

# Indução da brotação de gemas de macieiras com aplicação de óleos vegetais e mineral<sup>1</sup>

## Induction of bud development in apple trees with the application of vegetable and mineral oils

Thiago Marchi<sup>2</sup>, Ires Cristina Ribeiro Oliari<sup>2</sup>, Aline José Maia<sup>2</sup>, Alessandro Jefferson Sato<sup>3</sup> e Renato Vasconcelos Botelho<sup>2\*</sup>

**RESUMO** - Objetivou-se determinar a eficiência de óleos vegetais, em mistura com óleo mineral, na indução da brotação, na atividade das enzimas catalase e peroxidase do guaiacol em gemas e na produtividade de macieiras. A pesquisa foi conduzida na Universidade Estadual do Centro-Oeste (Unicentro), em Guarapuava, PR, em plantas em formação e início de produção (safras 2013/2014 e 2014/2015, respectivamente), com as cultivares de macieira Gala Real II e Fuji Suprema. Os tratamentos constaram da aplicação de óleo mineral e misturas deste com óleo vegetal emulsionável, óleos vegetais de soja e de girassol e cianamida hidrogenada. As avaliações consistiram na verificação da brotação e atividade enzimática das gemas, do desenvolvimento vegetativo, da fenologia da floração e das características produtivas. Em macieiras cv. Fuji Suprema, a mistura de óleo mineral 2% e óleo vegetal emulsionável 4% apresenta potencial para indução da brotação, redução do vigor das plantas, concentração e antecipação da florada e aumento do número de frutos por planta e da produtividade. A mistura de óleo mineral e vegetal tem menor eficiência para indução da brotação de macieiras cv. Gala Real II, quando comparada ao óleo mineral e cianamida hidrogenada. A aplicação de óleo vegetal e mineral não altera a atividade da enzima catalase e nenhum dos produtos testados altera a atividade da enzima peroxidase do guaiacol, 24 horas após a aplicação.

**Palavras-chave:** Cianamida hidrogenada. Quebra da dormência. *Malus domestica*.

**ABSTRACT** - The aim of this study was to determine the efficiency of vegetable oils mixed with mineral oil in the induction of budding, the activity of the enzymes catalase and guaiacol peroxidase on the buds, and productivity in the apple. The research was carried out at the State University of the Central-West (Unicentro), in Guarapuava, in the State of Paraná, Brazil, on both growing plants and plants at the start of production (2013/2014 and 2014/2015 respectively), using the Royal Gala II and Fuji Supreme cultivars of the apple. The treatments consisted of the application of mineral oil and mineral oil mixed with emulsifiable vegetable oil, vegetable oils from the soybean and sunflower, and hydrogenated cyanamide. Evaluation consisted of verifying budding and enzymatic activity, vegetative development, flowering phenology and productive characteristics. In the Fuji Supreme cultivar, a mixture of 2% mineral oil and 4% emulsifiable vegetable oil has the potential to induce budding, reduce plant vigour, and the concentration and anticipation of flowering, and increase both the number of fruits per plant and productivity. A mixture of mineral and vegetable oil is less efficient in the induction of budding in the Royal Gala II cultivar, when compared to mineral oil with hydrogen cyanamide. The application of mineral and vegetable oil does not alter the activity of the enzyme catalase, and none of the products tested alters the activity of the enzyme guaiacol peroxidase 24 hours after application.

**Key words:** Hydrogenated cyanamide. Dormancy breaking. *Malus domestica*.

DOI: 10.5935/1806-6690.20170059

\*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 18/10/2015; aprovado em 17/10/2016

<sup>1</sup>Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/PPGA da Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná/UNICENTRO

<sup>2</sup>Departamento de Agronomia, UNICENTRO. R. Simeão Camargo Varela de Sá, 03, Guarapuava-PR, Brasil, 85.040-080, marchithiago@yahoo.com.br, irescristina21@hotmail.com, alymaia2005@yahoo.com.br, rbotelho@unicentro.br

<sup>3</sup>Departamento de Ciências Agronômicas, UFPR - Setor Palotina, R. Pioneiro, 2153 - Dallas, Palotina-PR, Brasil, 85950-000, contatosato@gmail.com

## INTRODUÇÃO

No Brasil, as macieiras dos grupos Gala e Fuji representam cerca de 60 e 30% da produção, respectivamente. Estas cultivares necessitam de mais de 600 h de frio ( $\leq 7,2$  °C) para superarem o período de dormência (PETRI *et al.*, 2011). Normalmente esta condição de frio hibernal não é plenamente satisfeita, ocorrendo problemas de atraso e baixo nível de brotação de gemas vegetativas e floríferas, que resultam na diminuição da produção e qualidade dos frutos, inclusive com reflexos em safras seguintes (PETRI *et al.*, 2014). Para evitar estes problemas e garantir a produtividade e a qualidade dos frutos, é necessário a utilização de indutores de brotação.

A cianamida hidrogenada tem sido utilizada no Brasil conjuntamente ao óleo mineral, constituindo a principal estratégia para indução da brotação de macieiras (HAWERROTH; PETRI; LEITE, 2010). No entanto, esta substância possui toxicidade aguda, o que acarretou na restrição de seu uso na União Europeia em 2008 (HERNÁNDEZ; CRAIG, 2011). Desta forma, muitos fruticultores de outras partes do mundo temem que este produto seja banido, e preocupam-se pela falta de produtos com efeito similar, sendo necessárias pesquisas por métodos alternativos.

As principais características desejáveis de indutores de brotação são a sua eficácia, o baixo custo e a toxicidade mínima para as plantas e o meio ambiente (EREZ, 2000). Apesar do grande número de compostos conhecidos por aumentar a brotação, poucos são aceitos e utilizados comercialmente. Além disso, o alto custo e toxicidade dos compostos são os principais fatores limitantes para sua aprovação comercial (PETRI *et al.*, 2014).

A mais antiga referência de uso de produtos químicos para compensar a falta de frio natural remonta a 1918, quando foi observado que plantas que receberam óleo de linhaça durante a dormência, floresceram mais cedo e em um período mais curto (EL-AGAMY *et al.*, 2001). No entanto, apesar de o óleo vegetal ser a primeira substância descoberta para tal fim, as informações para este uso restringem-se aos óleos minerais, havendo poucas informações quanto ao uso de óleos vegetais (HAWERROTH; PETRI; LEITE, 2010).

