

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE, UNICENTRO-PR

**QUEBRA DE DORMÊNCIA DE MACIEIRAS COM USO DE
ALHO EM GUARAPUAVA-PR**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

GISELE PAULINE GARBELINI PERUSSI

GUARAPUAVA-PR

2009

GISELE PAULINE GARBELINI PERUSSI

**QUEBRA DE DORMÊNCIA DE MACIEIRAS COM USO DE ALHO EM GUARAPUAVA-
PR**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Renato Vasconcelos Botelho

Orientador

Dr. Erasmo José Paioli Pires

Co-Orientador

GUARAPUAVA-PR

2009

GISELE PAULINE GARBELINI PERUSSI

**QUEBRA DE DORMÊNCIA DE MACIEIRAS COM USO DE ALHO EM GUARAPUAVA-
PR**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 27 de fevereiro de 2009

Prof. Dr. Juliano Tadeu Vilela de Resende – UNICENTRO

Prof. Dr. Luiz Antônio Biasi – UFPR

Prof. Dr. Renato Vasconcelos Botelho

Orientador

Dr. Erasmo José Paioli Pires

Co-Orientador

GUARAPUAVA-PR

2009

Dedico

A Walderez Terezinha Garbelini, por todo o incentivo, amor e paciência. Sempre me fazendo acreditar que tudo daria certo.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a DEUS, pela oportunidade de me conceder a vida com muita saúde, e de realizar mais uma etapa importante de minha vida.

A minha mãe que sempre acreditou na minha capacidade e que me deu a maior “herança”: a formação acadêmica.

Aos meus avós, Ana Andriotti Garbelini e Osvaldo Garbelini, pelos conselhos, admiração e pelo amor que sempre tiveram.

Ao Professor Dr. Renato Vasconcelos Botelho, pela oportunidade de realizar o mestrado e por toda a orientação concedida. Sempre disposto em me ajudar.

Ao Professor Dr. Luiz Antônio Biasi, por suas competentes sugestões que melhoram o conteúdo deste trabalho.

Ao Professor Dr. Juliano Tadeu Vilela de Rezende, pela importante colaboração para o desenvolvimento desta dissertação.

Ao Dr. Erasmo José Paioli Pires, pela colaboração para o desenvolvimento desta dissertação.

À Fundação ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Paraná (FUNDAÇÃO ARAUCÁRIA) pela concessão da bolsa.

Aos amigos Edinei Rickli, Alexandre Pozzobom Pavanello e Marcelo Rondon Bezerra, que me apoiaram para a realização desta dissertação.

Aos amigos Marcus Wagner e Suellen Cordova, sempre pela atenção, carinho e principalmente pela experiência de compartilhar dois anos juntos sempre com muita tolerância e amizade.

Enfim, agradeço a todos que estiveram ao meu lado.

SUMÁRIO

Lista de Símbolos e Abreviaturas	i
Lista de Figuras	ii
Lista de Tabelas	iii
Resumo	iv
Abstract	v
1. Introdução	1
2. Objetivos	3
3. Referencial Teórico	4
3.1. Dormência	4
3.1.1. Dormência em macieiras	5
3.2. Fisiologia da dormência	6
3.3. Tratamentos para a quebra da dormência	8
3.4. Produtos alternativos para a superação da dormência.....	9
3.5. Quebra do dormência com extrato de alho.....	10
3.6. Importância do frio.....	12
3.7. Cultivares.....	14
3.7.1. ‘Gala’	14
3.7.2. ‘Fuji’	15
4. Materiais e Métodos	16
4.1. Quebra da dormência de macieiras em pomar comercial	16
4.1.1. Local do experimento	16
4.1.2. Material experimental	16
4.1.2.1. Manejo do pomar.....	17
4.1.3. Avaliações	17
4.1.3.1. Porcentagem de brotações.....	17
4.1.3.2. Número de frutos por planta.....	17
4.1.3.3. Produção por planta.....	17
4.1.3.4. Massa média dos frutos	17
4.1.3.5. Teor de sólidos solúveis totais.....	17
4.1.3.6. Acidez total titulável	17
4.1.3.7. Firmeza da polpa	17
4.1.4. Análises estatísticas	18
4.2. Quebra da dormência de mini-estacas de macieiras em laboratório	18
4.2.1. Local do experimento	18
4.2.2. Material experimental	18
4.2.3. Avaliações	19
4.2.3.1. Porcentagem de brotação	19
4.3.4. Análises estatísticas	19
5. Resultados e Discussão	20
5.1. Cultivar Fuji Kiku	20
5.2. Cultivar Gala Broosfield	26
5.3. Cultivar Castel Gala	32

6. Conclusão	35
7. Referências Bibliográficas.....	36

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

<i>(*)</i>	Significativo a 5% de propabilidade de confiança
<i>(AA)</i>	Álcool alílico
<i>(ABA)</i>	Ácido abscísico
<i>(ACC)</i>	1-aminocyclopropano-1-carbônico
<i>(AN)</i>	Alho Natural
<i>(ATP)</i>	Adenosina-tri-fosfato
<i>(ATT)</i>	Acidez total titulável
<i>(Ba)</i>	Benziladenina
<i>(BA)</i>	Bioalho®
<i>(CaCN₂)</i>	Calciocianamida
<i>(CH)</i>	Cianamida hidrogenada (Dormex™)
<i>(C₂H₄)</i>	Etileno
<i>(DAA)</i>	Dias após a aplicação
<i>(APA)</i>	Agência de Proteção Ambiental
<i>(GSH)</i>	Glutathiona reduzida
<i>(GSH-Px)</i>	Glutathiona peroxidase
<i>(H₂CN₂)</i>	Cianamida Hidrogenada
<i>(H₂O₂)</i>	Peróxido de Hidrogênio
<i>(HCN)</i>	Ácido cianídrico
<i>(HF)</i>	Horas de Frio
<i>(OM)</i>	Óleo Mineral
<i>(NG)</i>	Natural Garlic
<i>(SNK)</i>	Student Newman- Keus
<i>(SOD)</i>	Superóxido dismutase
<i>(STT)</i>	Sólidos Solúveis Totais
<i>(T)</i>	Tratamento
<i>(TCA)</i>	Ácidos tricarbóxicos
<i>(UF)</i>	Unidades de Frio

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Porcentagem de brotação de gemas de macieiras ‘Fuji kiku’ submetidas a diferentes tratamentos para quebra de dormência (Guarapuava-PR, 2007).....	21
Figura 2. Precipitação diária no período de avaliação da brotação das gemas de macieiras ‘Fuji Kiku’ e ‘Gala Brookfield’ submetidas a diferentes tratamentos para a quebra de dormência, (Guarapuava-PR, 2007).....	22
Figura 3. Número de frutos por planta em macieiras ‘Fuji Kiku’ submetidas a diferentes tratamentos, (Guarapuava- PR, 2008).....	22
Figura 4. Produtividade em macieiras ‘Fuji Kiku’ submetidos a diferentes tratamentos para a quebra de dormência, (Guarapuava-PR, 2008).....	23
Figura 5. Massa dos frutos (g) de macieiras ‘Fuji kiku’ submetidos a diferentes tratamentos para quebra de dormência, (Guarapuava-PR, 2008).....	24
Figura 6. Firmeza da polpa (kg pol^{-2}) de frutos macieiras ‘Fuji Kiku’ submetidos a diferentes tratamentos para quebra de dormência, (Guarapuava-PR, 2008).....	25
Figura 7. Teor de sólidos solúveis totais de frutos de macieiras ‘Fuji kiku’ submetidas a diferentes tratamentos para quebra de dormência (Guarapuava-PR, 2008).....	25
Figura 8. Acidez total titulável em porcentagem de ácido málico de frutos de macieira ‘Fuji kiku’ submetidas a diferentes tratamentos para quebra de dormência (Guarapuava-PR, 2008).....	26
Figura 9. Porcentagem de brotação de gemas de macieira ‘Gala Brookfield’ após diferentes tratamentos para quebra de dormência (Guarapuava-PR, 2007).....	27
Figura 10. Número de frutos por planta de macieiras ‘Gala Brookfield’ submetidas a diferentes tratamentos para a quebra de dormência (Guarapuava-PR, 2008).....	28
Figura 11. A - Gemas floríferas da cultivar Gala Brookfield e B- Gemas floríferas da cultivar Fuji kiku, (19/10/2007) submetidas a diferentes tratamentos para a quebra de dormência (Guarapuava-PR, 2007).....	28
Figura 12. Produtividade (t ha^{-1}) de macieiras ‘Gala Brookfield’ submetidas à diferentes tratamentos para quebra de dormência (Guarapuava- PR, 2008).....	29
Figura 13. Massa de frutos (g) de macieiras ‘Gala Brookfield’ submetidos à diferentes tratamento para quebra de dormência (Guarapuava-PR, 2008).....	29
Figura 14. Firmeza da polpa (kg pol^{-2}) de frutos de macieiras ‘Gala Brookfield’ submetidas à diferentes tratamentos para a quebra de dormência, (Guarapuava-PR,	

2008).....	30
Figura 15. Teor de sólidos solúveis totais de frutos de macieiras ‘Gala Brookfield’ submetidas à diferentes tratamentos para a quebra de dormência, (Guarapuava-PR, 2008).....	31
Figura 16. Acidez total titulável em porcentagem de ácido málico de frutos de macieira ‘Gala Brookfield’ submetidas a diferentes tratamentos para quebra de dormência, (Guarapuava- PR, 2008).....	31
Figura 17. Porcentagem de brotação de gemas de macieira ‘Castel Gala’ tratadas com diferentes produtos para a quebra da dormência, (Guarapuava- PR, 2008)	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Comparação do custo de aplicação com as doses superiores dos tratamentos com Dormex®, Bioalho®, Óleo mineral e alho natural para 1 ha de macieiras.....	32
Tabela 2. Comparação do custo de aplicação dos melhores tratamentos para a quebra de dormência em pomar comercial com o Dormex® para 1 ha de macieiras.....	34

RESUMO

Gisele Pauline Garbelini Perussi. Quebra de dormência de macieiras com uso de alho em Guarapuava-PR

O uso de produtos químicos para a quebra de dormência em fruteiras de clima temperado vem trazendo grande preocupação devido à toxicidade em seres humanos. A cianamida hidrogenada, produto comercial Dormex® é a única molécula registrada no ministério da agricultura para a quebra de dormência em frutíferas de clima temperado é altamente tóxico para o organismo humano. Este trabalho teve como objetivo principal avaliar o efeito do alho na quebra de dormência de macieiras. O experimento foi instalado em pomar comercial de macieiras 'Fuji Kiku' e 'Gala Brookfield', e os seguintes produtos comerciais foram utilizados como tratamentos em diferentes concentrações, Óleo Mineral(OM)- Assist®, Bioalho® (BA), cianamida hidrogenada (CN)- Dormex®. Utilizou-se também o alho natural (AN) como tratamento. O experimento também foi instalado em laboratório, no qual foram montadas placas de espuma fenólica com 20 mini-estacas de uma gema. Foram aplicados os seguintes tratamentos com diferentes concentrações: óleo mineral (Assist®), extrato de alho (Bioalho®) e alho natural. O delineamento experimental para o experimento em campo foi em blocos casualizados com 4 repetições, para o experimento em laboratório foi o delineamento inteiramente casualizado. Para porcentagem de brotação, realizou-se análise de regressão polinomial, para as variáveis produtividade em $t\ ha^{-1}$, massa (g), número de frutos por planta, firmeza da polpa, teor de sólidos solúveis totais (SST) e acidez total titulável. Aplicou-se o teste de Student Newman- Keuls (SNK), em nível de 5% de probabilidade de confiança. O melhor tratamento para porcentagem de brotação para todas as cultivar foi BA 5mL L^{-1} + OM 30mL L^{-1} , para as variáveis número de frutos por planta e produtividade em $t\ ha^{-1}$ para a cultivar Fuji Kiku, sendo que a testemunha diferenciou-se de todos os tratamentos, obtendo os menores resultados. Para a variável peso de frutos na cultivar Fuji Kiku o melhor tratamento foi BA 5mL L^{-1} + OM 30mL L^{-1} , já para a cultivar Gala Brooskfield o melhor tratamento foi AN 5mL L^{-1} + OM 30mL L^{-1} , para a variável firmeza de polpa o tratamento CN 5mL L^{-1} + OM 20mL L^{-1} obteve o menor valor, diferindo-se estatisticamente dos demais. A deficiente brotação foi em virtude da falta de frio e da baixa precipitação pluviométrica logo após a aplicação dos tratamentos. Conclui-se que os tratamentos a base de alho se mostraram efetivos para a superação da dormência em macieiras.

Palavras-Chave: brotação, extrato de alho, maçãs, fruticultura de clima temperado

ABSTRACT

Gisele Pauline Garbelini Perussi. Break of dormancy of apple trees with the use of garlic in Guarapuava-PR

The use of chemicals to break dormancy in the fruit of temperate is bringing great concern due to toxicity in humans. The hydrogen cyanamide, commercial product Dormex® is the only molecule registered in the ministry of agriculture to the breaking of dormancy in the temperate fruit is highly toxic to the human body. This study aimed to evaluate the main effect of garlic on dormancy breaking of apple trees. The experiment was installed in commercial orchard trees of 'Fuji Kiku' and 'Gala Brookfield', and the following commercial products were used as treatments in different concentrations, Mineral Oil (MO) - Assist®, Bioalho® (BA), hydrogen cyanamide (CN) - Dormex®. We used also the natural garlic (NG) and treatment. The experiment was installed in the laboratory, which were mounted phenolic foam boards with 20 mini-cuttings of a gem. We applied the following treatments with different concentrations: mineral oil (Assist®), garlic extract (Bioalho®) and natural garlic. The experimental design for the experimental field was in randomized blocks with 4 replicates for the experiment in the laboratory was a completely randomized design. For percentage of sprouting was held polynomial regression analysis for productivity variables in t ha⁻¹, mass (g), number of fruits per plant, pulp firmness, total soluble solids (TSS) and titratable acidity. Was applied the test of Student-Newman Keuls (SNK), at 5% level of probability of confidence. The best treatment for percentage of sprouting for all cultivar was BA 5mL L⁻¹ + 30ml OM mL L⁻¹ for the variables number of fruits per plant and yield in t ha⁻¹ for the cultivar Fuji Kiku, and the control differed are all the treatments, achieving the lowest results. For the variable weight of the fruit cultivar Fuji Kiku BA was the best treatment 5mL L⁻¹ + OM 30ml L⁻¹, and for the cultivar Gala was the best treatment Brookfield NG 5mL L⁻¹ + OM 30mL L⁻¹ for variable firmness of the pulp treatment CN 5mL L⁻¹ + OM 20 mL L⁻¹ received the lowest value, is statistically different from the others. The shooting was poor because of lack of cold and low rainfall soon after treatment. It is concluded that the garlic-based treatments were effective in overcoming dormancy in trees.

Keywords: shooting, garlic extract, apples, fruit trees of temperate

1. INTRODUÇÃO

As fruteiras de clima temperado caracterizam-se pela queda das folhas no final do ciclo e a conseqüente entrada em dormência, que é um estado de inatividade fisiológica que permite a sobrevivência em condições de baixas temperaturas. Durante este período, a planta não demonstra crescimento, porém as atividades metabólicas continuam, embora reduzidas, o que lhe permite resistir, até mesmo, a temperaturas abaixo de zero graus Celcius. Para que estas plantas iniciem um novo ciclo de crescimento na primavera, é necessária a sua exposição a um determinado período de frio, variável para cada cultivar (PETRI et al.,1996).

A dormência em frutíferas de clima temperado tem sido bastante discutida devido à tendência do homem de cultivar espécies em zonas com condições climáticas limitantes para a adaptação. O frio é o principal agente responsável pela saída da dormência das plantas caducifólias, sendo que estas, quando cultivadas em regiões com insuficiência de frio hibernal, apresentam sintomas de falta de adaptação, como atraso de brotação e floração, longo período de floração e brotação deficiente, afetando drasticamente a produção (MARODIN et al., 1992).

A superação natural da dormência das espécies caducifólias envolve fatores internos, como o balanço dos promotores e inibidores de crescimento, e fatores externos, como a temperatura, o fotoperíodo e a radiação solar, entre outros. O acúmulo de frio durante o inverno é fundamental para que plantas dessas espécies possam brotar e florescer normalmente (MARODIN et al., 1992).

A prática da quebra de dormência é empregada em diversas frutíferas temperadas com o objetivo principal de estimular e uniformizar a brotação das gemas vegetativas e florais. A quebra artificial da dormência é resultado de uma série de fatores como concentração dos produtos, época de aplicação, volume da solução aplicado por planta, do somatório de horas de frio já acumuladas pela planta e do ingrediente ativo (PETRI et al., 1996).

