLS, R.; PIAGGESI, A. Next Generation Sequencing to characterise the breaking of bud dormancy using a natural biostimulant in kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). **Scientia Horticulturae**, v. 225, p. 252–263, 2017.

IBGE. Censo agropecuário 2009: lavoura permanente e temporária. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=rs>>. Acesso em: 6 jun. 2019.

İMRAK, B.; KÜDEN, A. B.; KÜDEN, A.; SARIER A. K.; ÇİMEN, B. Chemical applications affected dormancy breaking in modi apple cultivar under subtropical conditions. **Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus**, v. 15, n. 6, p. 265-277, 2016.

MOHAMED, A. K. A. The effect of chilling, defoliation and hydrogen cyanamide on dormancy release, budbreak and fruiting of Anna apple cultivar. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.118, p.25-32, 2008.

RADY, M. M.; SEIF EL-YAZAL, M. A. Garlic extract as a novel strategy to hasten dormancy release in buds of ‘Anna’ apple trees. **South African Journal of Botany**, v. 92 p. 105–111, 2014.

RASEIRA, M. D. C. B.; NAKASU, B. H.; UENO, B.; SCARANARI, C. Pessegueiro: Cultivar BRS Kampai. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.32, n.4, p. 1275-1278, 2010.

RASEIRA, M. C. B.; NAKASU, B. H.; BARBOSA, W. Cultivares: Descrição e Recomendação. In: RASEIRA, M. C. B.; PEREIRA, J. F. M.; CARVALHO, F. L. C. **Pessegueiro**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 776 p.

ROMEU, J. F.; SÁNCHEZ, M. C.; GARCÍA-BRUNTON, J. Potential productivity evolution of flat peach cultivars (*Prunus persica* var. *platycarpa*) grown in different climatic conditions of southeast of Spain. **Scientia Horticulturae**, v. 197, p. 687–696, 2015.

SCARANARI, C.F; RASERA, M. D. C. B.; BARBOSA, W.; FELDBERG, N. P.; MARTINS, F. P. **Catálogo de cultivares de pêsego e nectarina**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 139 p. (Documento 269).

SCARIOTTO, S.; CITADIN, I.; RASEIRA, M. C. B.; SACHET, M. R.; PENSO, G. A. Adaptability and stability of 34 peach genotypes for leafing under Brazilian subtropical conditions. **Scientia Horticulturae**, v. 155, p. 111 – 117, 2013.

SEIF EL-YAZAL, M. A.; RADY, M. M. Changes in nitrogen and polyamines during breaking bud dormancy in “Anna” apple trees with foliar application of some compounds. **Scientia Horticulturae**, n. 136, p. 75-80, 2012.

SEIF EL-YAZAL, M. A.; SEIF EL-YAZAL, S. A.; RADY, M. M. Exogenous dormancy-breaking substances positively change endogenous phytohormones and amino acids during dormancy release in ‘Anna’ apple trees. **Plant Growth Regulation**, v. 72, p. 211–220, 2014.

WAGNER JÚNIOR, A.; BRUCKNER, C. H.; PIO, R.; CITADIN, I. Cultivo do pessegueiro. In: PIO, R. (Ed.). **Cultivo de Fruteiras de Clima Temperado em Regiões Subtropicais e Tropicais**. Lavras: Editora Ufla, 2014. 652 p.

WEINBERGER, J. H. Effects of high temperatures during the breaking of the rest of Sullivan Elberta peach buds. **Proceeding of the American Society for Horticulturae Science**, v. 63, p. 157–162, 1954.

ZHUANG, W.; GAO, Z.; WEN, L.; HUO, X.; CAI, B.; ZHANG, Z. Metabolic changes upon flower bud break in Japanese apricot are enhanced by exogenous GA₄. **Horticulture Research**, v. 2, p. 1- 10, 2015.