Por isto, objetivou-se determinar a eficiência da mistura de óleos vegetais e mineral, na indução da brotação, na atividade das enzimas catalase e peroxidase do guaiacol em gemas e na produtividade de macieiras em região com baixo acúmulo de frio hibernal.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no pomar experimental da Universidade Estadual do Centro-Oeste (Unicentro), em Guarapuava, PR (25°23'36"S, 51°27'19"O e 1.120 m de altitude), durante dois ciclos: 2013/2014 e 2014/2015. O clima desta região é denominado subtropical mesotérmico-úmido (Cfb), sem estação seca, com verões frescos e inverno moderado segundo classificação de Köppen (CAVIGLIONE *et al.*, 2000).

As avaliações foram realizadas em macieiras das cvs. Gala Real II e Fuji Suprema, sobre o porta enxerto 'Marubakaido' e filtro 'EM-9', conduzidas no sistema líder central e distribuídas no espaçamento 4 x 1m, totalizando 2.500 plantas ha<sup>-1</sup>. O pomar foi implantado no final do inverno de 2012.

Os seguintes produtos foram utilizados para o preparo das soluções para indução da brotação das gemas: cianamida hidrogenada (Dormex®, 520 g L<sup>-1</sup> H<sub>2</sub>CN<sub>2</sub>, Basf S.A.) (CH), óleo mineral (Assist®, 756 g L<sup>-1</sup>, Basf S.A.) (OM), óleo vegetal emulsionável (Natur'óleo®, 930 g L<sup>-1</sup>, Stoller S.A.) (OVE), óleo vegetais de uso culinário de soja (OVS) e de girassol (OVG), além de detergente líquido neutro (Limpol®), utilizado como agente emulsionante destes dois últimos óleos. A aplicação dos tratamentos foi realizada com as gemas entre os estádios A (gema dormente) e B (gema inchada, ponta prata) (PETRI; PALLADINI; POLA, 2006).

As pulverizações foram realizadas em 15 de setembro de 2013 e em 4 de setembro de 2014, para as safras 2013/2014 e 2014/2015, respectivamente, com os tratamentos listados na Tabela 1. As aplicações foram realizadas com pulverizador manual, até próximo do ponto de escorrimento, utilizando-se aproximadamente 500 mL de solução por planta.

Para mensurar a quantidade de frio acumulada durante o período hibernal (1 de abril a 30 de setembro) e as condições climáticas ocorridas durante a época de florada foram utilizados dados da estação meteorológica da Unicentro, situada a 300 m da área experimental. O frio hibernal foi estimado em horas de frio (HF) ( $\leq 7,2$  °C) e em unidades de frio (UF) pelo método Carolina do Norte Modificado.

As avaliações consistiram na determinação das seguintes características:

1) Porcentagem de brotação de gemas laterais e apicais: por meio da contagem das gemas brotadas e não brotadas, de 6 ramos laterais previamente selecionados por planta, com 1 ano de idade e tamanho entre 20-35 cm (brindilas), aos 25, 50 e 80 dias após a aplicação (DAA);

2) Comprimento dos ramos: pela medição com fita métrica dos ramos do ano, aos 85 DAA;

**Tabela 1** - Tratamentos aplicados na primeira e segunda safra, em macieiras das cvs. Gala Real II e Fuji Suprema

Tratamento	Safra 2013/2014	Safra 2014/2015
1	Testemunha (água)	Testemunha (água)
2	Detergente (2%)	OM* + OVG (2%) + detergente (2%)
3	OM*	OM* + OVG (4%) + detergente (4%)
4	OM* + OVS (2%) + detergente (2%)	OM* + OVE (2% p.c.)
5	OM* + OVE (2% p.c.)	OM* + OVE (4% p.c.)
6	OM* + CH (2% p.c.)	OM* + CH (2% p.c.)

\*A concentração utilizada de óleo mineral foi de 4% p.c. para 'Gala Real II' e 2% p.c. para 'Fuji Suprema'

3) Área média de folhas: por meio da amostragem de 20 folhas plenamente desenvolvidas por parcela, avaliadas com medidor de área foliar (LI-3100C area meter);

4) Atividade das enzimas catalase (EC 1.11.1.6) e peroxidase do guaiacol (EC 1.11.1.7): realizada por meio da coleta de 5-7 gemas de macieira, 24 h após a aplicação dos tratamentos, em triplicatas. Estas gemas foram conservadas em nitrogênio líquido e avaliadas conforme metodologia descrita por Góth (1991) e modificada por Tománková *et al.* (2006) para catalase e; conforme Lusso e Pascholati (1999) para peroxidase do guaiacol;

No segundo ano de avaliação (ciclo 2014/15), por ocasião do início da produção das plantas, foram incluídas as seguintes avaliações:

5) Fenologia da floração: realizada através da contagem do número de flores entre o estágio botão rosado e flor aberta, 2 vezes por semana, durante o período de floração;

6) Características produtivas: número de frutos por planta, massa média de frutos e produtividade estimada, por meio da colheita de todos os frutos das plantas amostradas.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com seis tratamentos e quatro repetições, utilizando-se uma planta por parcela e uma planta como bordadura, para as duas cultivares, separadamente. Os resultados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade e à análise de variância e as médias comparadas pelo teste SNK (Student Newman-Keuls) a 5% de probabilidade de erro, utilizando-se o programa de análises estatísticas Sisvar 5.0 (FERREIRA, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A necessidade de frio de macieiras 'Gala' e 'Fuji' e suas mutações estão acima de 600 HF ou entre 1000-