A utilização de produtos químicos, que promovam e uniformizem a brotação e a floração, é prática comum na viabilização dos cultivos de frutíferas de clima temperado. Porém, nem sempre os resultados são satisfatórios, sobretudo em locais onde ocorre baixo acúmulo de frio. Com a proibição do uso dos sais de dinitro, a melhor opção para a superação artificial da dormência passou a ser a utilização de cianamida hidrogenada (H_2CN_2), associada ou não ao óleo mineral (OM).. (MARODIN et al., 1989)

A cianamida hidrogenada, por exemplo, é um produto altamente tóxico para o homem. No intuito de buscar uma solução para esse problema, substâncias naturais como o extrato de alho vêm sendo empregadas com resultados satisfatórios para a quebra da dormência de fruteiras de clima temperado. O alho possui supostamente componentes que inibem substâncias que atuam no

mecanismo antioxidante das células vegetais, levando a quebra da dormência de fruteiras de clima temperado. A produção sustentável vem se tornando foco nos últimos anos, e uma substância natural como o alho é uma alternativa para a quebra da dormência usado nesse sistema.

2. OBJETIVOS

2.1 Avaliar o efeito do extrato de alho e do produto comercial Bioalho® na quebra de dormência de macieiras em Guarapuava-PR.

2.2 Desenvolver uma tecnologia para quebra de dormência de macieiras mais compatível com sistemas sustentáveis de produção, tais como a produção integrada e a produção orgânica.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Dormência

Estando a planta em dormência, a ação contínua de baixas temperaturas por um determinado período levará a mesma à brotação. O período de dormência é uma condição fisiológica importante no comportamento das fruteiras de clima temperado. Desta maneira, as baixas temperaturas têm uma dupla função, a de iniciar e terminar a dormência, permitindo uma nova brotação (PETRI et al., 1996).

A dormência em gemas de árvores é governada por fatores do meio ambiente que afetam o nível de fitohormônios, os quais, por sua vez, controlam as mudanças metabólicas que promovem à quebra da dormência (LAVEE, 1973). Conforme Walker e Seeley (1973) deve ser aceita a hipótese de que o repouso das gemas de árvores frutíferas decíduas é regulado por um balanço entre promotores e inibidores de crescimento, que por sua vez é controlado por fatores genéticos e pelo ambiente.

A formação da planta, nos primeiros anos, é de importância fundamental para o sucesso de um empreendimento em fruticultura. Uma boa brotação das gemas que permita selecionar ramos bem formados e melhor distribuídos favorece a penetração de luz, que é de primordial necessidade. Uma melhor brotação das gemas laterais em plantas adultas vai permitir à planta uma melhor formação de órgãos de frutificação (PASQUAL e PETRI 1979; IUCHI et al., 1987; PETRI et al., 1996; IUCHI et al., 2002).

Dentre os métodos mais utilizados para a avaliação de dormência destacam-se os testes biológicos, os testes bioquímicos e a combinação desses (FEBVRE, 1981). Leite (2004) afirma que o teste biológico é o único que quantifica a intensidade de dormência. O teste de “estacas de único nó” ou “estaca de gema isolada” consiste na avaliação de brotação de gemas isoladas em fragmentos de ramo, que são submetidos a condições de temperatura e fotoperíodo favoráveis ao crescimento (MAUGET, 1983). Esse método tem sido utilizado sob dois critérios: 1) a porcentagem de gemas que brotam em um determinado período predeterminado, em geral 3 a 4 semanas, e; 2) avaliação do tempo necessário para que um determinado estágio de desenvolvimento seja atingido (DENNIS JR, 2003). Outra variação desse método é a utilização de estacas com mais de uma gema, das quais apenas a gema superior é mantida (CITADINI et al., 2002; PUTTI et al., 2003; CARVALHO e ZANETTE, 2004).

3.1.1. Dormência em macieira

A macieira é uma fruteira de clima temperado que se caracteriza pela queda das folhas no final do ciclo vegetativo e conseqüente entrada em dormência. Para que ocorra brotação e floração, as gemas necessitam ser submetidas por um determinado tempo a baixas temperaturas (SAMISH et al., 1967).

Para que a macieira inicie novo ciclo vegetativo na primavera, em condições naturais, é necessário que esta seja exposta a um período em que as temperaturas sejam inferiores a 7,2°C durante o inverno, sendo que este período é variável em função da cultivar (PETRI et al., 1996, ROBERTO et al., 2006). Durante o período de dormência, não deve haver grandes flutuações de temperatura, pois pode acarretar em maior necessidade de horas de frio ou induzir um período de dormência mais prolongado, com brotação e floração desuniformes e com grande parte das gemas permanecendo dormentes. Além disso, a saída de dormência está, também, relacionada a outros fatores, como o estado nutricional e o vigor da árvore (PETRI et al., 2002). A baixa temperatura é um fator ambiental de grande influência na dormência de gemas (CRABBÉ e BARNOLA, 1996), em especial, de macieira (PEREIRA et al., 2001).

Quando não é satisfeita a exigência em frio nas macieiras, muitas gemas vegetativas e floríferas permanecem dormentes, mesmo que as condições ambientais sejam favoráveis ao crescimento (PETRI et al., 1999).

As cultivares de macieira mais plantadas no sul do Brasil, Gala e Fuji, não têm suas exigências em frio plenamente satisfeitas, necessitando de tratamento com produtos químicos para a indução da brotação. Embora muitos produtos como dinitro-ortho-cresol, dinitro-ortho-butyl-fenol, cianamida-cálcica, nitrato de potássio e thiouréia sejam citados como indutores da brotação das gemas da macieira (EREZ e LAVEE, 1971; ARAÚJO et al., 1991; NORTH, 1993; EREZ, 1995), nos últimos anos, somente o óleo mineral e a cianamida hidrogenada estão disponíveis comercialmente.

Iuchi et al. (2002) afirmam que para plantas jovens, das cultivares Gala e Fuji, mesmo nas regiões mais altas acima de 1360 m de São Joaquim, onde existe bastante frio, há necessidade de produtos químicos para a superação da dormência e aumentar a brotação. Entretanto, as plantas adultas não necessitam de aplicação de produtos químicos para tal finalidade.

Por meio do melhoramento genético, têm sido obtidas cultivares de macieira com diferentes requerimentos em frio para superar a dormência. Não só a quantidade de frio, mas também a temperatura que se mostra eficiente e diferem entre cultivares. As diversas fases da dormência podem ser superadas com total de horas de frio acumuladas abaixo de 2 a 9°C (SAMISH, 1954;

SAURE, 1985).

Zanette (1982) estudando a influência de diferentes temperaturas na superação da dormência, observou que a temperatura de 12°C tem efeito de frio, porém também tem ação de unidades de calor, favorecendo o crescimento. Segundo Hauagge (2007) no Estado do Paraná, observou-se diferentes cultivares com diferentes exigências em frio, como as cultivares Daiane, com exigência de 1000-1200 UF, Eva, sendo menos exigente em frio, de 100-450 UF, Fuji Suprema e Gala variando de 1000 a 1100 UF.

3.2. Fisiologia da dormência

Plantas lenhosas de clima temperado dependem da habilidade de entrar em endodormência e de desenvolver resistência a condições adversas para sobreviver (LI et al., 2003). A gema está endodormente quando permanece dormente por prolongado período, mesmo que as condições ambientais sejam favoráveis ao crescimento, e as correlações inibitórias entre órgãos tenham sido removidas (FUCHIGAMI et al., 1982).

O encurtamento do fotoperíodo e a queda da temperatura são os fatores ambientais fundamentais na indução da evolução da ecodormência (condições desfavorável do meio ambiente e normais da planta) ou dormência imposta e da paradormência ou inibição correlativa, onde algum outro órgão da planta inibe o crescimento da gema para a endodormência que é a dormência de inverno, onde as gemas mesmo em condições favoráveis para o crescimento permanecem dormentes (NISSILA e FUCHIGAMI, 1978).

Putti et al, (2003) afirmam que o fim da paradormência (Inibição correlativa com outros órgãos) seria detectado pelo início do aumento do número de dias para a brotação, e o fim da endodormência (condições favoráveis do meio ambiente, porém a planta não brota) pelo início da redução ou estabilização desse número. De forma semelhante, Carvalho et al., (1988) e Herter et al., (2001) propuseram que o ponto de máxima intensidade de dormência caracteriza o final da endodormência. Porém, Faust et al., (1997) caracterizaram este ponto como o final da “endodormência profunda” e o início da “endodormência sombreada”. A endodormência sombreada seria caracterizada por rápido decréscimo da endodormência e a sobreposição desta pela ecodormência(Condições normais da planta e desfavorável do meio ambiente) e paradormência.

Entre as substâncias inibidoras de crescimento, a primeira a ser citada foi o ácido abscísico (ABA), que inibe determinados tipos de RNA, impedindo a formação de proteínas necessárias ao crescimento (SAURE, 1985). A concentração de ABA diminui à medida que se aproxima o fim da

dormência. Auxinas e citocininas também são citadas como substâncias que interferem no processo de dormência. Embora pareça não haver relação direta entre as auxinas e a saída de dormência, elas estão envolvidas na abertura das gemas (PETRI et al., 2002).

Segundo Rodrigues et al. (1994), pensava-se que o estado de dormência estava regulado hormonalmente em particular pelo ácido abscísico (ABA). Isto devido ao efeito de correlações positivas entre o conteúdo de ABA e o número de horas de frio e o estado de dormência de gemas de diferentes espécies (GEMMA, 1995).

Resultados obtidos por Gemma (1995) indicaram que o ácido 1-aminociclopropano-1-carbônico (ACC), precursor da síntese de etileno, se acumula em gemas e sarmentos após a endodormência para ir gradualmente diminuindo à medida que se acumulam horas de frio. No entanto, Mochioka et al. (1998) verificaram que aplicações de ethefon foram ineficazes para romper a dormência em videira, comprovando que existe um composto intermediário à síntese do etileno que estaria diretamente relacionado com o rompimento da dormência.

A reação de transformação de ACC em etileno, necessita de oxigênio e ascorbato, essa reação é catalisada pela enzima ACC oxidase que é altamente dependente de O_2 e CO_2 e dentro dessa reação o produto final é a cianamida hidrogenada (H_2CN_2). A cianamida hidrogenada (H_2CN_2) é um composto oxidante, seu efeito é altamente tóxico e causa uma baixa formação de ATP's no mitocôndrio. Inibe a síntese da glutatona reduzida (GSH), composto usado pelos vegetais para desintoxicar radicais livres. O aumento do conteúdo de peróxidos provoca uma troca respiratória da via Embeder-Meyerhoff Parnas à via das fosfatos pentoses, propiciando a um incremento na redução de nucleotídeos, os quais são essenciais para intensificar o metabolismo, e provocar o término da dormência (GEMMA, 1995).

Normalmente compostos oxidantes como HCN e o peróxido de hidrogênio (H_2O_2), são produzidos nos vegetais sob condições de fadiga. De acordo com Prasad et al. (1994), o frio seria o principal indutor desses compostos e o rompimento da latência em videira estaria mediada por radicais livres de O_2 altamente reativos. Dessa espécie o H_2O_2 é o mais importante, outros seriam a HCN, O_2^- e OH^- .

O H_2O_2 é um composto derivado do oxigênio, que se não eliminado pode danificar seriamente as proteínas, lipídios de membranas e alterar outras reações metabólicas. Para a formação de H_2O_2 é necessário o radical O_2^- , cujas fontes são: a fotossíntese, a ativação da enzima NADPH oxidase unida à membrana e a ação de peroxidases sobre o ácido salicílico.

Aumento nos níveis de H_2O_2 poderia iniciar um processo de transferência de sinais, resultado no final do estado de endodormência das gemas em condições favoráveis iniciar a brotação. Assim sendo, pode-se postular que a ruptura da endodormência nas gemas de videira aconteceria por

acumulação de H_2O_2 em seus tecidos. Este aumento nos níveis de H_2O_2 seria provocado pela inibição da atividade da catalase ou pela ação de peroxidases que oxidam NADH. Ambos os fenômenos seriam estimulados pela exposição dos tecidos ao frio ou ação de produtos químicos como a H_2CN_2 (GEMMA, 1995).

Todas estas alterações metabólicas teriam como conseqüência um aumento nos níveis da relação AMP/ATP intracelular que induziria a expressão de proteína-kinases, as quais formariam parte do sistema de transferência do sinal que levaria término da endodormência das gemas. É, portanto, provável que genes relacionados com a biossíntese de hormônios como as giberelinas e citocininas sejam ativados durante este processo, já que durante a brotação das gemas se inicia processo de divisão celular, quebra de amido e crescimento em geral que estão regulados por estes hormônios (GEMMA, 1995).

3.3. Tratamentos para quebra de dormência

Em videira, Weaver et al. (1961) e Erez et al. (1971) constataram que a thiourea diminui o período de repouso das gemas, elevando a porcentagem de abertura destas. Kochhar et al. (1978) observaram que a atividade de algumas isoenzimas da peroxidase foi consideravelmente maior e mais precoce nos ramos tratados com thiourea, levando a crer que estas estariam associadas com o final da dormência. Os processos fisiológicos internos envolvidos na entrada e na saída da endodormência podem estar relacionados com diversos fatores, dentre os quais o fluxo de carboidratos e a translocação de reservas à curta distância (MARQUAT et al., 1999, CARVALHO e ZANETTE, 2004)

O nitrato de potássio (KNO_3) e o dinitrofenol são produtos inibidores da respiração e agem de forma a perturbar o metabolismo respiratório dos tecidos, bloqueando o ciclo de Krebs e induzindo uma fermentação intracelular, que pode ser considerada a primeira etapa da série de reações bioquímicas que promovam à quebra de dormência das gemas de videira (GALET, 1976).

Weaver (1963) conseguiu quebrar o repouso de gemas de videira (*Vitis vinífera* L.), durante a estação dormente ao final de outono com benziladenina (BA). As mudas utilizadas foram pulverizadas com BA a 1000 mg L^{-1} durante 1 a 5 horas, à temperatura ambiente. Após o tratamento as mudas foram enxaguadas com água fria de torneira e levadas para estufa. Os resultados mostraram que, em 53% das mudas tratadas, as gemas brotaram antes da testemunha e que apenas 22 dias foram necessários para que 50% das gemas na série tratada brotassem.

Pouco se conhece sobre o modo de ação e o efeito da quebra da dormência na fisiologia da planta. Taylorson e Hendricks (1977) mostraram que muitos dos produtos para a quebra da

dormência inibem a atividade da catalase e propiciam a ativação de certas peroxidases. A inibição da atividade da catalase, seja pelo efeito do frio, seja pela aplicação da CH (Cianamida Hidrogenada), produz um aumento dos níveis de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) nos tecidos das gemas da videira. Este aumento inicia um processo de tradução de sinais, como o fim do estado de endodormência das gemas e brotação, assim que as condições forem favoráveis para o início de um novo ciclo (OR et al., 2002; PINTO et al., 2004).

Amberger (1984), em seu trabalho de revisão, relata que fatores ambientais como água, luz e pressão do oxigênio, além da ação de alguns compostos químicos, podem desencadear a quebra de dormência, resultando em um aumento de ATP e da respiração mitocondrial. Além dos aspectos fitohormonais, cianida e cianamida, tiouréia, coumarim, entre outros, quando aplicados em concentrações adequadas, mostram um efeito de quebra de dormência em sementes ou gemas. Segundo o autor, cianida e cianamida são conhecidos inibidores da catalase e promotores da respiração mitocondrial.

Ambos os compostos contêm um grupo muito reativo $C=N$ que reage com a enzima-Fe da catalase que, desta maneira, inibe a decomposição de H_2O_2 que é deletéria para as células das plantas. O acúmulo de H_2O_2 resultante leva a um alto conteúdo de peróxidos e de glutathione, os quais, por sua vez, podem controlar o metabolismo de dormência, tanto diretamente ou pela atividade aumentada de peroxidase ou oxidases mais específicas, ou oxidases ascorbato, as quais estão muito proximamente ligadas com o sistema de oxiredução do glutathione nos processos de germinação (AMBERGER, 1984).

Hopping (1978), na Nova Zelândia, estudou o efeito de vários compostos químicos na quebra de dormência e no desenvolvimento dos brotos na cultivar de videira Palomino. Verificou-se que a aplicação de dinitro-orto-cresol, tiouréia, uréia, nitrato de amônio, nitrato de potássio, nitrato de cálcio e nitrato de amônio e cálcio durante o inverno, não teve efeito na quebra de dormência e na brotação.

3.4 Produtos alternativos para a superação da dormência

De acordo com Bonnaire e Rieder (1985), a cianamida hidrogenada é um regulador de crescimento que serve para romper a dormência das gemas de plantas decíduas. O produto leva à brotação de gemas mais precoce e mais uniformemente, aumentando a porcentagem total de brotações de gemas. É uma substância muito reativa e por esse motivo foi necessário levar grande quantidade de pesquisas para desenvolver um processo factível, econômico e, livre de riscos para a sua fabricação comercial.

O seu modo de ação ainda não está totalmente esclarecido, podendo estar relacionado a efeitos no sistema respiratório das células e interferência em processos enzimáticos que controlam o repouso das plantas, como, por exemplo, a atividade da catalase (SHULMAN et al. 1986, BOTELHO et al. 2002).

O efeito da Cianamida Hidrogenada (CH) é variável em função da época de aplicação, da concentração e do volume de calda, podendo uniformizar, antecipar ou retardar a brotação e, conseqüentemente, a fenologia das plantas, como também alterar a dominância apical e a produtividade do vinhedo (MIELE, 1991).