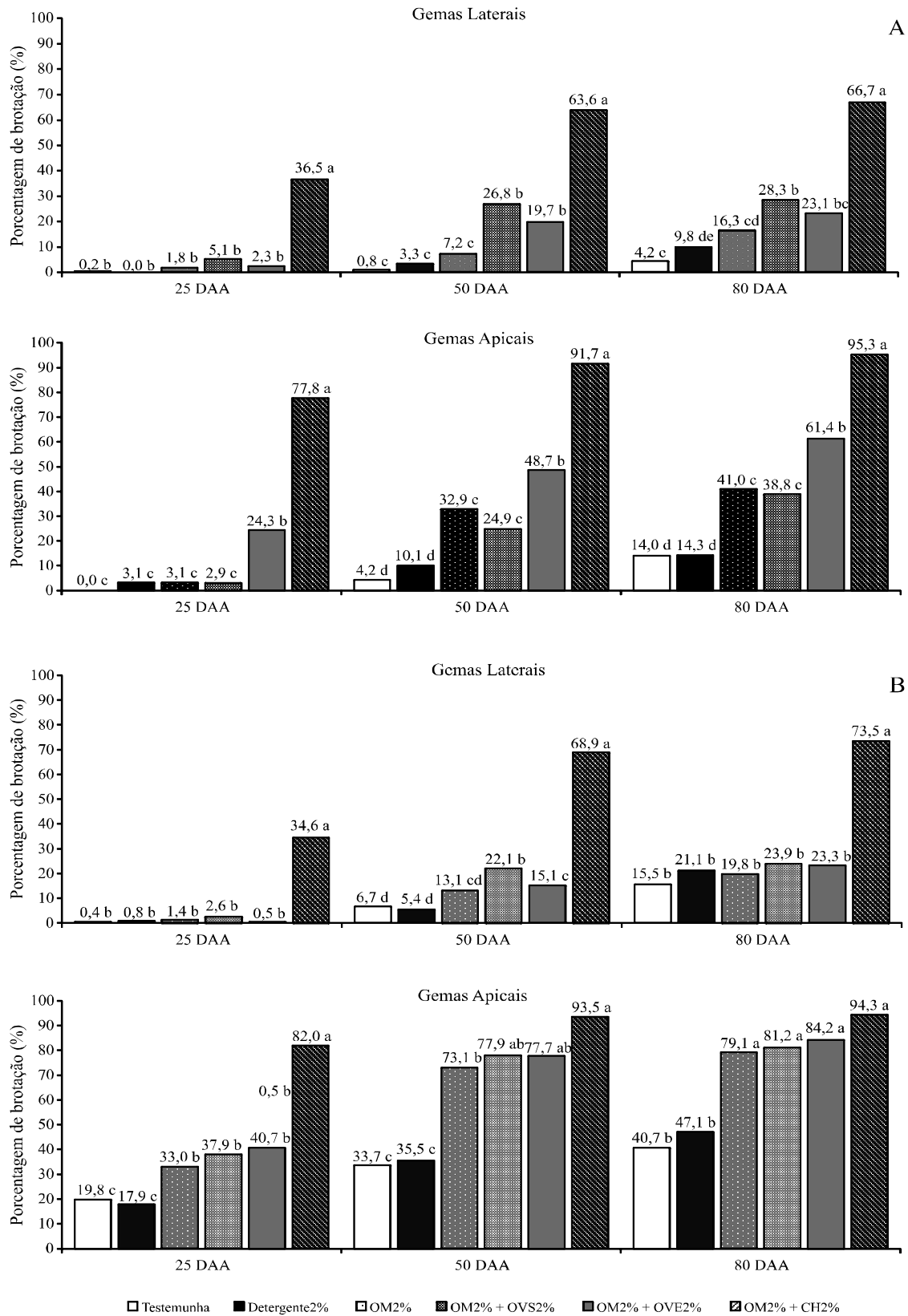
1150 UF (CHARIANI; STEBINNS, 1994; PETRI *et al.*, 2011), justificando a aplicação de indutores de brotação nos experimentos realizados, já que a quantidade de frio acumulada pelas gemas foi de aproximadamente 328 e 166 HF e; 641 e 553 UF pelo método de Carolina do Norte Modificado, respectivamente, para o primeiro e segundo ciclo.

No primeiro ciclo estudado (2013/2014), independente da cultivar, da localização da gema e da época de avaliação, os maiores percentuais de brotação de gemas foram obtidos com a utilização da mistura de óleo mineral e cianamida hidrogenada, enquanto que os menores percentuais foram verificados nas plantas testemunhas (Figura 1).

Apesar de ser encontrado um incremento significativo do percentual de brotação em algumas avaliações para a inclusão do óleo vegetal ao óleo mineral, observou-se que nenhum resultado com a utilização de óleos ultrapassou os 30% de brotação de gemas laterais, enquanto que a mistura de óleo mineral e cianamida hidrogenada induziu brotações acima de 60%, a partir da segunda avaliação, nas duas cultivares de macieira (Figuras 1A e 1B). Mesmo as gemas apicais que necessitam de um menor estímulo para brotarem, onde a aplicação somente de óleo mineral deveria ser suficiente (CRUZ JÚNIOR; AYUB, 2002; PETRI; PALLADINI; POLA, 2006), uma elevada brotação de gemas só ocorreu com sua mistura com cianamida hidrogenada para a cv. Gala Real II (Figura 1A). Para a cv. Fuji Suprema, as gemas apicais apresentaram porcentagem de brotação acima de 70% com a utilização de óleos vegetais e óleo mineral, aos 50 e 80 dias após a aplicação, não se diferenciando significativamente do tratamento com óleo mineral e cianamida hidrogenada (Figura 1B).

Além das condições climáticas, fatores como vigor e idade das plantas devem ser levados em consideração, pois influenciam a exigência em frio de macieiras (IUCHI *et al.*, 2002). Neste sentido, sabe-se que plantas jovens apresentam maior requerimento em frio do que plantas

**Figura 1** - Percentagem de brotação de gemas laterais e apicais aos 25, 50 e 80 dias após a aplicação (DAA) de diferentes tratamentos para indução da brotação de gemas de macieiras cvs. Gala Real II (A) e Fuji Suprema (B), 2013. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste SNK a 5% de probabilidade



adultas da mesma cultivar (CAMPOY; RUIZ; EGEEA, 2011), necessitando neste caso de indutores de brotação mais eficazes. Desta forma, mesmo com o maior acúmulo de frio hibernar na primeira safra (2013/2014), acredita-se que a juvenildade das plantas influenciou na maior dificuldade de brotação das gemas de macieira e conseqüentemente no desempenho dos indutores de brotação utilizados.

Na segunda safra (2014/2015), possivelmente, com as plantas um ano mais velhas e com a utilização de maiores concentrações de óleo vegetal tenham propiciado resultados mais promissores. Para a cv. Fuji Suprema, a utilização da mistura de óleo mineral e óleo vegetal nas maiores concentrações, não se diferiram do tratamento padrão com a mistura de óleo mineral e cianamida hidrogenada, nas avaliações dos 50 e 80 dias após a aplicação (Figura 2).

Para a cv. Gala Real II, no entanto, a utilização de óleos vegetais não foi tão eficiente, apesar da tendência de maior brotação com a utilização das maiores concentrações de óleo vegetal (Figura 2). Estes resultados refletem a maior dificuldade de brotação de gemas nos clones 'Gala', necessitando de indutores de brotação mais eficazes (HAWERROTH *et al.*, 2009).

Na segunda safra, a brotação de gemas apicais com a utilização de qualquer indutor de brotação, foi eficiente para o aumento efetivo do percentual de brotação, sem diferenças significativas entre os tratamentos, com exceção da primeira avaliação, aos 25 dias após a aplicação, para a cv. Gala Real II, em que somente o tratamento padrão com óleo mineral e cianamida hidrogenada aumentou significativamente a brotação.