A cianamida hidrogenada é rapidamente absorvida e metabolizada (GOLDBACK et al. 1988) causando diminuição da atividade da catalase, sem modificar a da peroxidase (SHULMAN et al. 1986), o que resulta num aumento da concentração de água oxigenada (H_2O_2) nos tecidos das gemas. Este aumento poderia ser responsável pela ativação do ciclo das pentoses e conseqüente indução da quebra de dormência das gemas. (OMRAN, 1980).

A ação da cianamida hidrogenada não é sistêmica e sim localizada, sendo necessário que os produtos aplicados atinjam as gemas das plantas para que se obtenha efeito. No organismo humano, ela é incompatível com álcool, assim o operador não deve ingerir bebida alcoólicas, antes e após 24 horas da aplicação dos tratamentos (PETRI et al. 1996).

O uso de produtos químicos na quebra de dormência de plantas frutíferas de clima temperado é um fator preocupante devido à alta toxicidade. A cianamida hidrogenada pode provocar ulcerações nos olhos, pele e trato respiratório, além de inibir a aldeído desidrogenase, levando à síndrome de acetaldeído (vômito, hiperatividade parassimpática, dispnéia, hipotensão e desorientação). A Agência de Proteção Ambiental dos EUA (EPA) classifica o Dormex® ($490gL^{-1}$ de H_2CN_2) na mais alta categoria de toxicidade (categoria I) (SETTIMI et al. 2005). Esse alto risco de intoxicação pela exposição à cianamida hidrogenada levou à suspensão temporária das vendas do produto comercial Dormex® em 2002, na Itália, e revisão de sua regulamentação pelas autoridades da União Européia (SETTIMI et al. 2005).

3.5. Quebra da dormência com extrato de alho

De acordo com Kubota e Miyamuki (1992) a pasta de alho recém macerado é tão efetiva quanto a suspensão de $CaCN_2$ na estimulação da quebra de dormência das gemas em muitas cultivares de videiras. Kubota et al. (1999a) demonstraram que substâncias no alho induzem à quebra da gema dormente nas videiras. Yu et al. (1989) informaram que muitos componentes contendo enxofre, tal como dialil, dimetil sulfetos e mercaptan, são constituintes do alho. As substâncias ativas

no alho para a quebra de dormência das gemas na videira são componentes de enxofre e do grupo allil ($\text{CHO}_2\text{CHCH}_2$), sendo os dialil disulfetos mais efetivos.

Segundo Zoghbi et al. (1984) o arbusto de alho amazônico, que tem um odor característico forte como o do alho, não contém apenas dialil mono-, di e tri-sulfeto, mas também dialil tetra-sulfeto. Ambos, dialil di e tri-sulfeto, estimularam a brotação de gemas dormentes em mudas de videira 'Kyoho', independente do tempo em que as mudas foram expostas aos componentes. Seu efeito estimulante foi melhor do que o do óleo comercial de alho usado para quebrar a dormência das gemas de videira (KUBOTA et al., 1999b).

Hosoki et al. (1986) sugeriram que o dialil disulfeto no alho era a substância mais importante na quebra da dormência de gemas de plantas decíduas. Kubota et al. (1999), concluíram que as substâncias ativas no alho responsáveis pela quebra da dormência das gemas inativas nas videiras são os componentes sulfeto com dois grupos allil, particularmente o dialil sulfeto, embora dialil mono-, tri e tetra- sulfeto podem também ser considerados.

Kubota et al. (2000) concluíram que pasta de alho fresco, óleo comercial de alho e sulfeto dialil estimularam a quebra da dormência das gemas sem causar fitotoxicidade nas mudas e nas hastes. Embora detalhes dos diferentes efeitos dependam da substância, campo de aplicação, variedade, entre outros, a conclusão ainda é que pasta de alho fresco, óleo comercial de alho e sulfeto dialil podem ser usados como substitutos de CaCN_2 20% ou de H_2CN_2 , comumente usada para quebrar a dormência das gemas de videira.

Kubota e Miyamuki (1992) ao compararem a pasta de alho com produtos químicos usados para quebrar a dormência nas cultivares 'Kyoho,' 'Neo Muscat' e 'Muscat de Alexandria', verificaram que a pasta de alho teve resultado significativo na saída da dormência.

Em trabalho desenvolvido por Sanchez (1992), verificou-se que misturas de óleo mineral a 4% com extrato de alho a 2, 4 ou 8%, resultaram nos tratamentos mais efetivos para incrementar a brotação das gemas floríferas de ameixeiras cv. Shiro. Por outro lado, Marodin e Román (1997) não constataram qualquer efeito de extratos de alho na quebra de dormência de gemas de ameixeiras cv. Santa Rosa, por se tratar de uma cultivar de difícil brotação natural, exigindo, possivelmente, concentrações mais elevadas deste produto.

O álcool alílico (AA) é produzido a partir de alho em duas formas: em primeiro lugar por uma reação de auto-condensação de alicina e, em segundo lugar, a reação entre alicina, o precursor do alicina (LAWSON, 1996). A alicina é considerado um dos principais constituintes antimicrobianos do alho (CAVALLITO et al., 1944, ANKRI e MIRELMAN, 1999).

Segundo Lemar et al. (2003) o álcool alílico (AA) produz a alicina, substância presente no alho que atua como agente antimicrobiano, reduzindo o crescimento da bactéria *Candida albicans*

devido a injúria oxidativa, mecanismo que também poderia estar envolvido na quebra da dormência de gemas.

Danos graves causados aos mitocôndrios após a exposição ao AA (VENGEROVSKII et al., 1989) foram observados concomitantemente com o esgotamento da glutathione (NAGELKERKE et al., 1991). O mecanismo de toxicidade do AA é quando este é oxidado pela álcool desidrogenase, e convertido para o aldeído tóxico, acroleína. A acroleína também é conhecida por destruir a glutathione e causar peroxidação dos lipídios celulares. Isso afeta a permeabilidade das membranas e, conseqüentemente, compromete a viabilidade da célula (RANDO, 1974).

A necessidade de restringir cada vez mais o uso de substâncias sintéticas no manejo de pomares, preconizada por sistemas sustentáveis de produção de frutas, isto é, Produção Orgânica e Produção Integrada, torna a questão da quebra de dormência química de plantas frutíferas um fator limitante para a atividade no Brasil (SANHUEZA et al., 2003).

Complementarmente, McCartney e Walker (2004) relataram que uma das necessidades iminentes para a fruticultura orgânica é descobrir uma alternativa para a quebra de dormência de gemas, principalmente para as culturas de kiwi e maçã.

Na busca por novas alternativas para a quebra de dormência de plantas frutíferas de clima temperado, Kubota e Miyamuki (1992) verificaram que a aplicação de pasta de alho na região do corte de poda de ramos de videiras 'Moscatel de Alexandria' estimulou a brotação de gemas de forma mais efetiva que a aplicação de solução a 20% de cianamida-cálcica (CaCN_2), produto tradicionalmente utilizado na viticultura japonesa para esta finalidade. Em outro trabalho, Kubota et al. (2000) constataram que aplicações de pasta de alho puro ou óleo de alho a 20% promoveram a quebra de dormência de gemas sem apresentar sintomas de fitotoxicidade, em videiras cv. Pione e Thompson Seedless.

3.6. Importância do frio

As baixas temperaturas de outono e inverno constituem-se no fator ambiental mais importante que induz a planta a entrar em dormência. Segundo Chariani e Stebbins (1994), o requerimento de frio é um fator limitante para a produção comercial de frutas de clima temperado em regiões de inverno ameno. O conhecimento do requerimento de frio da espécie e da cultivar é fundamental para que se obtenha sucesso na produção (PETRI et al., 1999).

A insuficiência de frio é reconhecida como um problema técnico e econômico limitante para a produção de várias espécies de frutas de clima temperado, por causar irregularidade na brotação das gemas floríferas e vegetativas ou, em diversos casos, uma necessidade de realizar tratamento

químico para a quebra de dormência (COUVILLON, 1994).

Nas regiões onde há falta de frio para as frutas de clima temperado, como no Sul do Brasil, são observadas anomalias fisiológicas, em que as plantas apresentam baixa porcentagem de brotação de gemas laterais, período prolongado de floração e pequena formação de gemas floríferas, gerando baixas produtividades de frutos (PETRI et al., 1996).

A falta de brotação das gemas laterais e terminais têm um efeito acumulativo com o passar dos anos. A antecipação da brotação de gemas terminais passa a propiciar uma forte dominância apical. A brotação inicia, em geral, na parte inferior da planta, ocorrendo também a abertura desuniforme das flores. A solução do problema prevê o uso de produtos químicos e ou práticas culturais tais como incisão anelar, arqueamento dos ramos, desfolha e frio artificial que auxilie na quebra de dormência (PETRI et al., 1996).

Em videiras, a ausência de frio invernal produz efeitos adversos, como atraso na brotação das gemas, diminuição de ramos por sarmento, pouca uniformidade e desenvolvimento dos ramos e atraso na maturação das bagas (OR et al., 2002), com tendência das gemas basais terem um desenvolvimento mais lento e retardado ou até mesmo não brotarem, devido à inibição pelas gemas apicais (COOK e JACOBS, 1999; COOK e BELLSTEDT, 2001). Isto provoca problemas de manejo fitossanitário, produção muito escalonada e dificuldades em manter a arquitetura das plantas, alterando a estrutura das mesmas e ocasionando produções tardias, de baixa qualidade e em menor quantidade (MANFROI et al., 1996).

De um modo geral, temperatura abaixo ou acima da faixa de 0 a 7°C parecem não contribuir para o acúmulo de unidades de frio. Dependendo da espécie e da cultivar, temperaturas fora dessa faixa podem atuar positiva ou negativamente na acumulação de horas de frio e a alternância entre temperaturas moderadas e baixas pode aumentar a eficiência das baixas temperaturas (EREZ et al., 1979; FEBVRE, 1981; EREZ e COUVILLON, 1986). Essas respostas podem apresentar grandes variações entre espécies, na mesma espécie em diferentes anos (KOBAYASHI et al., 1982), entre cultivares (CITADINI et al., 2002), entre gemas com idades distintas (ZANETTE et al., 2000) e em posições distintas dos ramos (HERTER et al., 2001).

Segundo Herter et al. (2001) o efeito do frio é conhecido na superação da dormência. Entretanto, o seu real mecanismo, precisa ainda ser elucidado. Sabe-se que a temperatura intervém em nível de membrana, direta ou indiretamente, estimulando as modificações da composição protéica e lipídica. Intervém ainda na velocidade das reações enzimáticas, na respiração e nos fenômenos de transporte.

Frente a estas limitações fisiológicas das fruteiras de clima temperado, tem-se a necessidade de quantificar o frio por duas razões independentes: para definir o requerimento de frio de uma cultivar; e para determinar a quantidade de frio disponível em um local específico (EREZ, 2000).

Para mensurar a quantidade de frio necessária para superar a dormência das gemas, o modelo mais utilizado internacionalmente é a soma diária das horas com temperaturas iguais ou inferiores a 7,2° C, durante o período de maio a setembro. Entretanto, este modelo não tem sido muito satisfatório, uma vez que o número de horas requeridas para a superação da dormência não é o mesmo em anos com regimes diferentes de temperatura, além de não considerar qualquer acúmulo de frio para temperaturas acima de 7,2° C. Existem outros modelos de estimativa de unidades de frio em que não é considerado um valor fixo de temperatura, podendo-se calcular a quantidade de frio com os dados de temperatura máxima e mínima diárias (SHALTOUT e UNRATH, 1983).

Considerando-se que em regiões de clima ameno é frequente a interrupção do inverno por altas temperaturas, que resultam em um efeito negativo sobre o frio acumulado, novos modelos foram desenvolvidos, como o Utah Modificado e o Carolina do Norte Modificado e também o programa computacional “HoraFrio”, do Departamento de Agrometeorologia da Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária (EPAGRI) que oferece um pacote científico que baseia-se na interpolação de três valores diários de temperatura: às 6:00 h; às 15:00 h e às 21:00 h; para obtenção de estimativas de temperaturas horárias. Estes valores de temperatura são solicitados pelo programa e digitados e armazenados em um arquivo gerado automaticamente para calcular as estimativas de horas e de unidades de frio (BOTELHO et al., 2006)

3.7. Cultivares

3.7.1. ‘Gala’

A ‘Gala’ é uma das cultivares cuja a popularidade vem crescendo mais rapidamente em todo mundo, devendo-se isto à sua excelente qualidade gustativa e à boa aparência de seus frutos. A cultivar Gala é originária do cruzamento ‘Kidd’s ‘Orange Red’ x ‘Golden Delicious’. A planta é de porte semi-vigoroso, com ramos bem distribuídos, abertos e grande quantidade de folhas. No Brasil, adapta-se bem em regiões de altitude acima de 1300m, necessitando de quebra de dormência artificial em regiões de altitude menor. Sua floração ocorre no final da segunda quinzena de outubro dependendo do microclima, sendo mais precoce em regiões mais frias. A cultivar tem maturação de frutos desuniforme o que é um problema, requerendo vários repasses na colheita, o que onera o custo na produção. A maturação ocorre entre o final da segunda quinzena de janeiro e a segunda quinzena

de fevereiro, sendo mais precoces em regiões mais quentes. É a mais precoce dentre as cultivares comerciais plantadas no sul do Brasil (CAMILO e DENARDI, 2007).

Os frutos são muito atrativos, apresentando epiderme vermelho-rajada sobre fundo amarelo, lisa, brilhante. Frutos bronzeados se tornam pouco coloridos de vermelho. São de tamanho pequeno, principalmente se o raleio não for eficiente. A busca por mutações somáticas de ‘Gala’ visa principalmente a obtenção de frutos mais uniformemente coloridos, pois a coloração desuniforme deprecia o fruto, reduzindo seu preço de mercado (WALSH e VOLZ, 1990).

3.7.2. ‘Fuji’

A ‘Fuji’ está entre as quatro cultivares de macieira mais promissoras no contexto mundial. Isto se deve a sua excelente qualidade gustativa e a sua alta produtividade. A cultivar é resultante do cruzamento ‘Ralls Janet’ x ‘Delicious’. A planta é vigorosa, muito produtiva, porém, é mais tardia na frutificação do que a ‘Gala’. É exigente em frio hibernal, necessitando de quebra de dormência em regiões do sul do Brasil com altitudes inferiores a 1300m. Tem excelente frutificação efetiva, e não alterna a produção, se as plantas forem raleadas adequadamente. Floresce entre a segunda quinzena de setembro e a primeira quinzena de outubro, dependendo do microclima, sendo mais precoces em regiões mais frias. Geralmente coincide com floração da cultivar ‘Gala’ e em regiões mais quentes a floração pode ser mais dispersa, dificultando a determinação da época da plena floração. A maturação ocorre no final de março à primeira quinzena de abril, dependendo do microclima, sendo mais tardia em regiões mais frias (CAMILO e DENARDI, 2007).

O fruto é de tamanho médio a grande, com cavidade peduncular média, pouco profunda, cálice grande, aberto e pedúnculo médio. O tamanho dos frutos se torna menor em regiões mais quentes. A ‘Fuji’ é muito importante para a malicultura brasileira, no entanto, apresenta falta de adaptação climática nas regiões mais quentes. A cultivar apresenta problemas na coloração da epiderme. Existem muitas seleções de ‘Fuji’ conseguidas por mutações somáticas, a maioria delas surgidas espontaneamente (NORTON et al., 1989).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Quebra de dormência em macieiras em pomar comercial

4.1.1. Local do experimento

Dois experimentos foram instalados em um único pomar comercial, de macieiras ‘Fuji Kiku’ e ‘Gala Brookfield’ enxertadas sobre o porta-enxerto ‘EM-9’, com três anos de idade, orientado em sistema de líder central com copa estreita e no espaçamento de 1,1 x 3,6m, situado em Guarapuava-PR a 25°33’S; 51°29’O e 1.095m de altitude. O Clima é caracterizado como mesotérmico ou temperado propriamente dito; temperatura média no mês mais frio abaixo de 18°C, com verões frescos, temperatura média no mês mais quente abaixo de 22°C e sem estação seca definida (KÖPPEN, 1936; IAPAR, 2008)

4.1.2. Material experimental

Os produtos comerciais utilizados para os tratamentos foram os seguintes: Bioalho® (extrato de alho, Natural Rural S.A.), Assist® (750 mL L⁻¹ óleo mineral, Basf S.A.) e Dormex™ (490 gL⁻¹ H₂CN₂, Basf S.A.). O Bioalho® é um produto natural obtido pela extração a frio do extrato de alho por prensagem, sendo totalmente solúvel em água. Na preparação do alho natural, foi retirada a casca e os dentes foram processados num extrator de suco doméstico (Centrífuga Wallita®) e posteriormente o líquido foi filtrado em coador de pano.

Logo após a poda de inverno, em 10 de setembro de 2007, os seguintes tratamentos (T) foram aplicados para cada cultivar no estágio de gema dormente, com o uso de um pulverizador costal:

T 1: Testemunha (sem tratamento)

T 2: OM (Óleo Mineral- Assist®) 30mL L⁻¹

T 3: BA (Bioalho®) 5mL L⁻¹ + OM 30mL L⁻¹

T 4: BA 10mL L⁻¹ + OM 30mL L⁻¹

T 5: AN (Alho Natural) 5mL L⁻¹ + OM 30mL L⁻¹

T 6: AN 10mL L⁻¹ + OM 30mL L⁻¹

T 7: CH (Cianamida hidrogenada) 5mL L⁻¹ + OM 20mL L⁻¹

Foram preparados 2,5 L de solução por tratamento, resultando na aplicação de cerca de 500 mL de solução por planta, até o ponto de “gotejamento”.