De maneira geral, nos dois ciclos, o tratamento testemunha apresentou os maiores valores de comprimento de ramos e área média de folhas, enquanto que o tratamento óleo mineral e cianamida hidrogenada proporcionou menores valores. Fica evidente maior vigor das plantas (ramos mais compridos e folhas maiores) decorrente do menor percentual de brotação das gemas (Tabelas 2 e 3).

No ciclo 2013/2014, não foram encontradas diferenças significativas para o comprimento dos ramos entre o tratamento da mistura óleo mineral e cianamida hidrogenada e aqueles com utilização de óleos na cv. Gala Real II, enquanto que para a cv. Fuji Suprema somente o tratamento óleo mineral e óleo vegetal de soja não diferiu deste tratamento (Tabela 2). De maneira geral, os tratamentos com diferentes composições de óleos não diferiram entre si para a característica área média de folhas, apresentando valores intermediários entre o tratamento testemunha e o tratamento com óleo mineral e cianamida hidrogenada.

No segundo ciclo (2014/2015), os tratamentos com óleos vegetais e mineral acarretaram em valores

intermediários para estas características em ambas as cultivares (Tabela 3). Nesta safra, as maiores concentrações de óleo vegetal resultaram em uma área média das folhas 14,1% menor em relação às menores concentrações.

Sabe-se que o crescimento de espécies frutíferas como a macieira é influenciado por fenômenos de competição por fotoassimilados entre as diferentes estruturas da planta, e o excessivo crescimento vegetativo pode prejudicar a formação de gemas florais e frutos (RUFATO *et al.*, 2012). Logo, o controle deste crescimento pode aumentar a capacidade produtiva das plantas (HAWERROTH *et al.*, 2012). Como foi verificado neste experimento, uma forma de acarretar o maior desenvolvimento de brotos curtos (brindilas) pode ser atingindo conseguindo um maior percentual de gemas brotadas na planta, melhorando assim as condições para a diferenciação de gemas floríferas nos ramos. Além disto, Madail, Herter e Leite (2012) citam que este tipo de estrutura origina maior área foliar na planta, maior frutificação efetiva, maior número de flores por cacho e cachos na estrutura, o que acarreta em mais frutos e frutos de melhor qualidade.

Apesar de a dormência de plantas de clima temperado ser extensivamente estudada, o conhecimento dos mecanismos fisiológicos envolvidos neste processo ainda são limitados (CAMPOY; RUIZ; EGEEA, 2011; OLSEN, 2006). Uma das hipóteses é que este mecanismo seja regulado pela alteração da atividade da enzima catalase (PÉREZ; LIRA, 2005).

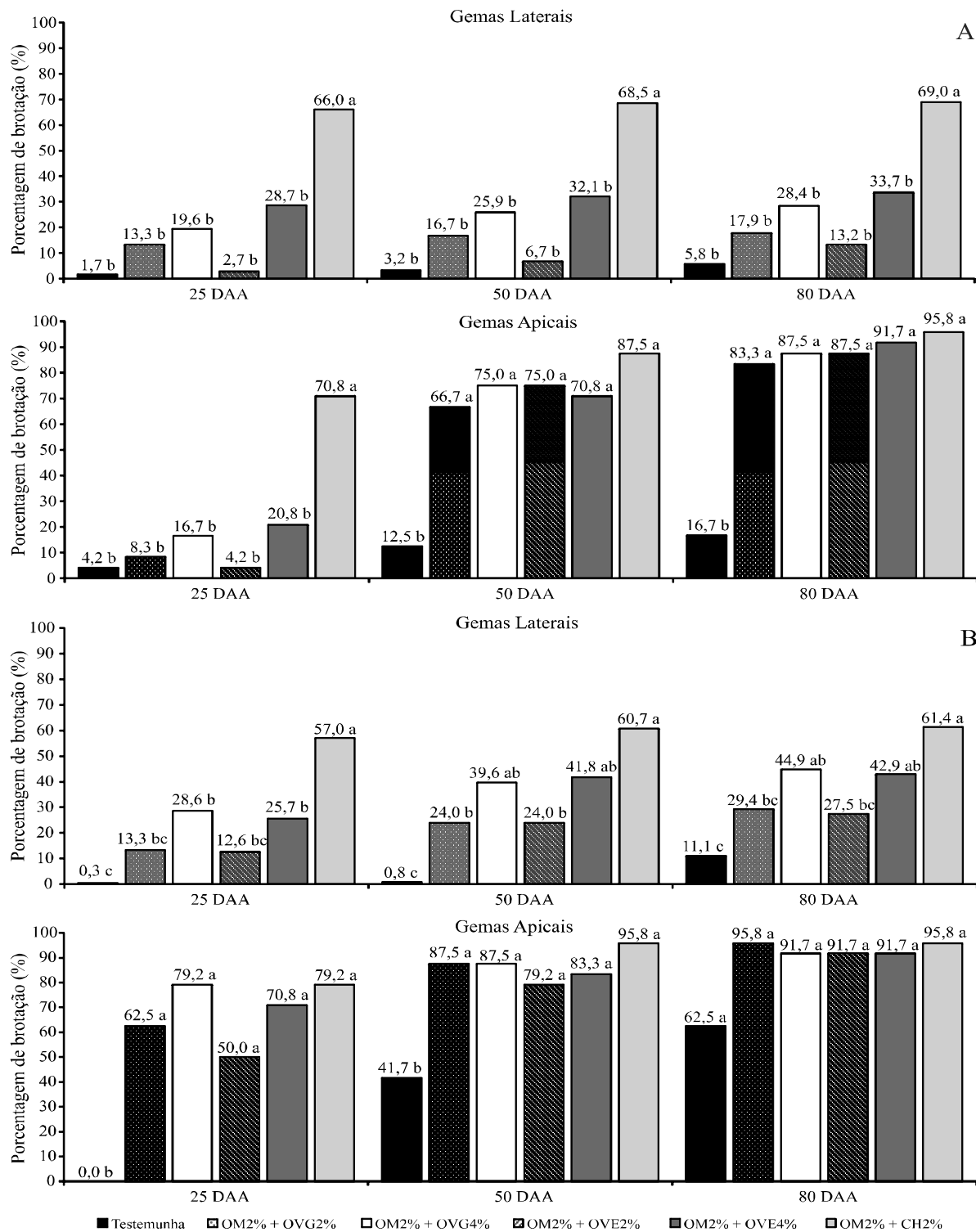
Neste experimento, a atividade da enzima catalase nas gemas de macieira diminuiu 24 h após a aplicação de óleo mineral e cianamida hidrogenada, nos dois ciclos. No primeiro ciclo (2013/2014), a redução foi de 48,4% e 48,5% (Tabela 2), enquanto que no ciclo seguinte (2014/2015), foi de 38,9% e 55,3%, em relação à testemunha, para as cvs. Gala Real II e Fuji Suprema, respectivamente (Tabela 3). Na cv. Gala Real II, os tratamentos somente com óleo mineral ou em mistura com óleo vegetal de soja, apresentaram redução em menor magnitude no ciclo 2013/2014 e não se diferiram do tratamento com óleo mineral e cianamida hidrogenada, nem da testemunha, que apresentou a maior atividade enzimática.