A colheita dos frutos foi realizada em 17 de janeiro de 2008 para a cultivar Gala Brookfield e 23 de março de 2008 para a cultivar Fuji Kiku.

4.1.2.1. Manejo do Pomar

O controle do mato foi feito com roçadeira mecânica, o raleio dos frutos foi manual retirando-se apenas os frutos menores não havendo uma padronização para a quantidade retirada. Na ocasião da abertura das flores foram colocadas colméias para a melhor polinização. Não houve a aplicação de herbicidas.

4.1.3. Avaliações

4.1.3.1. Porcentagem de brotação - a porcentagem de gemas brotadas foi avaliada aos 14, 28, 42 e 56 dias após aplicação (DAA). Foram selecionados três ramos em posições aleatórias da planta em seguida contou-se o número total de gemas existentes nos três ramos e a partir daí foram feitas as avaliações de gemas brotadas semanais. A brotação foi considerada a partir do estágio fenológico de “ponta verde”.

4.1.3.2. Número de frutos por planta - contados por ocasião da colheita.

4.1.3.3. Produtividade ($t\ ha^{-1}$) - os frutos foram pesados em balança eletrônica de precisão, e posteriormente estimou-se a produtividade por área em função da densidade de plantas.

4.1.3.4. Massa média dos frutos - estimativa da massa média de dez frutos sendo os resultados expressos em gramas.

4.1.3.5. Teor de sólidos solúveis totais (SST) - a partir de uma amostra de seco de dez frutos por planta, com auxílio de um refratômetro de bancada com autocompensação de temperatura, sendo expresso em porcentagem (CARVALHO et al., 1990).

4.1.3.6. Acidez total titulável (ATT) - por titulação em uma alíquota de 10mL diluído do suco com NaOH 0,1N, sendo expressa em g de ácido málico por 100mL de mosto (porcentagem p/v) (CARVALHO et al., 1990).

4.1.3.7. Firmeza da polpa - duas medições foram realizadas em dez frutos por parcela na região equatorial após retirada da epiderme, com auxílio de um penetrômetro analógico com ponteira de 11mm, sendo os resultados expressos em $Kg\ pol.^{-2}$.

4.1.4. Análises estatísticas

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com sete tratamentos, cinco repetições da cultivar Fuji Kiku e quatro repetições da cultivar Royal Gala e parcela experimental constituída por uma planta. Todos os resultados foram submetidos à análise de variância. Para os dados de porcentagem de brotação, estudou-se a interação entre os fatores tratamentos e dias após aplicação (DAA), e se realizou análise de regressão polinomial. Para as demais variáveis, aplicou-se o teste de Student Newman-Keuls (SNK), ao nível de 5% de probabilidade de confiança, utilizando-se o programa Sisvar 5.0 (Universidade Federal de Lavras – UFLA), (FERREIRA, 2000).

4.2. Quebra de dormência em macieiras em laboratório

4.2.1. Local do experimento

Este experimento foi instalado no laboratório de Biotecnologia do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), em Guarapuava-PR, em câmara de crescimento com temperatura média de 21°C e fotoperíodo de 12 horas.

4.2.2. Material Experimental

Os seguintes compostos químicos utilizados para os tratamentos foram: Assist® (750mL L⁻¹ óleo mineral, Basf S.A.), Bioalho® (extrato de alho, Natural Rural S.A.) e alho natural diluídos em água destilada para a quebra da dormência das gemas. Foram colocadas quatro placas de espuma fenólica com 20 mini-estacas de 1 gema, com aproximadamente 3,5cm de comprimento em bandejas de plástico sem cobertura plástica e com água até o bordo superior da espuma. A cultivar utilizada foi a Castel Gala, obtidas da poda de inverno (2 de agosto de 2007) do pomar experimental do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual do Centro-Oeste. Os seguintes tratamentos (T) foram aplicados com o uso de pulverizador manual (Borrifador):

T1- Testemunha (Água destilada)

T2- AN (Alho Natural) 5mL L⁻¹

T3- AN 15mL L⁻¹

T4- OM (Assist®) 30mL L⁻¹

T5- AN 5mL L⁻¹ + OM 30mL L⁻¹

T6- AN15mL L⁻¹ + OM 30mL L⁻¹

T7- BA (Bioalho®) 5mL L⁻¹

T8- BA 15mL L⁻¹

T9- BA 5mL L⁻¹ + OM 30mL L⁻¹

T10- BA 15mL L⁻¹ + OM 30mL L⁻¹

Foi preparado 1L de solução por tratamento, resultando na aplicação de cerca de 50 mL de solução por parcela e aplicados separadamente nas espumas até atingir o ponto de “gotejamento”.

4.2.3 Avaliações

4.2.3.1. Porcentagem de brotação - a porcentagem de gemas brotadas foi avaliada aos 7, 14, 28 e 42 dias após aplicação (DAA). A brotação foi considerada a partir do estágio fenológico de “ponta verde”.

4.2.4. Análises estatísticas

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com dez tratamentos, quatro repetições e parcela experimental constituída por 20 mini-estacas. Os resultados foram submetidos à análise variância e regressão polinomial no programa Sisvar 5.0 (Universidade Federal de Lavras – UFLA), (FERREIRA, 2000).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Cultivar Fuji Kiku

Houve interação entre os fatores tratamentos e dias após a aplicação (DAA) para a variável porcentagem de brotação de gemas. Todos os tratamentos para a quebra de dormência estimularam a brotação das gemas. Entre os tratamentos estudados, AN 5mL L⁻¹ + OM 30mL L⁻¹ promoveu a maior antecipação da brotação até os 42 DAA, proporcionando uma porcentagem de brotação de 15,29 %. O tratamento BA 5mL L⁻¹ + OM 30mL L⁻¹ foi o que proporcionou melhor brotação, atingindo a média de 25,5% aos 56 DAA, enquanto a testemunha teve brotação de apenas 16,4%. O tratamento com cianamida hidrogenada superou ligeiramente a testemunha, atingindo 20% de brotação (Figura 1).

A deficiente brotação das gemas observadas no estudo está relacionada à falta de acúmulo de horas de frio durante a dormência, sendo a cultivar Fuji exigente em 1000–1100 UF. No ano de 2007, ocorreram apenas 666,9 UF pelo programa computacional “HoraFrio”, do Departamento de Agrometeorologia da (EPAGRI) Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária (BOTELHO et al., 2006). O mesmo fenômeno ocorreu no ano de 2005 com macieiras cv Fuji Kiku em pomar comercial segundo Botelho e Müller (2007a), o que desfavoreceu a brotação das gemas.

Outra ação que desfavoreceu à brotação das gemas foi a seca após a aplicação dos produtos para a quebra de dormência. No período de 10 de setembro a 10 de outubro de 2007, houve precipitação acumulada de apenas 24,4mm (Figura 2), bem abaixo da média, acima de 100mm para o mês de setembro em Guarapuava-PR (VESTENA e THOMAZ, 2003).

O efeito da precipitação pluvial sobre a quebra da dormência, segundo Petri et al., (1996), não está bem esclarecido, porém pode ocorrer redução da temperatura das gemas pela evaporação da água, redução do teor de oxigênio das gemas, pela chuva, criando condições anaeróbicas que promoveriam a quebra da dormência, e também uma possível eliminação das substâncias inibidores de crescimento pela ação das chuva sobre as gemas. Além disso, a água é necessária para a fotossíntese, transporte e outros processos metabólicos (TAIZ e ZEIGER, 2004).

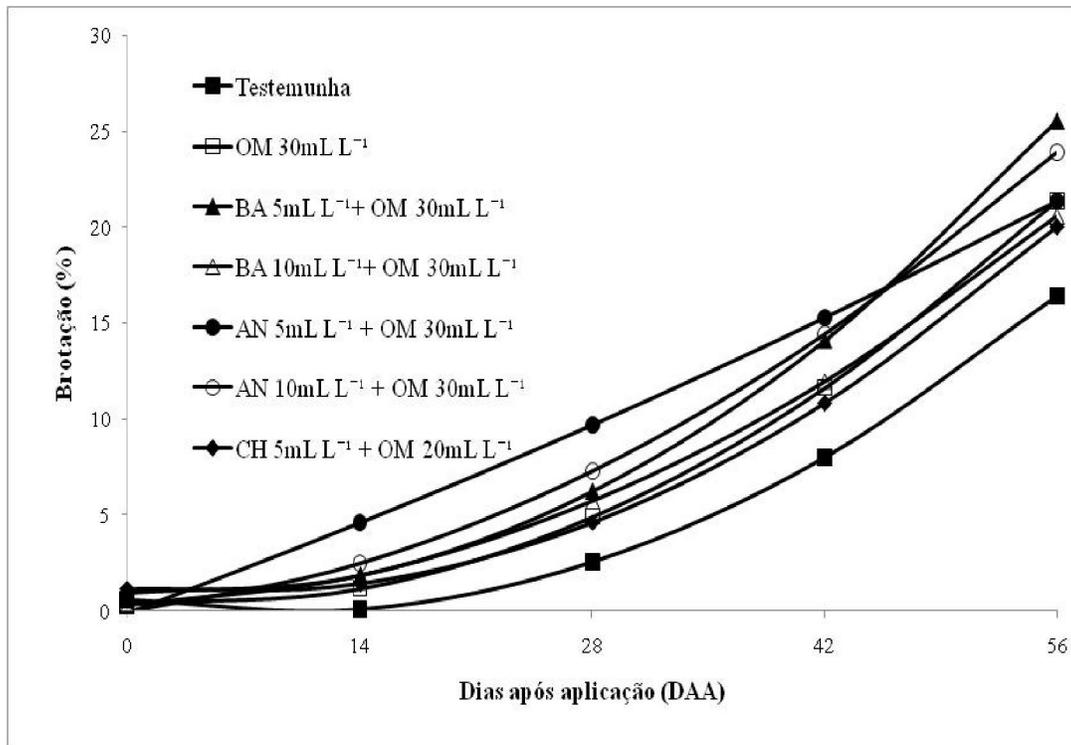


Figura 1. Porcentagem de brotação de gemas de macieiras ‘Fuji Kiku’ submetidas a diferentes tratamentos para quebra de dormência. Equações da regressão: Testemunha: $y = 0,5714 - 0,1416x + 0,0075x^2$, $r^2 = 97,18\% *$; OM 30mL L⁻¹: $y = 0,3714 - 0,0502x + 0,0075x^2$, $r^2 = 99,32\%*$; BA 5mL L⁻¹ + OM 30mL L⁻¹: $y = 0,9542 - 0,0634x + 0,0089x^2$, $r^2 = 98,13\%*$; BA 10mL L⁻¹ + OM 30mL L⁻¹: $y = 0,2628 + 0,0281x + 0,0059x^2$, $r^2 = 97,42\%*$; NA 5mL L⁻¹ + OM 30mL L⁻¹: $y = -0,5600 + 0,3820x$, $r^2 = 94,84\%*$; AN 10mL L⁻¹ + OM 30mL L⁻¹: $y = -0,0457 + 0,0965x + 0,0059x^2$, $r^2 = 98,98\%*$; CH 5mL L⁻¹ + OM 20mL L⁻¹: $y = 1,1314 - 0,0873x + 0,0075x^2$, $r^2 = 94,94\%*$, *= Significativo à nível de 5% de probabilidade (Guarapuava –PR, 2007).

Segundo Vestena e Thomaz (2003), a pluviosidade apresenta média mensal variando entre 130 a 200 mm, à exceção do mês de agosto, com média de 97mm (mês menos chuvoso). Os meses com maior média pluvial foram outubro com 202,3 mm, janeiro com 201,9 mm e dezembro com 200 mm. De acordo com a Figura 2 a precipitação em setembro foi de 23,8 mm em outubro de 74,4 mm e em novembro de 82,8 mm.

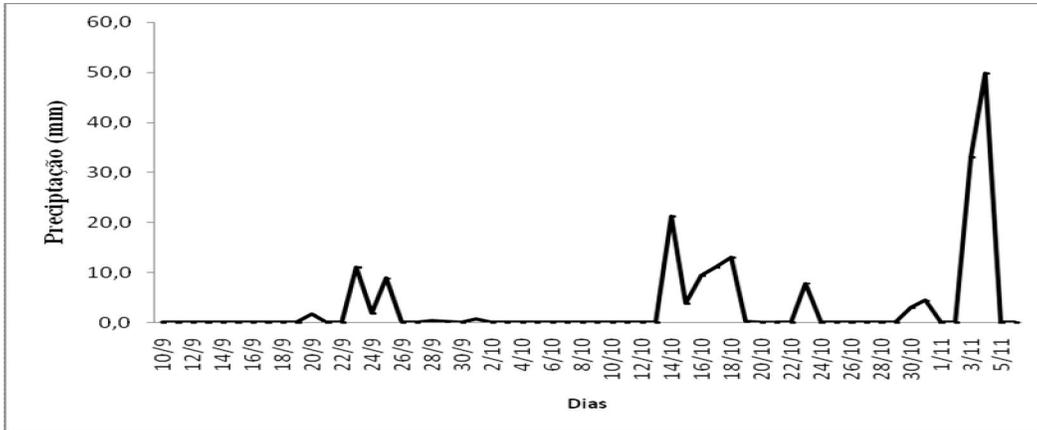


Figura 2. Precipitação diária no período de avaliação da brotação das gemas de macieiras ‘Fuji Kiku’ e ‘Gala Brooskfield’ submetidas a diferentes tratamentos para a quebra de dormência (Guarapuava-PR, 2007). Fonte: Estação Meteorológica da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO).

De acordo com a Figura 3, para a variável número de frutos por planta, o tratamento AN 10mL L⁻¹ + OM 30mL L⁻¹ diferiu significativamente do tratamento OM 30mL L⁻¹ e da testemunha. A testemunha teve o menor número de frutos por planta, devido à menor brotação. No entanto, quantidade de frutos pode variar com a idade da árvore, vigor, poda, condições climáticas, condições nutricionais, polinização e fertilização das flores (IUCHI et al., 2002).

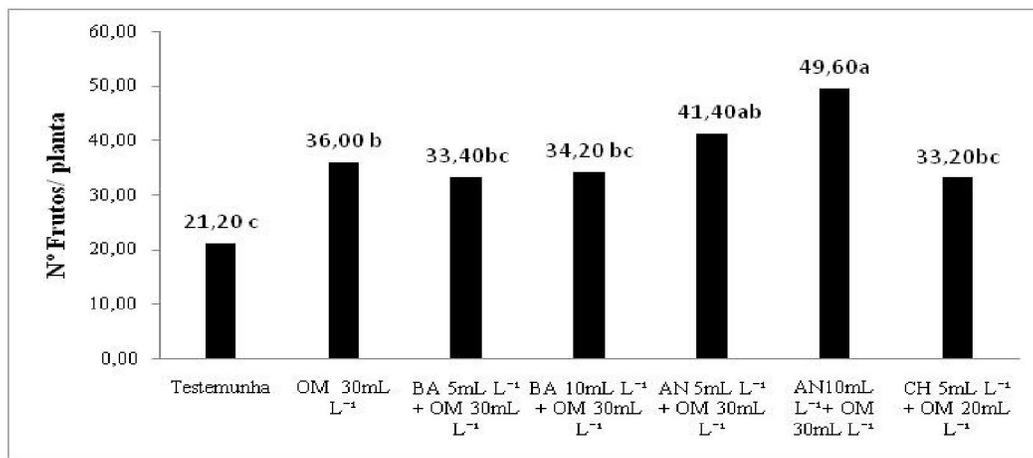


Figura 3. Número de frutos por planta em macieiras ‘Fuji Kiku’ submetidas á diferentes tratamentos para a quebra de dormência (Guarapuava- PR, 2008). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Student Newman-Keuls (SNK), ao nível de 5% de probabilidade.

Para a variável produtividade (Figura 4), o tratamento AN 10mL L⁻¹ + OM 30 mL L⁻¹ diferiu significativamente do tratamento BA 10mL L⁻¹ + OM 30mL L⁻¹ e da testemunha. A testemunha obteve menor produtividade em virtude do menor número de frutos provenientes da baixa brotação.

A produtividade para a maioria dos tratamentos, foi inferior a 25 t ha⁻¹, que segundo Boneti et al. (2007) para a atividade ser econômica é necessária uma produtividade acima de 25 t ha⁻¹, a qual paga os custos de produção. Diversos fatores podem levar a uma baixa produção. Supõe-se que, nesse experimento, a falta de frio tem sido o fator principal para a deficiente brotação das gemas laterais, redução na formação de esporões e abertura desuniforme das flores, conseqüentemente acarretando em baixa produção, fenômeno também mencionado por Botelho e Müller (2007b). Outro fator que contribuiu negativamente foi a seca no ano de 2007, com precipitação pluvial mensal inferior a 100mm nos dois primeiros meses do experimento (Figura 2).