Corroborando com estes dados, Mohamed *et al.* (2012) verificaram que a aplicação de cianamida hidrogenada tem um efeito inibitório na atividade da catalase, efeito este que desencadeia o processo de estresse oxidativo para a liberação da dormência. Possivelmente, este efeito está associado a aumentos transitórios nos níveis de  $H_2O_2$ , substância associada com o início do processo de transdução de sinais que resultaria no fim da endodormência e iniciaria a brotação das gemas (PÉREZ; LIRA, 2005; PINTO *et al.*, 2007). Vergara e Pérez (2010)

constataram ainda que a ativação destas vias metabólicas, pelo frio ou pela aplicação de cianamida hidrogenada,

estão associadas a expressão de genes que desencadeiam o processo de liberação da dormência.

**Figura 2** - Porcentagem de brotação de gemas laterais e apicais aos 25, 50 e 80 dias após a aplicação (DAA) de diferentes tratamentos para indução da brotação de gemas de macieiras cvs. Gala Real II (A) e Fuji Suprema (B), 2014. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste SNK, à 5% de probabilidade



**Tabela 2** - Comprimento dos ramos (cm), área média de folhas (cm<sup>2</sup>) e atividade da enzima catalase em gemas (μmol min<sup>-1</sup> mg proteína<sup>-1</sup>) de macieiras das cvs. Gala Real II e Fuji Suprema, tratadas com diferentes tratamentos para indução da brotação de gemas, 2013

Tratamentos	cv. Gala Real II			cv. Fuji Suprema		
	Comprimento dos ramos	Área média de folhas	Atividade da catalase	Comprimento dos ramos	Área média de folhas	Atividade da catalase
Testemunha	52,6 a	47,1 a	0,67 a	33,1 b	36,4 ab	0,92 a
Detergente 2%	55,6 a	45,5 a	0,66 a	38,8 a	37,6 a	0,92 a
OM*	36,1 ab	38,0 b	0,49 ab	33,4 b	33,3 bc	0,79 a
OM* + OVS 2%	35,8 ab	37,3 b	0,46 ab	24,5 cd	32,0 c	0,79 a
OM* + OVE 2%	35,9 ab	37,7 b	0,62 a	28,0 c	31,4 c	0,71 a
OM* + CH 2%	24,6 b	29,4 c	0,32 b	21,7 d	24,2 d	0,44 b
Média	40,10	39,18	0,54	29,90	32,49	0,76
CV (%)	23,17	7,66	26,08	8,70	6,81	16,57

\*Concentração de OM de 4% para cv. Gala Real II e 2% para Fuji Suprema. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste SNK a 5% de probabilidade

**Tabela 3** - Comprimento dos ramos (cm), área média de folhas (cm<sup>2</sup>) e atividade da enzima catalase em gemas (μmol min<sup>-1</sup> mg proteína<sup>-1</sup>) de macieiras das cvs. Gala Real II e Fuji Suprema, tratadas com diferentes tratamentos para indução da brotação de gemas, 2014

Tratamentos	cv. Gala Real II			cv. Fuji Suprema		
	Comprimento de ramos	Área média de folhas	Atividade da catalase	Comprimento de ramos	Área média de folhas	Atividade da catalase
Testemunha	57,6 a	47,0 a	1,76 a	33,2 a	36,7 a	1,97 a
OM* + OVG 2%	30,5 b	33,3 bc	1,67 a	34,8 a	33,0 ab	1,53 a
OM* + OVG 4%	27,4 b	29,1 c	1,57 a	25,1 ab	27,7 b	1,70 a
OM* + OVE 2%	32,1 b	36,8 b	1,75 a	29,3 ab	33,1 ab	1,58 a
OM* + OVE 4%	24,1 b	31,0 c	1,77 a	29,3 ab	29,4 b	1,55 a
OM* + CH 2%	16,2 c	19,3 d	1,04 b	19,8b	19,4 c	0,88 b
Média	31,30	32,74	1,59	28,56	29,87	1,54
CV (%)	15,52	9,69	18,76	20,13	9,80	14,83

\*Concentração de OM de 4% para cv. Gala Real II e 2% para Fuji Suprema. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste SNK a 5% de probabilidade