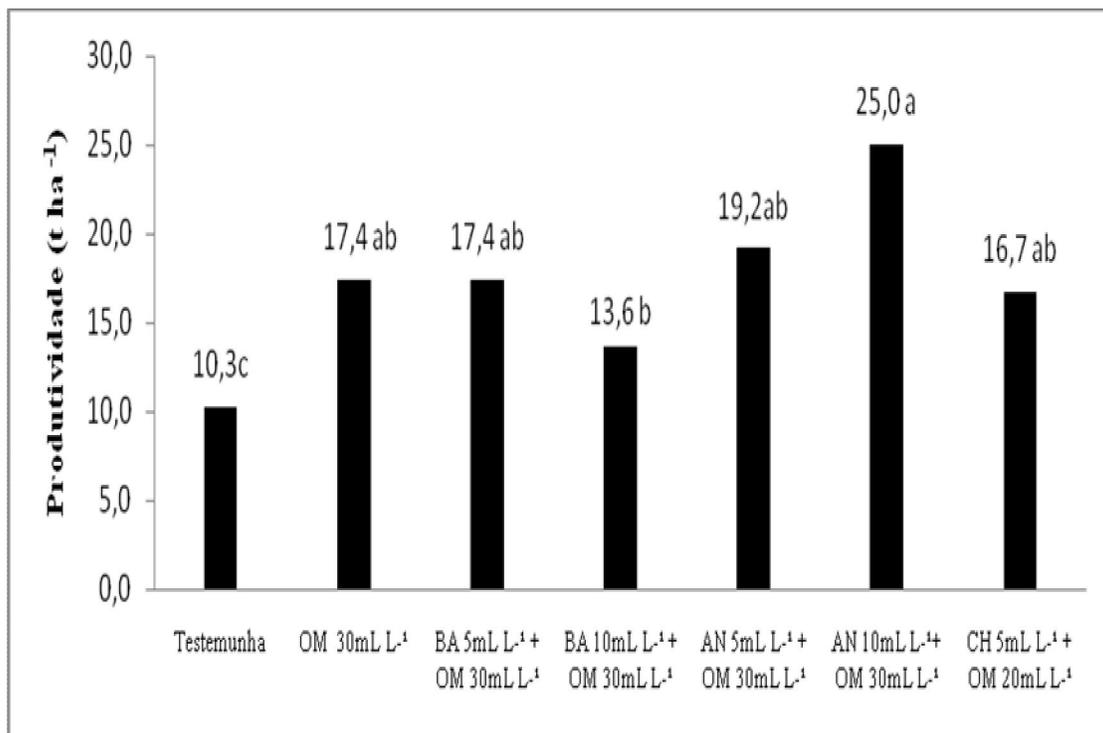


Figura 4. Produtividade em macieiras 'Fuji Kiku' submetidos a diferentes tratamentos para a quebra de dormência (Guarapuava- PR, 2008). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Student Newman-Keuls (SNK), ao nível de 5% de probabilidade.

De acordo com a Figura 5, em relação a massa média de frutos, o tratamento BA 5mL L⁻¹ + OM 30mL L⁻¹ foi superior apenas do tratamento BA 10mL L⁻¹ + OM 30mL L⁻¹. Não foi possível elucidar o efeito dos tratamentos na massa média dos frutos, tendo em vista, que, possivelmente outros fatores inerentes à planta e às condições climáticas podem interferir nesta variável.

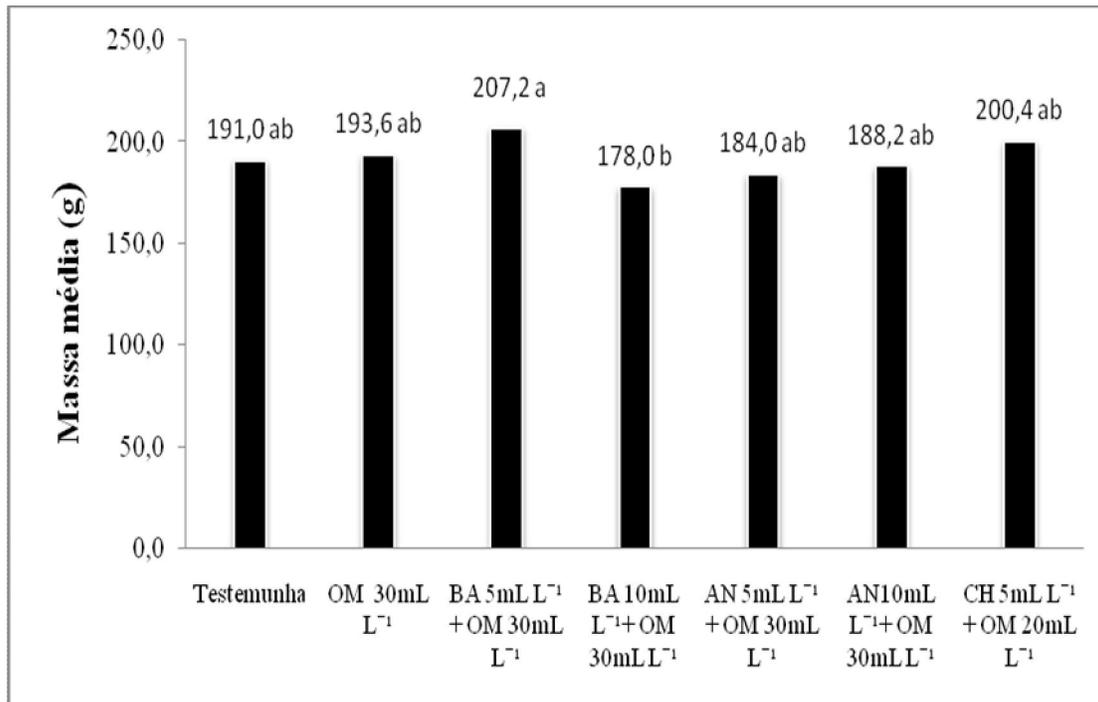


Figura 5. Peso médio dos frutos (g) de macieira ‘Fuji Kiku’, submetidos a diferentes tratamentos para quebra de dormência (Guarapuava-PR, 2008). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Student Newman-Keuls (SNK), ao nível de 5% de probabilidade.

Não houveram diferenças significativas entre os tratamentos para a variável firmeza de polpa, com valores entre 8,0 e 8,8 kg pol⁻² (Figura 6) Segundo Argenta (2007), a firmeza da polpa para a cultivar Fuji Kiku varia de 7,94 e 7,79 kg pol⁻². Não se tem demonstrado claramente, ainda como as condições climáticas e os sistemas de cultivo afetam a firmeza da polpa. Little e Barrant (1989) afirma que a firmeza se correlaciona negativamente com tamanho dos frutos e teor de nitrogênio da polpa, e positivamente com teor de cálcio e grau de exposição dos frutos ao sol durante seu desenvolvimento.

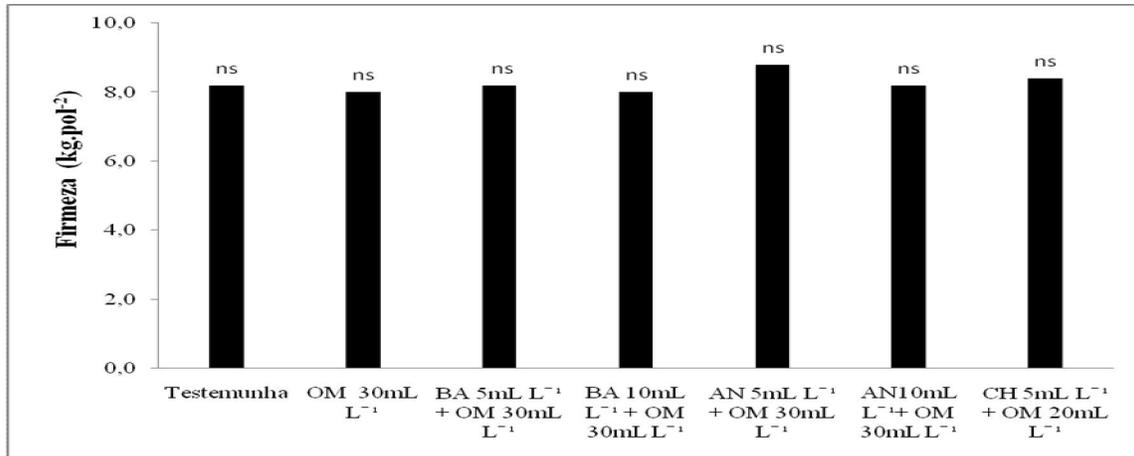


Figura 6. Firmeza da polpa (kg pol⁻²) de frutos de macieiras ‘Fuji Kiku’ submetidos a diferentes tratamentos para quebra de dormência.(Guarapuava-PR, 2008) ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Não houve diferenças significativas para a variável sólidos solúveis totais, com valores entre 13,0 e 14,2 % (Figura 7), adequados para comercialização. Os sólidos solúveis totais (°Brix) representam um conjunto de substâncias presentes na polpa da maçã, com predominância dos açúcares que dão o sabor doce, aspecto importante na qualidade da maçã. Além do aspecto genético, outros fatores interferem na produção de açúcar na polpa da maçã, especialmente as variáveis que participam da fotossíntese como a intensidade de calor, a radiação solar e a umidade do solo. Logo, clima quente no período de maturação da maçã favorece a produção de açúcar e, conseqüentemente, de sólidos solúveis totais (°Brix) (RIZZON et al., 2005).

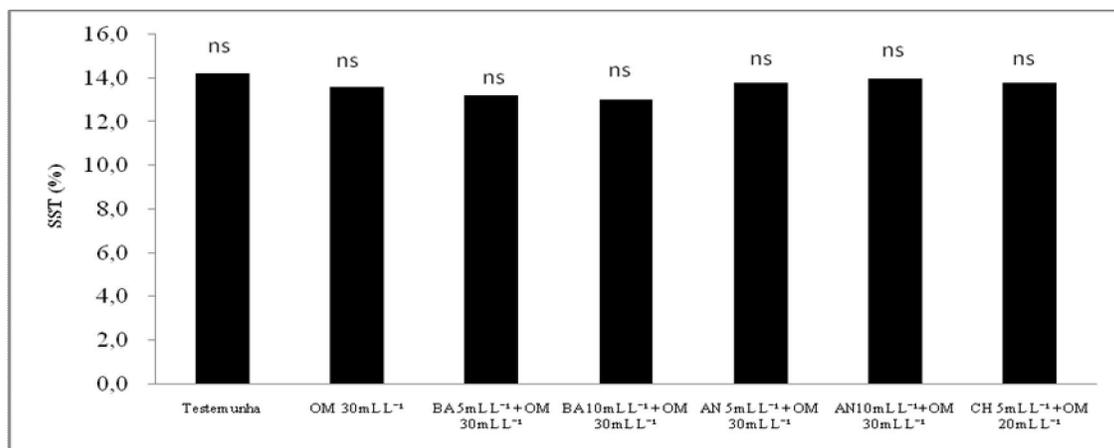


Figura 7 Teor de sólidos solúveis totais (SST) de frutos de macieiras ‘Fuji Kiku’ submetidas a diferentes tratamentos para quebra de dormência (Guarapuava- PR, 2008) ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Para a variável acidez total titulável, não houve efeito dos tratamentos, com valores entre 0,28 e 0,32% em ácido málico (Figura 8). De acordo com Zambiasi (1987), a acidez para diferentes cultivares deve estar compreendida na faixa entre 0,20-0,70% em ácido málico para a comercialização, ou seja, a cultivar apresentou-se dentro dos padrões normais para a variável, sem haver influência prejudicial dos tratamentos.

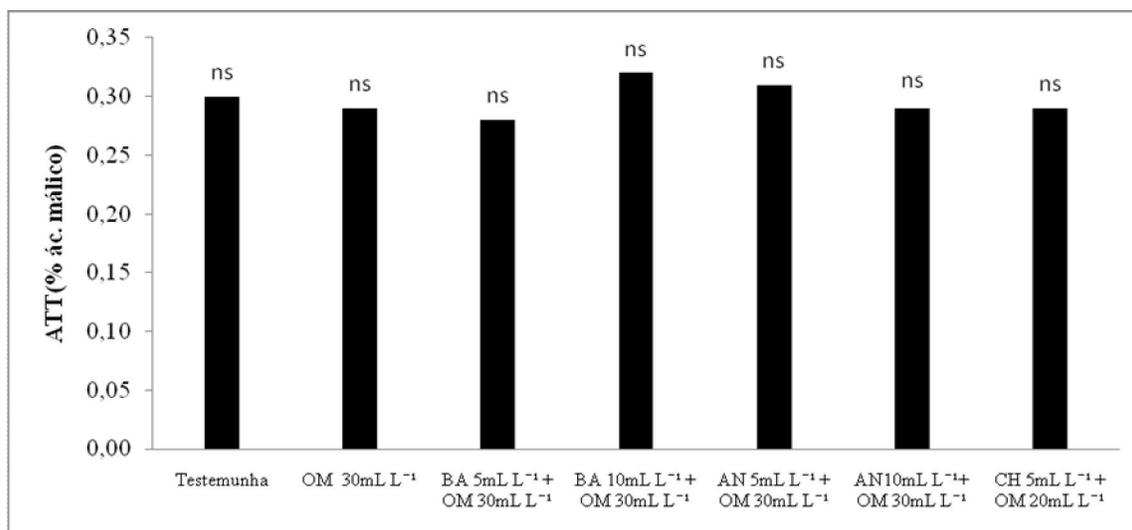


Figura 8. Acidez titulável total (ATT) em porcentagem de ácido málico de macieira ‘Fuji Kiku’ submetidas a diferentes tratamentos para quebra de dormência (Guarapuava- PR, 2008) ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

5.2. Cultivar Gala Brookfield

Em geral, os tratamentos promoveram a quebra da dormência das gemas, sendo o tratamento AN 10mL L⁻¹ + OM 30mL L⁻¹ o que promoveu uma melhor antecipação da brotação até os 42 dias. O tratamento BA 5mL L⁻¹ + OM 30mL L⁻¹ teve os melhores resultados de brotação, alcançando 12,4% aos 56 DAA (Figura 9), assim como para a cultivar Fuji Kiku. O uso de CH 5mL L⁻¹ + OM 20mL L⁻¹, promoveu uma brotação das gemas similar a testemunha apresentando uma porcentagem de brotação de 2,7% aos 56 DAA. A cultivar Gala Brookfield apresentou baixa brotação devido à seca após a aplicação dos produtos para a quebra da dormência, conforme discutido para a cultivar Fuji Kiku, e à falta de acúmulo de horas de frio durante a dormência. No ano de 2007 foram acumuladas 666,9 UF ou 382,6 HF (7,2°C) pelo programa computacional “HoraFrio”, do Departamento de Agrometeorologia da (EPAGRI) Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária (BOTELHO et al., 2006), sendo esse frio insuficiente para a cultivar Gala Brookfield exigente, em

600 HF e 1000-1100 UF (HAUAGGE, 2007).

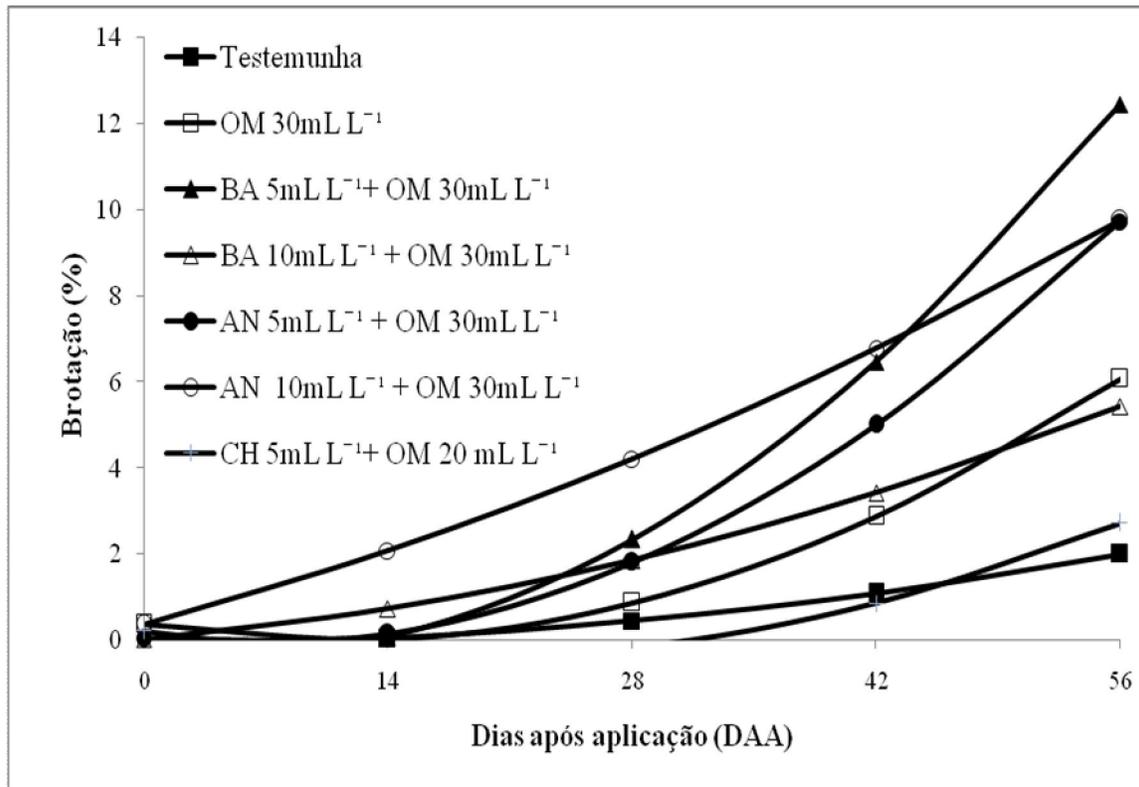


Figura 9. Porcentagem de brotação de gemas de macieira ‘Gala Brooskfield’ após diferentes tratamentos para quebra de dormência. Equações da regressão: Testemunha: $y = -0,1000 + 0,0017x + 0,0006x^2$, $r^2 = 80,95\%$ *; OM 30 mL L⁻¹: $y = 0,3785 - 0,0665x + 0,0030x^2$, $r^2 = 93,91\%$ *; BA 10mL L⁻¹ + OM 30mL L⁻¹: $y = -0,3428 - 0,0367x + 0,0047x^2$, $r^2 = 91,36\%$ *; BA 5mL L⁻¹ + OM 30mL L⁻¹: $y = 0,0285 + 0,0352x + 0,0010x^2$, $r^2 = 95,90\%$ *; AN 5mL L⁻¹ + OM 30mL L⁻¹: $y = 0,0357 - 0,0461x + 0,0030x^2$, $r^2 = 98,33\%$ *; AN 10mL L⁻¹ + OM 30mL L⁻¹: $y = -0,05 + 0,1679x$, $r^2 = 98,85\%$ *; CH 5mL L⁻¹ + OM 20mL L⁻¹: $y = 0,0020 - 0,0727x + 0,0020x^2$, $r^2 = 90,18\%$ *. * = Significativo ao nível de 5% de probabilidade (Guarapuava-PR, 2007).