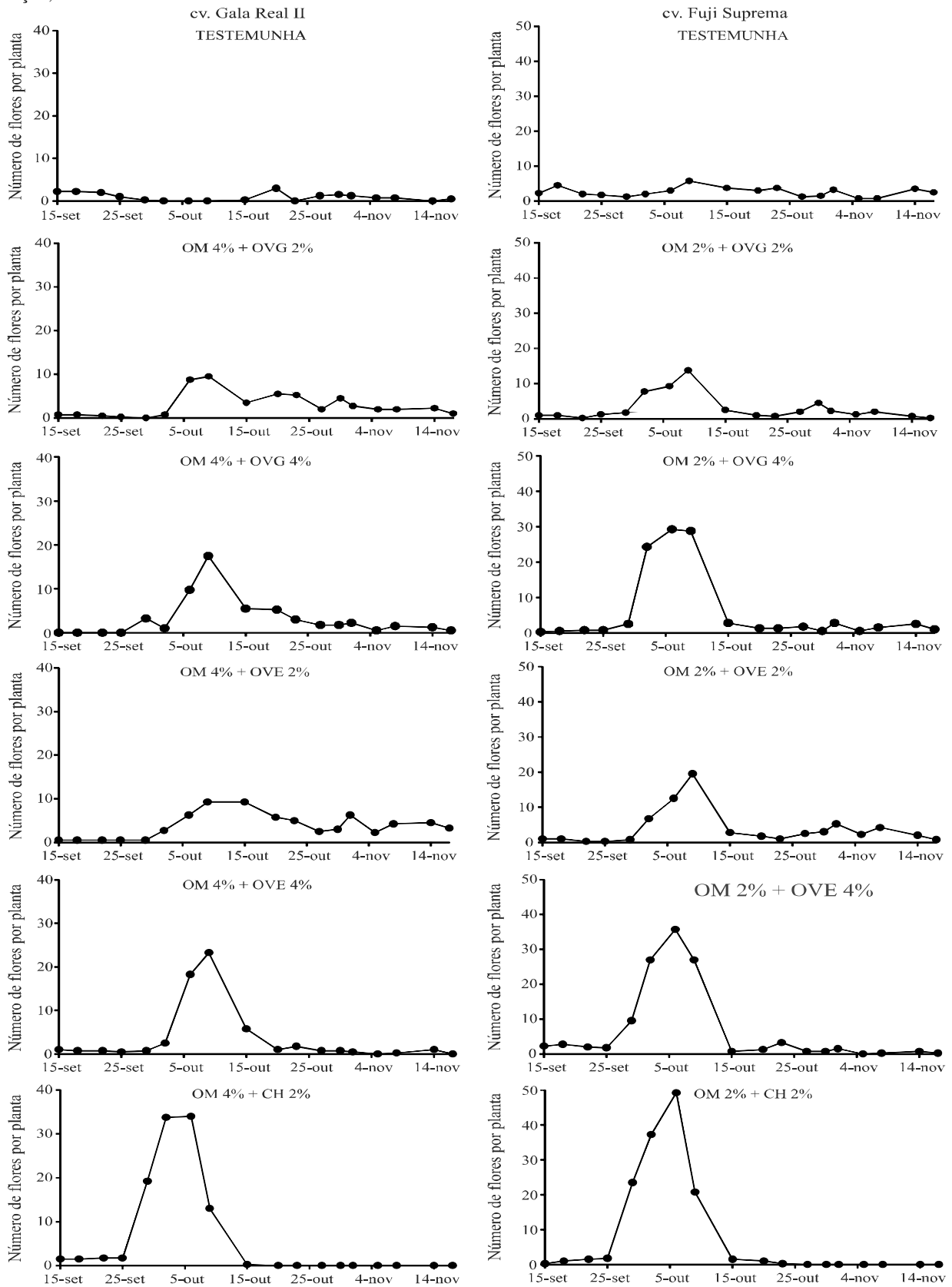
Acredita-se que o efeito do óleo mineral está relacionado com uma interferência no processo respiratório, com a criação de condições anaeróbicas nas gemas (efeito de Pasteur) (EREZ; COUVILLON; KAYS, 1980). Pelos resultados encontrados é provável que os óleos vegetais atuem no mesmo mecanismo, considerando a baixa relação entre brotação e atividade enzimática.

A atividade da enzima peroxidase do guaiacol não foi alterada pelos diferentes tratamentos. Em média, foi encontrada uma atividade de 0,46 e 0,98 abs min<sup>-1</sup> mg<sup>-1</sup> proteína para a cv. Gala Real II e 0,69 e 1,20 abs min<sup>-1</sup> mg<sup>-1</sup>

proteína para a cv. Fuji Suprema, nos ciclos 2013/2014 e 2014/2015, respectivamente (dados não apresentados).

Na Figura 3 é apresentada a evolução semanal do número de flores por planta em macieiras tratadas com os diferentes tratamentos para indução de brotação. Para estas avaliações verificou-se maior concentração e antecipação da floração com os tratamentos mais efetivos para brotação. Por outro lado, as plantas do tratamento testemunha apresentaram uma floração esparsa, com baixo número de flores abertas. Normalmente, macieiras cultivadas em condições de inverno ameno, onde as exigências de frio não são totalmente satisfeitas,

**Figura 3** - Número de flores em macieiras das cvs. Gala Real II e Fuji Suprema, após diferentes tratamentos para indução da brotação, 2014





podem apresentar grande variabilidade no período da floração, causando falhas de polinização, principalmente por problemas relacionados a não-sincronização do florescimento entre cultivares, afetando assim a produção de frutos (HAWERROTH *et al.*, 2009; PETRI *et al.*, 2012).

O pico da floração, caracterizado pelo momento em que as plantas apresentaram maior quantidade de flores entre os estádios botão rosado e flor aberta, atingiu diferentes valores e datas entre os tratamentos, para ambas as cultivares. De forma geral, este pico foi maior e mais precoce para o tratamento óleo mineral e cianamida hidrogenada, seguido das plantas que receberam óleo mineral em mistura com as maiores concentrações de óleo vegetal emulsionável ou de girassol, e posteriormente das menores concentrações. No tratamento testemunha não houve um pico de floração.

Outro fator observado foi que a utilização de indutores de brotação reduziu o período de floração, sendo esta uma característica de plantas que recebem indutores de brotação em regiões com baixo acúmulo de frio hibernar (EL-YAZAL; RADY, 2012; HERNÁNDEZ; CRAIG, 2011). Petri *et al.* (2014) afirmam que a eficiência dos compostos na indução da brotação pode ser medida em termos do seu efeito sobre a duração da floração; por conseguinte, os tratamentos mais eficazes são aqueles com menor período de floração.

A florada das plantas que receberam o tratamento de óleo mineral e cianamida hidrogenada apresentou uma duração de aproximadamente 20 dias, com início em 25 de setembro e fim em 15 de outubro, para as duas cultivares. Na cv. Fuji Suprema, os tratamentos com óleo mineral e as maiores concentrações de óleo vegetal apresentaram uma duração da florada semelhante ao tratamento padrão, sendo este um indicativo de boa resposta ao uso destes produtos nesta cultivar. Para os demais tratamentos de indução da brotação, o início da florada foi postergado e sua duração foi maior.

Além do efeito do indutor na brotação de gemas floríferas, sabe-se que a frutificação efetiva pode ser influenciada pelas condições climáticas, que afetam a atividade de polinizadores e a viabilidade do pólen. As principais condições ambientais que interferem neste período são a precipitação, a umidade relativa do ar, a velocidade do vento e a temperatura (RAMÍREZ; DAVENPORT, 2013). Neste experimento, a partir de 25 de setembro, quando efetivamente iniciou a floração das macieiras, verificaram-se dois momentos críticos, considerados desfavoráveis aos processos de polinização e fecundação: entre 24/09 a 01/10: devido à precipitação