Para a variável número de frutos por planta (Figura 10), não houve diferença significativa entre os tratamentos. Embora a brotação da cultivar Gala Brooskfield tenha sido baixa, as gemas floríferas tiveram brotação razoável, como observado na Figura 11A, fato este que proporcionou uma quantidade de frutos semelhantes à da cultivar Fuji Kiku, mesmo com brotação total inferior (Figura 11B).

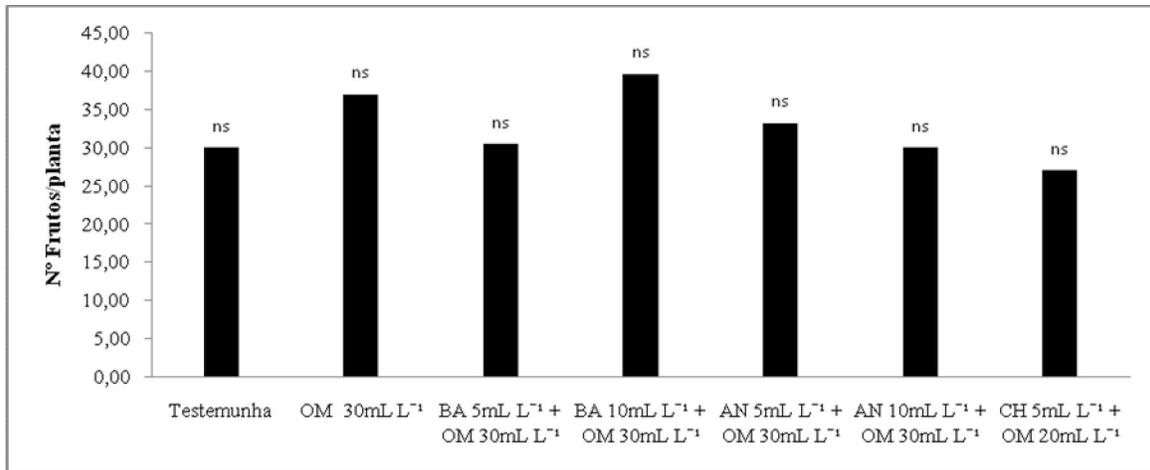


Figura 10. Número de frutos por planta de macieiras ‘Gala Brookfield’ submetidas a diferentes tratamentos para a quebra de dormência (Guarapuava- PR, 2008). ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade

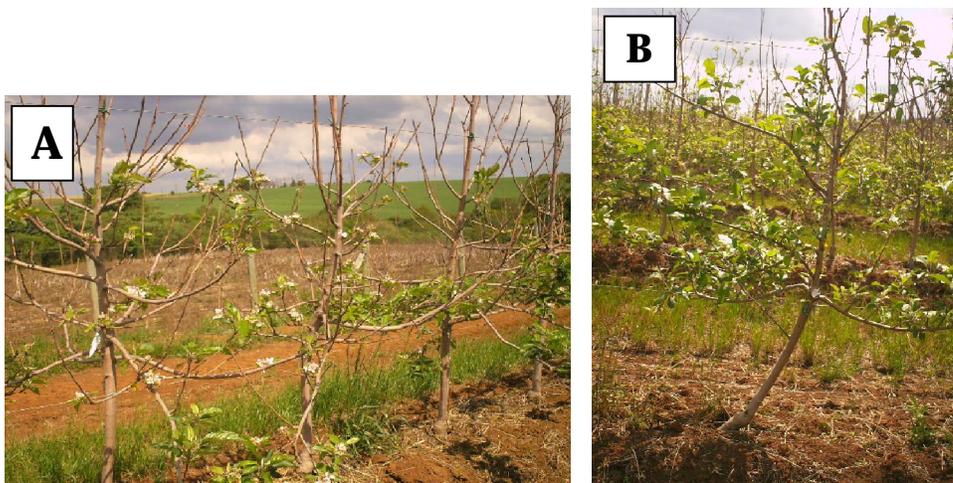


Figura 11. **A** - Gemas floríferas da cultivar Gala Brookfield e **B**- Gemas floríferas da cultivar Fuji Kiku, (19/10/2007) submetidas a diferentes tratamentos para a quebra de dormência (Guarapuava-PR, 2007).

Não houve diferença significativa entre os tratamentos para a variável produtividade. A produtividade foi inferior a 25 t ha⁻¹ para todos os tratamentos (Figura 12). Essa baixa produtividade está relacionada com a deficiente brotação das gemas por falta de frio suficiente e também pelo período de seca após a aplicação dos tratamentos, assim como ocorreu com a cultivar Fuji Kiku. No extrato houve uma tendência de maior produtividade para os tratamentos BA 10mL L⁻¹ + OM 30mL L⁻¹ e AN 5mL L⁻¹ + 30mL L⁻¹, com 20,21 e 19,44 t. ha⁻¹ respectivamente.

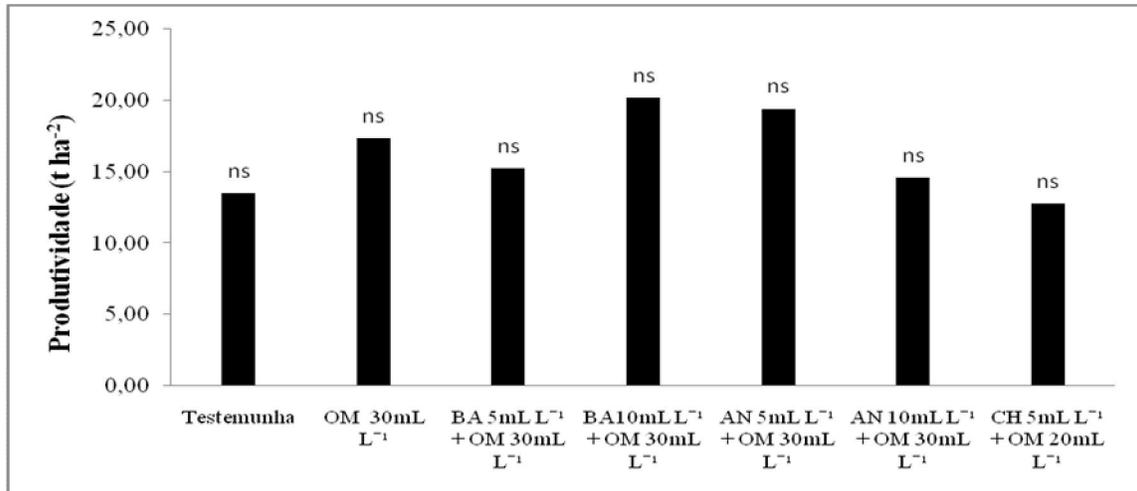


Figura 12. Produtividade (t ha⁻¹) de macieiras ‘Gala Brookfield’ submetidas a diferentes tratamentos para quebra de dormência (Guarapuava- PR, 2008). ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Para a variável massa média de frutos (g), a maior média foi para o tratamento AN 5mL L⁻¹ + OM 30mL L⁻¹, diferindo-se apenas do tratamento testemunha (Figura 14). De maneira geral, o massa dos frutos se enquadra como normal para esta cultivar (CAMILO e DENARDI, 2007).

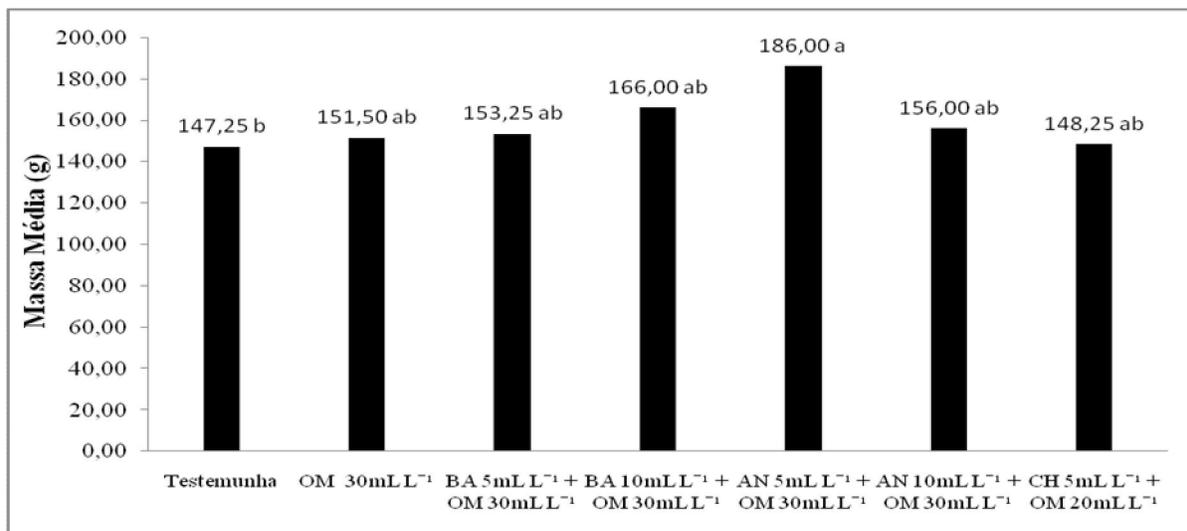


Figura 13. Massa média de frutos (g) de macieiras ‘Gala Brookfield’ submetidos a diferentes tratamentos para quebra de dormência (Guarapuava-PR, 2008). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Student Newman-Keuls (SNK), ao nível de 5% de probabilidade.

Para a variável firmeza da polpa, os tratamentos testemunha, OM 30mL L⁻¹, BA 5mL L⁻¹ + OM 30mL L⁻¹ e AN 10mL L⁻¹ + OM 30mL L⁻¹ diferiram-se significativamente do tratamentos CH 5mL L⁻¹+ OM 20mL L⁻¹, sendo este o que teve a menor firmeza da polpa (Figura 14).

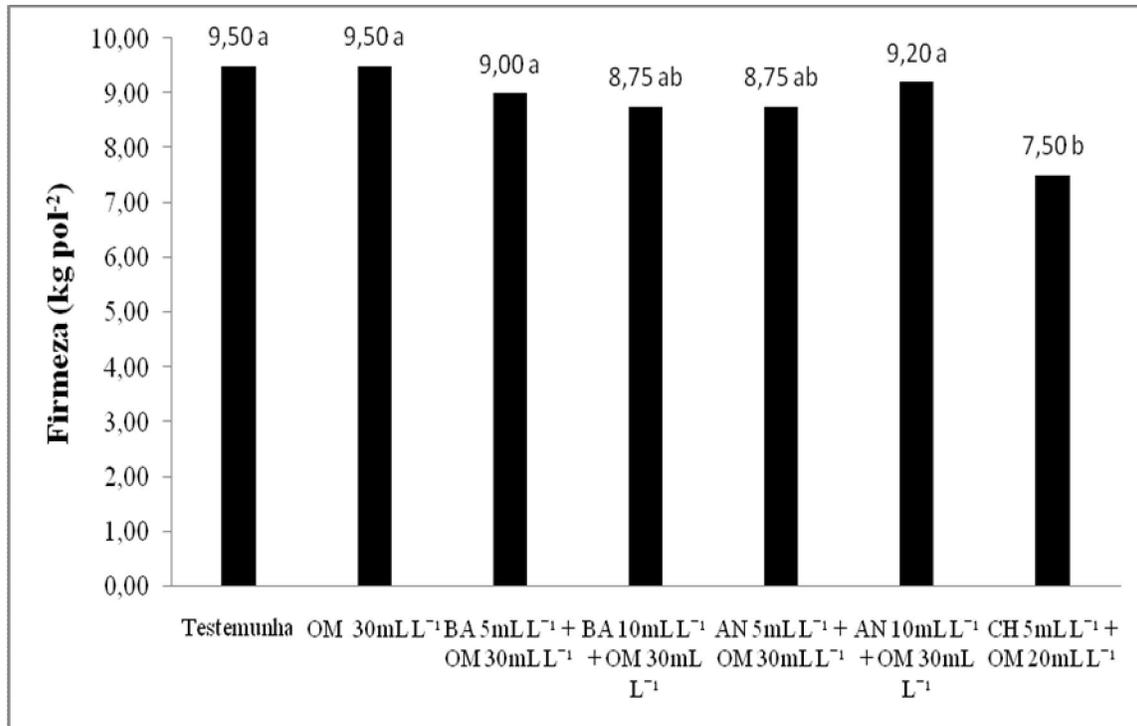


Figura 14. Firmeza da polpa (kg pol²) de frutos de macieiras ‘Gala Brookfield’ submetidas a diferentes tratamentos para a quebra de dormência (Guarapuava- PR, 2008), Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Student Newman-Keuls (SNK), ao nível de 5% de probabilidade

O teor de sólidos solúveis totais (SST) para a cv. Gala Brookfield variou entre 10,39% e 11,43%. Segundo Fontoura (1987), níveis adequados para consumo *in natura* são superiores ou iguais a 10,80%. Apenas os tratamentos BA 5mL L⁻¹ + OM 30mL L⁻¹ e AN 5mL L⁻¹ + OM 30mL L⁻¹ apresentaram essas características de SST. Não houve diferença significativa entre os tratamentos (Figura 15). De acordo com Argenta (2007) no período correspondente a comercialização, os teores de SST tem sido de 11,2 e 12,4 °Brix para a cultivar Gala.

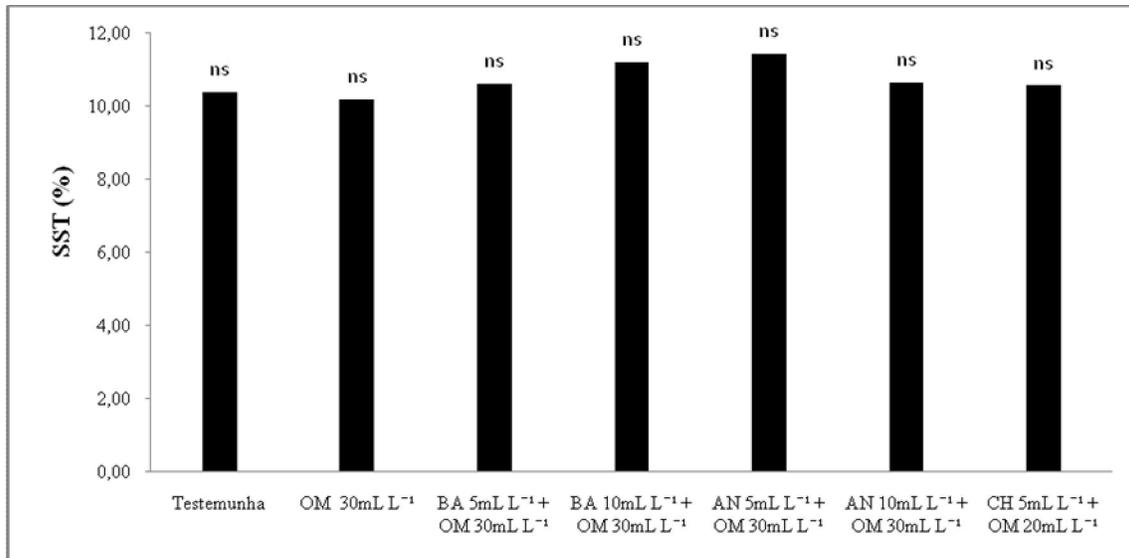


Figura 15. Teor de sólidos solúveis totais (SST) de frutos de macieiras ‘Gala Brookfield’ submetidas a diferentes tratamentos para a quebra de dormência (Guarapuava- PR, 2008), ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

De acordo com a Figura 16, não houveram diferenças significativas entre os tratamentos. A acidez titulável total (ATT) em porcentagem de ácido málico para a cv. Gala Brookfield apresentou-se dentro dos parâmetros normais para a comercialização, que deve estar compreendida entre 0,20-0,70% em ácido málico (ZAMBIAZI, 1987).

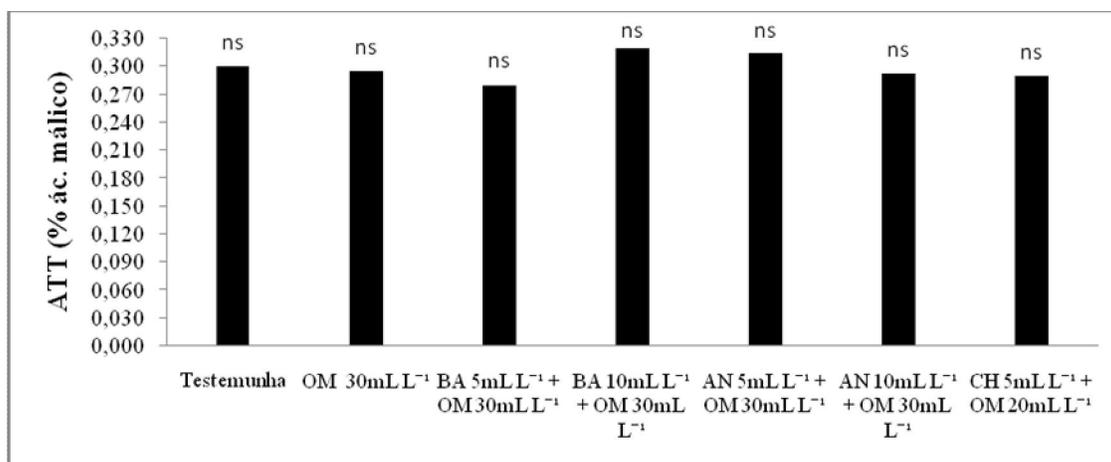


Figura16. Acidez titulável total em porcentagem de ácido málico de frutos de macieira ‘Gala Brookfield’ submetidas a diferentes tratamentos para quebra de dormência (Guarapuava- PR, 2008), ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

5.3 Cultivar Castel Gala

Em relação à porcentagem de brotação de mini-estacas de macieira ‘Castel Gala’, os melhores tratamentos foram o BA 5mL L⁻¹ + OM 30mL L⁻¹ e OM 30mL L⁻¹, como observado nas cultivares Fuji Kiku e Gala Brooksfild em campo. Diferentemente da porcentagem de brotação das cultivares à campo, a cultivar Castel Gala alcançou brotação de 100% aos 42 dias, isso porque, as estacas no laboratório estavam em bandejas com água até a borda, o que de certa forma eliminou o efeito negativo do déficit hídrico que ocorreu com as cultivares à campo. Como mencionado anteriormente e comprovado pelo experimento em laboratório a precipitação tem efeito direto na potencialização dos tratamentos.

Doses superiores a 10mL L⁻¹ de extrato de alho tem pouco resultado expressivo na brotação das gemas, como observado no experimento em laboratório. Todos os demais tratamentos superaram a testemunha (Figura 17), comprovando a atividade do alho. De acordo com Kubota et al. (1999a) e, também verificado nos experimentos acima, o extrato de alho têm se mostrado efetivos para a superação da dormência devido substâncias ativas presentes, responsáveis pela quebra de dormência de gemas que são compostos voláteis contendo enxofre e com um grupo allil (CHO₂CHCH₂).

A utilização do alho não somente é eficiente para a brotação das gemas, como também é economicamente viável de acordo com Botelho e Müller (2007b) e comprovado pela comparação de custos na Tabela 1 e Tabela 2.

Tabela 1. Comparação do custo de aplicação com as doses superiores dos tratamentos com Dormex®, Bioalho®, Óleo mineral e alho natural para 1 ha de macieiras.

Produtos utilizados para quebra de dormência	Doses utilizadas (mL L⁻¹)	Quantidade de produto comercial	Preço do produto (R\$)	Quantidade e de Produto Necessário	Custo do produto/ha (R\$)
Dormex™ (490 gL ⁻¹ H ₂ CN ₂ , Basf S.A)	10	1L	58,00 un	5 L	290,00
Alho natural	5	15 kg	4,12 kg	5 L	61,80
Assist®	20	1 L	12,00 un	10 L	120,00
Assist®	30	1 L	12,00 un	15 L	180,00
Bioalho	5	1 L	66,00 un	2,5 L	165,00

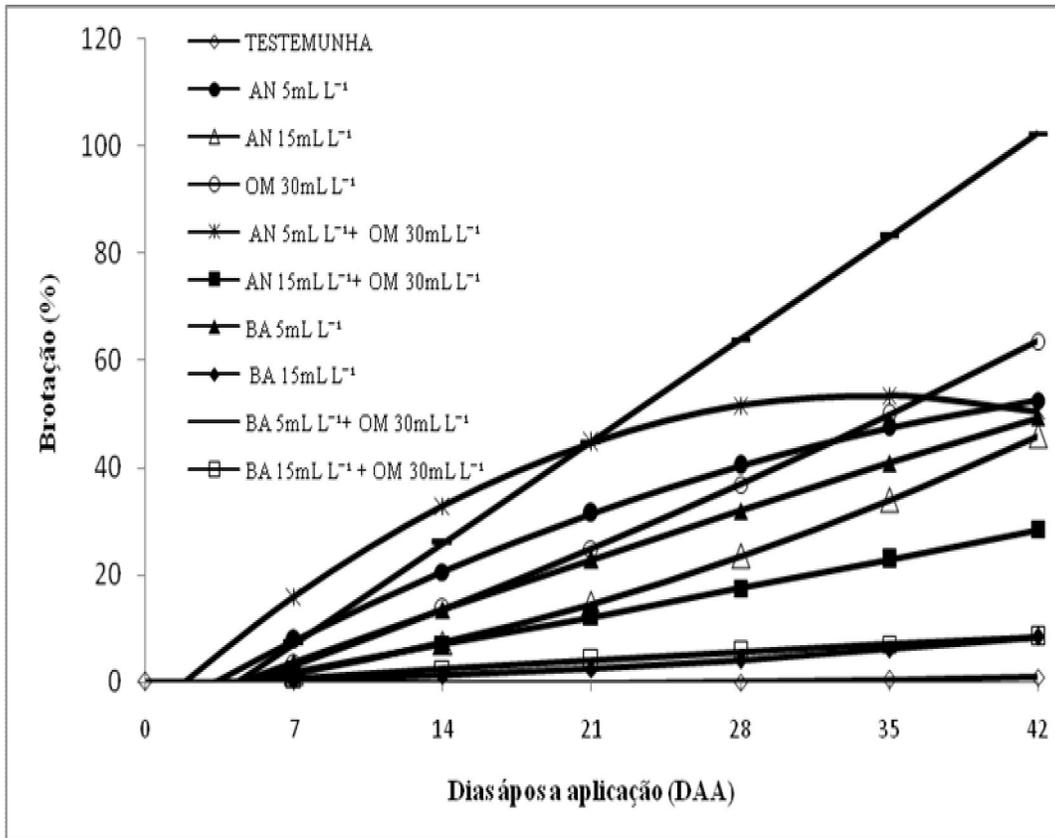


Figura 17. Porcentagem de brotação de gemas de macieira ‘Castel Gala’ tratadas com diferentes produtos para a quebra da dormência. Equações da regressão: Testemunha: $y = 0,1488 - 0,0446x + 0,0015x^2$, $r^2 = 72,22\%*$; 5mL L⁻¹AN: $y = -6,8154 + 2,2321x - 0,0194x^2$, $r^2 = 92,34\%*$; 15mL L⁻¹ AN: $y = -2,4404 - 0,4783x + 0,0160x^2$, $r^2 = 96,94\%*$; 30mL L⁻¹ OM: $y = -6,1904 + 1,2946x + 0,0088x^2$, $r^2 = 91,17\%*$; 5mL L⁻¹ AN + 30mL L⁻¹ OM: $y = -5,6547 + 3,4566x - 0,0504x^2$, $r^2 = 88,73\%*$; 15mL L⁻¹AN + 30mL L⁻¹ OM: $y = -2,7976 + 0,6823x + 0,0015x^2$, $r^2 = 92,30\%*$; 5mL L⁻¹ BA: $y = 0,0595 - 0,0255x + 0,0024x^2$, $r^2 = 86,11\%*$; 15mL L⁻¹ BA: $y = -6,2797 + 1,4540x - 0,0030x^2$, $r^2 = 87,12\%*$; 5mL L⁻¹ BA + 30mL L⁻¹ OM: $y = -11,741 + 2,7100x$, $r^2 = 100\%*$; 15mL L⁻¹ BA + 30mL L⁻¹ OM: $y = -0,3869 + 0,0701x + 0,0033x^2$, $r^2 = 92,27\%*$. * = Significativo à nível de 5% de probabilidade, (Guarapuava-PR, 2007).

Tabela 2. Comparação do custo de aplicação dos melhores tratamentos para a quebra de dormência em pomar comercial com o Dormex® para 1 ha de macieiras.

Tratamentos	Preço da aplicação dos respectivos tratamentos	Total
BA 5mL L ⁻¹ + OM 30mL L ⁻¹	165,00 + 180,00	345,00
AN 5mL L ⁻¹ + OM 30mL L ⁻¹	61,80 + 180,00	241,80
AN 10mL L ⁻¹ + OM 30mL L ⁻¹	123,6 + 180,00	303,6
CH 5mL L ⁻¹ + OM 20mL L ⁻¹	290,00 + 120,00	410,00

6. CONCLUSÃO

As cultivares produzidas em pomar comercial, apresentaram deficiente brotação das gemas em virtude da falta de frio e também da baixa precipitação após a aplicação dos tratamentos. O tratamento BA 5mL L⁻¹ + OM 30mL L⁻¹ foi o melhor tratamento para todas as cultivares.

O uso de alho não só se mostrou um eficiente método para a superação da dormência em macieiras, como também superou o tratamento com cianamida hidrogenada. O alho é uma alternativa eficaz para o uso em sistemas agroecológicos, é um produto natural que possui melhores características e resultados que o produto comercial destinado para a quebra da dormência.

Não houve efeito marcante dos tratamentos nas características físico-químicas dos frutos, ou seja, peso médio, sólidos solúveis totais e acidez titulável total.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMBERGER, A. Uptake and metabolism of hydrogen cyanamide in plants. In: INTERNATIONAL SEMINAR OF BUD DORMANCY IN GRAPEVINES POTENTIAL AND PRACTICAL USES OF HYDROGEN CYANAMIDE ON GRAPEVINES, Davis. **Proceedings...** Davis: University of California, 1984. p.5-10.

ANKRI, S.; MIRELMAN, D. Antimicrobial properties of allicin from garlic. **Microbes and Infection/Institut Pasteur**, Paris, v.1, n.2, p.125-129, 1999.

ARAÚJO, M. M.; FORTES, G. R. de L.; SANTOS FILHO, B. Thidiazuron: uma alternativa para superar a dormência de gemas de macieira (*Malus domestica*, Borkh. L). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.223, n.3, p. 249 – 253, 1991.

ARGENTA, C. L. Fisiologia pós-colheita: Maturação, colheita e armazenagem dos frutos. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis: EPAGRI, 2007. p.691-724.

BONNAIRE, A. e RIEDER ,G. Cianamida hidrogenada: Un nuevo regulador de crecimiento para uva mesa. **Aconex**, Santiago, v.9, p.21-22, 1985.

BONETI, J. I. da S.; CESA, J. D.; PETRI, J. L.; BLEICHER, J. Evolução da cultura da macieira. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis: EPAGRI, 2007. p.37-56.

BOTELHO, R. V.; MÜLLER, M. M. L. Extrato de alho como alternativa na quebra de dormência de gemas em macieiras cv. Fuji kiku. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 037-041, 2007a.

BOTELHO, R. V.; MÜLLER, M. M. L. Avaliação do extrato de alho sobre gema dormente em macieiras 'Royal Gala'. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Austrália, n.47, p.738–741, 2007b.

BOTELHO, R.V.; AYUB, R. A.; MÜLLER, M. M. L. Somatória de horas de frio e de unidades de frio e diferentes regiões do estado do Paraná. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.7, n.1-2, p.89-96, 2006.

BOTELHO, R.V.; PIRES, E. J. P.; TERRA, M. M. Brotação e produtividade de videiras da cultivar centennial seedless (*Vitis vinifera* L.) tratadas com cianamida hidrogenada na região noroeste do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.3, p.611-614, 2002.

CAMILO, P. A.; DENARDI, F. Cultivares: Descrição e comportamento no sul do Brasil. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis: EPAGRI, 2007. p.113-165.

CARVALHO, C. R. L.; CARVALHO, P. R. N.; MANTOVANI, D. M. B.; MORAES, R. M. **Análise química de alimentos**. Campinas: ITAL, 1990. 121p.

CARVALHO, R. I. N.; ZANETTE, F.; FORTES, L. L. Avaliação da intensidade da dormência em gemas de macieira cv. Gala (*Malus domestica* Borkh. L). **Revista do Setor de Ciências Agrárias**, Curitiba, v.10, n.1-2, p.53-57, 1988.

CARVALHO, R. I. N.; ZANETTE, F. Dinâmica da dormência de gemas de macieira ‘Imperial Gala’ durante o outono e inverno em região de baixa ocorrência de frio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.26, n.1, p.65-68, 2004.

CAVALLITO, C.; BAILEY, J. H. e BUCK, J. S. Allicin, the antibacterial principle of *Allium sativum* II. Its precursor and “essential oil” of garlic. **Journal of Experimental Agriculture Chemical**, Washington, v.67, n., p.1032-1033, 1944.

CHARIANI, K.; STEBBINS, R.L. Chilling requirements of Apples and Pear cultivars. **Fruit Varieties Journal**, Blacksburg, v.48, n. 4, p.215-222, 1994.

CITADINI, I.; RASEIRA, M. C. B.; HERTER, F. G. e SILVEIRA, C. A. P. Avaliação da necessidade de frio em pessegueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.3, p.703-706, 2002.

CRABBÉ, J.; BARNOLA, P. A. New conceptual approach to bud dormancy in woody plants. In: LANG, G. A. (Ed.) Plant dormancy: **Physiology, biochemistry and molecular biology**. New York: CAB International, p.83-113, 1996.

COOK, N.C.; BELLSTEDT, D.U. Chilling response of 'Granny Smith' apple lateral buds inhibited by distal shoot tissues. **Scientia Horticulture**, Amsterdam, v.89, p.299-308, 2001.

COOK, N. C.; JACOBS, G. Suboptimal winter chilling impedes development of acrotony in apple shoots. **HortScience**, Alexandria, v.34; n.7; p.1.213-1.216, 1999.

COUVILLON, G. A. Temperature and stress effects on rest in fruit trees: a review. **Acta Horticulturae**, Leuven, n.395, p.11-20, 1994.

DENNIS JR., F.G. Chilling requirements for the breaking of dormancy in buds of woody plants. **HortScience**, Alexandria, v.28, n.3, p.347-350, 2003.

EREZ, A. Bud dormancy: Phenomenon, problems and solutions in the tropics and subtropics. In: Temperate fruit crops in warm climates. **Kluwer Academic Publishers**, London, 2000. , p.17-48.

EREZ, A. Means to compensate for insufficient chilling to improve bloom and leafing. **Acta Horticulturae**, Leuven, n.395, p.81-95, 1995.

EREZ, A.; COUVILLON, G. A. A characterization of the influence of moderate temperatures on rest completion in the peach. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mount Vermon, v.112, n.4, p.677-680, 1986.

EREZ, A.; COUVILLON, G.A.; HENDERSHOTT, C.H. Quantitative chilling enhancement and negation in peach buds by high temperature in a daily cycle. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mount Vermon, v.104, n.4, p.536-540, 1979.

EREZ, A.; LAVEE, S.; SAMISH, R. M. Improved Methods for Breaking Rest in the Peach and Other Deciduous Fruit Species. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mount Vermon, v.96, n.4, p.519-522, 1971.

FAUST, M.; EREZ, A.; ROWLAND, L. J.; WANG, S. Y.; NORMAN, H. A. Bud dormancy in perennial fruit tress: physiological basis for dormancy induction, maintenance, and release. **HortScience**, Alexandria, v.32, n.4, p.623-629, 1997.

FEBVRE, E. **Contribution a l'étude du développement de boutures de Saule (*Salix babylonica* L.) cultivées *in vitro*. Influence de différentes températures de culture; induction d'une dormance et conséquences morphogènes.** 1981. 74p. Tese (Doutorado) – Université de Clermont, Clermont.

FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 4.0. In: FERREIRA, D. F. **Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria**, São Carlos: SISVAR, 2000. n. 4, p. 255-258..