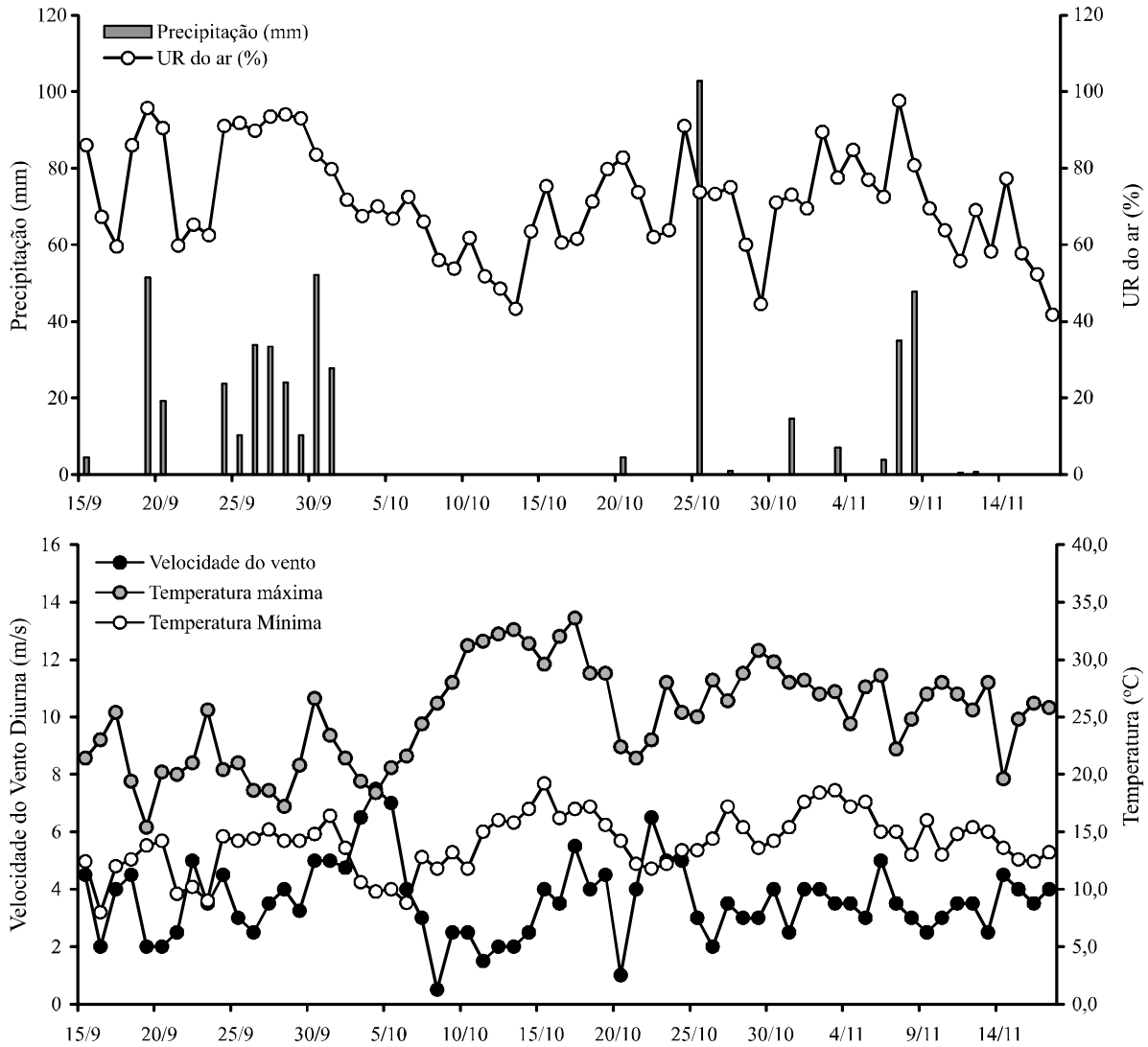
pluviométrica; e entre 09/10 a 19/10, devido às altas temperaturas registradas (Figura 4). É provável que o primeiro período citado tenha prejudicado a polinização dos tratamentos que reduziram e anteciparam o período de floração.

O número de frutos por planta e a produtividade estimada foram influenciados pela aplicação dos diferentes tratamentos, enquanto que a massa média de frutos não foi alterada (Tabela 4).

Na cv. Gala Real II, o tratamento óleo mineral e cianamida hidrogenada proporcionou o maior número de frutos por planta e produtividade estimada. Nesta cultivar os tratamentos com óleo mineral e óleos vegetais não aumentaram significativamente o percentual de gemas laterais brotadas, sendo que a vantagem de maior número de gemas floríferas abertas e da sincronia com a cultivar polinizadora foram fatores preponderantes no aumento do número de frutos por planta pelo tratamento padrão, assim como observado por Hawerth *et al.* (2009). Verificou-se também que plantas pulverizadas com óleo mineral e as menores concentrações de óleos vegetais, independente da fonte, apresentaram valores intermediários nas características produtivas, diferindo estatisticamente da testemunha que obteve o menor número de frutos. É possível que as condições climáticas ocorridas na época da florada, tenham originado uma vantagem destes tratamentos em comparação às misturas com maiores concentrações de óleo vegetal, isto porque houve uma condição de escape na abertura de flores destes tratamentos (Figura 4).

Para a cv. Fuji Suprema somente o tratamento com óleo mineral e óleo vegetal emulsionável na maior concentração proporcionou aumentos significativos de número de frutos por planta e de produtividade estimada. Os resultados significativamente inferiores verificados para o tratamento de óleo mineral e cianamida hidrogenada pode estar relacionado a uma correlação negativa entre a brotação e a frutificação (EREZ *et al.*, 2000) e/ou ao efeito tóxico do acúmulo de peróxido de hidrogênio em gemas floríferas, ocasionado pela diminuição da atividade da catalase (CITADIN *et al.*, 2006; PÉREZ; LIRA, 2005), fatores estes que podem levar à diminuição da frutificação efetiva.

Apesar de terem sido avaliados em poucos anos, verifica-se que há um potencial para o uso da mistura de óleo mineral e óleo vegetal na indução da brotação. Somada a eficácia, questões como o baixo custo, a baixa periculosidade ao homem e ao meio ambiente devem ser levadas em consideração para seu estudo e utilização. Além disso, definição das concentrações a serem aplicadas e do momento correto de aplicação podem melhorar os resultados obtidos.

**Figura 4** - Dados meteorológicos durante o período de floração das macieiras, 2014**Tabela 4** - Número de frutos por planta, massa média de frutos (g) e produtividade estimada ( $Mg\ ha^{-1}$ ) de macieiras cv. Gala Real II e Fuji Suprema, tratadas com diferentes produtos para indução da brotação de gemas, 2015

Tratamentos	cv. Gala Real II			cv. Fuji Suprema		
	Número de frutos por planta	Massa média de frutos	Produtividade estimada	Número de frutos por planta	Massa média de frutos	Produtividade estimada
Testemunha	1,75 c	62,0 <sup>ns</sup>	0,273 c	5,00 b	58,9 <sup>ns</sup>	0,725 b
OM* + OVG 2%	12,50 b	58,1	1,890 b	9,50 b	60,8	1,445 b
OM* + OVG 4%	4,25 c	58,0	0,625 c	9,00 b	56,9	1,283 b
OM* + OVE 2%	12,75 b	61,4	1,950 b	11,00 b	56,1	1,540 b
OM* + OVE 4%	6,75 bc	66,9	1,128 bc	28,25 a	65,9	4,663 a
OM* + CH 2%	18,75 a	65,7	3,093 a	12,50 b	59,5	1,838 b
Média	9,46	62,01	1,493	12,54	59,70	1,915
CV (%)	34,88	14,06	39,68	36,34	12,17	43,09