FUCHIGAMI, L. H.; WEISER, C. J.; KOBAYASHI, K. D.; TIMMIS, R.; GUSTA, V. A degree growth stage (°GS) model and cold acclimation in temperate woody plants. In: LI, P.H.; SAKAI, A. (Ed.). **Plant cold hardiness and freezing stress: II Plant acclimation.** New York: Academic Press, 1982. p.93-116.

GALSTON, A.; DAVIES, P. J. **Control mechanisms in plant development.** São Paulo: Edgard Blucher, 1972. 171p.

GALET, P. **Précis de Viticultura.** 3.ed. Montpellier: DEHAN, 1976, 584p.

GEMMA, H. Rest breaking in Delaware grape. **Acta Horticulturae**, Leuven, n.395, p.127-133, 1995.

GOLDBACK, H., THALER, C., WÜNSCH, A. Decomposition of ¹⁴C- labelled cyanamide in *Vitis vinifera* cuttings. **Journal of Plant Physiology**, Stuttgart, v.133, n., p.299-303, 1988.

HARRIS, J. C.; COTRELL, S. L.; PLUMMER, S. e LLOYD, D. Antimicrobial properties of *Allium sativum*L (Garlic) **Applied Microbiology and Biotechnology**, Heidelberg, v.57, n., p.282-286, 2001.

HAUAGGE, R. **Fruticultura: Opção de Desenvolvimento para o Paraná.** In: I ENCONTRO PARANAENSE DE FRUTICULTURA, Guarapuava, **Anais...** Guarapuava: UNICENTRO-Universidade Estadual do Centro Oeste, 2007. p .50-55.

HERTER , F. G.; MACHADO, L. B; OLIVEIRA ,M. F.; DA SILVA, J. B. Efeito do frio na brotação de gemas de pereira (*Pyrus communis* L.) cv. Carrick, em Pelotas-RS. **Revista Brasileira de**

Fruticultura, Jaboticabal, v.23, n.2, p.261-264, 2001.

HOPPING, M. E. Effect of growth regulators and dormancy-breaking chemicals on bud break and yield of 'Palomino' *Grape vinis*. **New Zealand Journal of Experimental Agriculture**, Auckland, v.5, p.339-343, 1977.

HOSOKI, T.; SAKAI, M.; HAMADA, M.; TAKETANI, K. Breaking bud dormency in corms and trees with sulfide compounds in garlic and horseradish. **HortScience**, Alexandria, v.21, p.114-116, 1986.

IAPAR. Classificação climática do Paraná. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=863>>. Acesso em: 19 dez. 2008.

IUCHI, V. L.; IUCHI, T.; BRIGHENTI, E.; RENATO, D. Quebra da dormência da macieira (*Malus domestica* Bork.L) em São Joaquim-SC. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.168-174, 2002.

IUCHI, T.; OLIVEIRA, J. O.; IUCHI, V. L. Efeito do óleo mineral e DNOC sobre quebra de dormência de macieira (*Malus doméstica* Bork L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.9, n.2, p.15-21, 1987.

KOBAYASHI, K. D.; FUCHIGAMI, L. H.; ENGLISH, M. J. Modeling temperature requirements for rest development in *Cornus sericea*. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mount Vermon, v.107, n.5, p.914- 918, 1982.

KOCHHAR, S.; KOCHHOR, V. K.; KHANDUJA, S. D. Changes in the Pattern of isoperoxidases in the dormant canes of 'Thompson Seedless' grapes. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v29, n.2, p.137-138, 1978.

KÖPPEN, W. Das Geographische System der Klimate. In: KÖPPEN, W. and GEIGER, R. (Ed.). **Handbuch der Klimatologie**: Berlin: Gebr. Borntrager, 1936. p.44.

KUBOTA, N.; MATTHEWS, M. A.; TAKAHAGI, T. Effects of garlic preparations and calcium and

hydrogen cyanamides on budbreak of grapevines grown in greenhouses. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v.51, p.409-414, 2000.

KUBOTA, N.; MIYAMUKI, M. Breaking bud dormancy in grapevines with garlic paste. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.117, p.898-901, 1992.

KUBOTA, N.; MIYAMUKI, M.; YAMANE, Y.; KOBAYASHI, A.; MIZUTANI, F. Breaking bud dormancy in grapevine cuttings with garlic volatiles. **Journal of the Japan Society for Horticultural Science**, Sakyō-Ru, v.6, p.927-931, 1999a.

KUBOTA, N.; YAMANE, Y.; TORIU, K.; KAWAZU, K.; HIGUCHI, T.; NISHIMURA, S. Identification of active substances in garlic responsible for breaking bud dormancy in grapevines. **Journal of the Japan Society for Horticultural Science**, Sakyō-Ru v.68, p.1111-1117, 1999b.

LAVEE, S. Dormancy and break in warm climates; consideration of growth regulator involvement. **Acta Horticulture**, Leuven, v.34, p.255-234, 1973.

LAWSON, L. D. The composition and chemistry of garlic cloves and processed garlic. In: KOCH, H. P. & LAWSON, L. D. (Ed.). **Garlic: The Science and Therapeutic Application of *Allium sativum* L and Related Species**. 2.ed. Baltimore: Williams and Wilkins, 1996. p.37-107.

LEITE, G.B. **Evolution des états des bourgeons et de leur hétérogénéité le long du rameau d'un an de pèche sous différents régimes de températures après l'installation de l'endodormance**. Tese (Doutorado) - Université Blaise Pascal, Montpellier, 2004.

LEMAR, K. M.; MULLER, C. T.; PLUMMER, S. e LLOYD, D. Cell death mechanisms in the human opportunist pathogen *Candida albicans*. **Journal of Eukaryot Microbiology**, v.50, n., p.685-686, 2003.

LI, C.; JUNTILLA, O.; ERNSTSEN, A.; HEINO, P.; PALVA, T. Photoperiodic control of growth, cold acclimation and dormancy development in silver birch (*Betula pendula*) ecotypes. **Physiologia Plantarum**, Frederiksberg, v.117, n.2, p.206-212, 2003.

LITTLE, C. R.; BARRAND, L. The effect of preharvest, postharvest and storage conditions on some fruit disorders. In: INTERNATIONAL. CONTROLLED ATMOSPHERE PRESS CONFERENCE, 5., 1989, Washington. **Proceedings...** Washington, 1989, v. 1, p. 185-192.

MANFROI, V.; MARODIN, G.A.B.; SEIBERT, E. Quebra de dormência e antecipação da colheita em videira cv. Niagara Rosada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.8, n.1, p.65-74. 1996.

MARODIN, G. A. B.; ROMÁN, A. E. B. Acianamida hidrogenada, o óleo mineral e o extrato de alho na quebra de dormência e produção da ameixeira 'shiro' em texcoco_México. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.3, n. 2, p. 177-181, 1997.

MARODIN, G. A. B.; FRANCISCONI, A. H. D.; GALLOIS, E. S. P. Efeito de produtos químicos na quebra de dormência e produção de Pereira (*Pyrus communis*, L.) cv. Packham's Triumph. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.14, n.1, p.155 - 160, 1992.

MARODIN, G. A. B.; LUCHESE, O. A.; MANFROI, V.; GERHARDT, I. R.; AMARO, S. S. A Cianamida hidrogenada e Óleo Mineral na quebra da dormência e produção do pessegueiro cv. "Chiripá". In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 1998, Fortaleza. **Resumos...**, Ceara: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1989. v.10, n., p.56.

MARQUAT, C.; VANDAMME, M.; GENDRAUD, M.; PÉTEL, G. Dormancy in vegetative buds of peach: relation between carbohydrate absorption potentials and carbohydrate concentration in the bud during dormancy and its release. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.79, p.151-162, 1999.

MATSUURA, Y. **Garlic**. Japan: Koryo, 1983. v.138, p.133-134.

MAUGET, J. C. Dormance des bourgeons chez les arbres fruitiers de climat tempéré. In: GUYADER, H. (Ed.). **Le développement des végétaux: aspects théoriques et synthétiques**. Paris: Masson, 1983. p.133-150.

MCARTNEY, S.J.; WALKER, J.T.S. Current situation and future challenges facing the production and marketing of organic fruit in Oceania. **Acta Horticulturae**, Leuven, n.638, p.387- 396, 2004.

MIELE, A. Efeito da cianamida hidrogenada na quebra de dormência das gemas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.3. p.315-324, 1991.

MOCHIOKA, H.R.; OGATA, S.; SHIOZAKI, T.; KUROOKA, S. The influence of substances related to ethylene biosyntheses on breaking bud dormancy in grapi vines. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Sciences**, Sakyō-Ru, v.67, n.6, p. 902-906, 1998.

NAGELKERKE, J. F.; VAN DE WATER, B.; TWISS, I. M.; ZOETEWEEY, J. P.; de BONT, H. J.; DOGTEROM, P. e MULDER, G. J. Role of microtubule in secretion of very-low-density lipoprotein in isolated rat hepatocytes: early effects of thiol reagents. **Hepatology**, Rochester, v.4, p.1259-1268, 1991.

NISSILA, P.C.; FUCHIGAMI, L.H. The relationship between vegetative maturity and the first stage of cold acclimation. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mount Vernon, v.103, n.4, p.710-711, 1978.

NORTH, M. Effect of application date on the rest-breaking action of cyanamide on Golden delicious apples. **Deciduous Fruit Grower**, Bellville v.43, p.470-472, 1993.

NORTON, R. A.; STEBBINS, R. L.; LANE, W. D.; BALLARD, J. A. The strains of Gala, Fuji, and Joangold described. **Good Fruit Grower**, Yakima, v. 40, n. 7, p. 40-42, 1989.

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

OR, E.; VILOZNY, I.; FENNELL, A. Dormancy in grape buds: isolation and characterization of catalase cDNA and analysis of its expression following chemical induction of bud dormancy release. **Plant Science**, Limerick, v.162, p.121-130, 2002.

PASQUAL, M.; PETRI, J. L. Efeito de diferentes sais de dinitro na quebra da dormência da macieira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 5, 1979, Pelotas. **Anais Sociedade Brasileira de Fruticultura**, Pelotas, v. 1, n., p. 339- 350, 1979

PEREIRA, J. E. S.; FORTES, G. R. L.; SILVA, J. B. Efeito da aplicação de baixa temperatura em plantas de macieira sobre o crescimento durante a aclimatização. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.1, p.89-95, 2001.

PETRI, J. L.; PALLADINI, L. A.; SCHUCK, E.; DUCROQUET, J. H. H. J.; MATOS, C. S. A Cultura da Macieira. In: PETRI, J. L.; PALLADINI, L. A. **Dormência e indução da brotação de fruteiras de clima temperado**. Florianópolis: EPAGRI, 1996. 110p.

PETRI, J. L.; PALLADINI, L. A.; SCHUCK, E.; DUCROQUET, J. H. H. J.; MATOS, C. S. A.; POLA, A. C. A cultura da macieira. In: PETRI, J. L.; PALLADINI, J. A.; POLA, A. C. **Dormência e indução da brotação da macieira**. Florianópolis: EPAGRI, 2002. 261-298p.

PETRI, J. L.; PALLADINI, L. A.; SCHUCK, E.; DUCROQUET, J. P. H. J.; MATOS, C. S.; POLA, A. C. A Cultura da Macieira. In: PETRI, J. L.; PALLADINI, L. A.; POLA, A. C. **Dormência e indução da brotação de fruteiras de clima temperado**. Florianópolis, EPAGRI, 1999. 15p.

PINTO, M.; LIRA, W.; UGALDE, H. **Fisiología de la latencia de las yemas de vid: hipótesis actuales**. Disponível em:<www.gie.uchile.cl>. Acesso em: 30 abr , 2004.

PRASAD, K. T.; ANDERSON, M.D.; MARTIN, B. A.; STEWART, C.R. Evidence for chilling-induced oxidadptive stress in maize seedlings and a regulatory role for hydrogen peroxide. **The Plant Cell**, Rockville, v.6, p.65, 1994.

PUTTI, G. L.; PETRI, J. L.; MENDEZ, M. E. Efeito da intensidade do frio no tempo e porcentagem de gemas brotadas em macieiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.2, p.199-202, 2003.

RANDO, R. R. Allyl alcohol-induced irreversible inhibition of yeast alcohol dehydrogenase. **Biochemical Pharmacology**, London, v.23, p.2328-2331, 1974.

RIZZON, L. A.; BERNARDI, A. L.; MIGLLE, A. Características analíticas dos sucos de maçã Gala, Goldem delicius e Fuji. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.4, p.750-756, 2005.

ROBERTO, S. R.; KAGUEYAMA, M. H.; SANTOS, C. E. Indução da brotação da macieira 'eva' em região de baixa incidência de frio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.28, n.1, p.128-130, 2006.

RODRIGUES, A. J.; SHERMAN, W. B.; SCORZA, R.; OKIE, W.R.; WISNIEWSKI, M. Evergreen peachand its inheritance. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mount Vermon, v.119, p.789, 1994.

SAMISH, R.M.; LAVEE, S.; EREZ, A. The Physiology of rest and its application to fruit growing. **The National and University Institute of Agriculture**, Bet. Dagan, p.65, 1967.

SAMISH, R. M. Dormancy in woody-plants. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v.5, p.183-204, 1954.

SANCHEZ, E.S. **Evaluación del extrato de ajo como estimulador de la brotación en ciruelo japonés, *Prunus salicina* L. 'Santa Rosa'**. 1992. 63 p. Dissertação (Mestrado em Fruticultura) – Colegio de Postgraduados, Centro de Fruticultura, Texcocco.

SANHUEZA, R. M. V.; ANDRIGUETO, J. R.; KOSOSKI, A. R. Situação atual da produção integrada de frutas no Brasil. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO INTEGRADA DE FRUTAS, 5., 2003, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: Embrapa- CNPUV, 2003. p. 23-25.

SAURE, M. C. Dormancy release in deciduous fruit trees. **Horticultural Reviews**, Westport, v.7, p.239-299, 1985.

SETTIMI, L.; DAVANZO, F.; FARAONI, MICELI, G.; RICHMOND, D.; CALVERT, G.M. Update: Hidrogen Cyanamide-related Illnesses-Italy, 2002-2004. **Morbidity and Mortality Weekly Report**, Atlanta, v.54, p.405-408, 2005.

SHALTOUT, A. D.; UNRATH, C. R. Rest completion prediction model for 'Starkrimson Delicious' apples. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.108, n.6, p.957-961, 1983.

SHULMAN, Y., NIR, G., LAVEE, S. Oxidative processes in bud dormancy and the use of hydrogen cyanamide in breaking dormancy. **Acta Horticulture**, Leuven, v.179, p.141- 48, 1986.

TAIZ, E.; ZEIGER, L. Fisiologia vegetal. 3.ed. Porto Alegre: ARTMED , 2004. 719p.

TAYLORSON, R. B.; HENDRICKS, P. Dormancy in seeds. **Annual Review of Plant Physiology**, v.28, p.331-354, 1977.

VESTENA, L. R.; THOMAZ, E. L. **Aspectos climáticos de Guarapuava- PR**, Guarapuava: UNICENTRO, 2003. 106p.

VENGEROVSKII, A. I; SEDYKH, I. M. e SARATIKOV, A. S. Effectiveness of hepatoprotective agentis in experimental allyl alcohol poisoning. **Gigiena truda i professional'nye zabolevaniia**, Moskva, p.46-47, 1989.

WALKER, D. R.; SEELEY, S.D. The rest mechanism in deciduos tree fruits as in-fluenced by plant growth susbstances. **Acta Horticulture**, Leuven, v.34, p.235-239, 1973.

WALSH, C.S.; VOLZ, R. 'Gala' and the Red 'Gala' sports: A preliminary comparison of fruit maturity. **Fruit Varieties Journal**, USA, v.1, n.44, p. 18-22, 1990.

WEAVER, R. J.; Mc CUNE, S. B.; COMBE, B. G. Effects of various chemicals and treatments on rest periods of grapes buds. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v.12, p.131-142, 1961.

WEAVER, R.J. Use of Breaking rest in buds of *Vitis vinifera*. **Nature**, v.197, p.207-208, 1963.

YU, T. H.; WU, C.; LIOU, Y.C. Volatile compounds from garlic. **Journal of Experimental Agriculture Chemical**. Washington, v.37, p.725-730, 1989.

ZAMBIAZI, R. C. **Ação de agentes químicos na inibição do escurecimento durante o processamento e armazenamento de maçãs desidratadas (*Malus domestica* Bork.L).** 1987. Tese (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa ,Viçosa, MG.

ZANETTE, F. Efeito de algumas temperaturas de estocagem sobre a quebra de dormência das gemas e regeneração do sistema radical de porta-enxertos de macieira. **Revista do Setor de Ciências Rurais**, Curitiba, v.4, p.43-47, 1982.

ZANETTE, F.; CARVALHO, R. I. N; DRON, C. Effect of low temperature on dormancy intensity in one, two and three year-old-buds of apple tree. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PLANT DORMANCY, 2., 1999. Angers, **Short Communications...** Angers, 2000. p.13-17.

ZOGHBI, M. B. das G.; L. S.; RAMOS, J.G. S.; MARIA, M. I.; SILVA, A. I. R. da. Volatile sulfides of the Amazonian garlic bush. , **Journal of Experimental Agriculture Chemical**, Washington, n.32, p.1009-1010, 1984.