\*Concentração de OM de 4% para cv. Gala Real II e 2% para Fuji Suprema. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste SNK a 5% de probabilidade

## CONCLUSÕES

1. Em macieiras cv. Fuji Suprema, a aplicação da mistura de óleo mineral 2% e óleo vegetal emulsionável 4% aumenta a brotação de gemas, reduz o vigor das plantas, concentra e antecipa a florada e aumenta o número de frutos por planta e a produtividade;
2. Amistura de óleo mineral e vegetal tem menor eficiência para indução da brotação de macieiras cv. Gala Real II, quando comparada ao óleo mineral e cianamida hidrogenada;
3. A indução da brotação com a aplicação de óleo vegetal e mineral não altera a atividade da enzima catalase e nenhum dos produtos testados altera a atividade da enzima peroxidase do guaiacol, 24 horas após a aplicação.

## AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos ao primeiro autor.

## REFERÊNCIAS

- CAMPOY, J. A.; RUIZ, D.; EGEE, J. Dormancy in temperate fruit trees in a global warming context: a review. **Scientia Horticulturae**, v. 130, n. 2, p. 357-372, 2011.
- CAVIGLIONE, J. H. *et al.* **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2000. CD-ROM.
- CHARIANI, K.; STEBBINS, R. L. Chilling requirements of apples and pear cultivars. **Fruit Varieties Journal**, v. 48, n. 4, p. 215-222, 1994.
- CITADIN, I. *et al.* Uso de cianamida hidrogenada e óleo mineral na floração, brotação e produção do pessegueiro 'Chiripá'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 1, p. 32-35, 2006.
- CRUZ JÚNIOR, A. O.; AYUB, R. A. Quebra de dormência de gemas de macieira cv. Eva tratadas com cianamida hidrogenada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 2, p. 576-578, 2002.
- EL-AGAMY, S. Z. *et al.* Effect of GA3, hydrogen cyanamid and decapitation on bud break and flowering of two apple cultivars under the warm climate of southern Egypt. **Acta Horticulturae**, v. 565, n. 1, p. 109-114, 2001.
- EL-YAZAL, M. A. S.; RADY, M. M. Changes in nitrogen and polyamines during breaking bud dormancy in "Anna" apple trees with foliar application of some compounds. **Scientia Horticulturae**, v. 136, n. 1, p. 75-80, 2012.
- EREZ, A. Bud dormancy: phenomenon, problems and solutions in the tropics and subtropics. In: EREZ, A. **Temperate fruit crops in warm climates**. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2000. cap. 1, p. 17-48.
- EREZ, A.; COUVILLON, G. A.; KAYS, S. J. The effect of oxygen concentration on the release of peach leaf buds from rest. **HortScience**, v. 15, n. 1, p. 39-41, 1980.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- GÓTH, L. A simple method for determination of serum catalase activity and revision of reference range. **Clinica Chimica Acta**, v. 196, n. 2/3, p. 143-151, 1991.
- HAWERROTH, F. J. *et al.* Fenologia, brotação de gemas e produção de frutos de macieira em resposta à aplicação de cianamida hidrogenada e óleo mineral. **Bragantia**, v. 68, n. 4, p. 961-971, 2009.
- HAWERROTH, F. J. *et al.* Redução da poda hiberna e aumento da produção de pereiras 'Hosui' pelo uso de prohexadiona cálcio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 7, p. 939-947, 2012.
- HAWERROTH, F. J.; PETRI, J. L.; LEITE, G. B. Cianamida hidrogenada, óleos mineral e vegetal na brotação de gemas e produção de macieiras 'Royal Gala'. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, p. 1145-1154, 2010. Suplemento 1.
- 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.
- IUCHI, V. L. *et al.* Quebra da dormência da macieira (*Malus domestica* borkh) em São Joaquim-SC. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 1, p. 168-174, 2002.
- LUSSO, M. F. G.; PASCHOLATI, S. F. Activity and isoenzymatic pattern of soluble peroxidases in maize tissues after mechanical injury or fungal inoculation. **Summa Phytopathologica**, v. 25, n. 3, p. 244-249, 1999.
- MADAIL, R. H.; HERTER, F. G.; LEITE, G. B. Influência das estruturas florais e qualidade da gema floral na produtividade e formato do fruto em diferentes cultivares de macieira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 3, p. 686-694, 2012.
- MOHAMED, H. B. Effects of hydrogen cyanamide on antioxidant enzymes' activity, proline and polyamine contents during bud dormancy release in Superior Seedless grapevine buds. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 34, n. 2, p. 429-437, 2012.
- OLSEN, J. E. Mechanisms of dormancy regulation. **Acta Horticulturae**, v. 727, n. 1, p. 157-166, 2006.
- PÉREZ, F. J.; LIRA, W. Possible role of catalase in post-dormancy bud break in grapevines. **Journal of Plant Physiology**, v. 162, n. 3, p. 301-308, 2005.
- PETRI, J. L. *et al.* Apple phenology in subtropical climate conditions, phenology and climate change. In: ZHANG, X. **Phenology and climate change**. Rijeka: InTech, 2012. cap. 11, p. 195-216.
- PETRI, J. L. *et al.* Avanços na cultura da macieira no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, p. 48-56, 2011. Volume especial.

PETRI, J. L. *et al.* Chemical induction of budbreak: new generation products to replace hydrogen cyanamide. **Acta Horticulturae**, v. 1042, n. 1, p. 159-166, 2014.

PETRI, J. L.; PALLADINI, L. A.; POLA, A. C. Dormência e indução a brotação em macieira. *In*: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis: Pallotti, 2006. cap. 8, p. 261-297.

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

RAMÍREZ, F.; DAVENPORT, T. L. Apple pollination: a review. **Scientia Horticulturae**, v. 162, n. 23, p. 188-203, 2013.

RUFATO, L. *et al.* Intensidade e épocas de poda verde em pereira 'Abate Fetel' sobre dois porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 2, p. 475-481, 2012.

TOMÁNKOVÁ, K. *et al.* Biochemical aspects of reactive oxygen species formation in the interaction between *Lycopersicon* spp. and *Oidium neolycopersici*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 68, n. 1, p. 22-32, 2006.

VERGARA, R.; PÉREZ, F. J. Similarities between natural and chemically induced bud-endodormancy release in grapevine *Vitis vinifera* L. **Scientia Horticulturae**, v. 125, n. 1, p. 648-653, 2010.