

# Reguladores de crescimento, importância, perspectivas e utilização

Fernando José Hawerth<sup>11</sup>, Charle Kramer Borges de Macedo<sup>12</sup>,

Fernanda Pelizzari Magrin<sup>12</sup>, José Luiz Petri<sup>13</sup>

## Introdução

Os reguladores de crescimento são compostos naturais ou sintéticos que, em pequenas concentrações, promovem, inibem ou desencadeiam uma série de processos fisiológicos no crescimento e desenvolvimento vegetal, com significativos reflexos na expressão do potencial produtivo. A utilização de reguladores de crescimento vegetal, ou fitorreguladores, é cada vez mais intensa na fruticultura em nível mundial como ferramenta fitotécnica para permitir a ampliação das áreas de cultivo, permitir a melhoria de qualidade e produtividade e modular as épocas de produção e colheita ou mesmo outro processo fisiológico de interesse ao aumento da resposta produtiva.

A constante necessidade de se aumentarem índices produtivos como forma de manter a viabilidade econômica da atividade frutícola ante o constante aumento dos custos de produção exige que os produtores aumentem a eficiência produtiva na condução dos pomares. A utilização de boas práticas agrícolas aliada ao uso adequado de fitorreguladores pode resultar na obtenção de melhorias na produtividade, qualidade e eficiência produtiva no manejo dos pomares.

Existe uma grande quantidade de fitorreguladores com atuação em inúmeros processos fisiológicos, com ações análogas ou antagônicas aos principais hormônios vegetais (auxinas, citocininas, giberelinas, etileno, ácido abscísico, jasmonatos, brassinoesteroides, poliaminas e ácido salicílico). Entre as possibilidades de aplicação dos reguladores de crescimento na fruticultura de clima temperado, podemos destacar o uso na micropropagação, na formação de mudas, na indução da brotação, no aumento da densidade floral, no aumento da frutificação efetiva, no raleio de flores e frutos, no controle do desenvolvimento vegetativo, no aumento do calibre dos frutos, na antecipação e no retardo na maturação, na diminuição da queda pré-colheita, no aumento da capacidade de conservação dos frutos, na redução da ocorrência de distúrbios de ordem fisiológica, na melhoria da qualidade dos frutos, entre outros.

Tendo em vista as particularidades das condições climáticas das principais regiões produtoras de frutíferas de clima temperado no sul do Brasil, caracterizadas pela insuficiente ocorrência de frio durante o período hiernal e pela alta precipitação pluviométrica ao longo de todo ciclo produtivo, a utilização de reguladores de crescimento para melhoria indução de brotação de gemas, o aumento da frutificação e o controle do desenvolvimento vegetativo tornam-se imprescindíveis no manejo dos pomares.

<sup>11</sup>Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho/Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado, Vacaria, RS, e-mail: fernando.hawerth@embrapa.br.

<sup>12</sup>Doutorandos em Produção Vegetal, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC, e-mail: ckbmaced@gmail.com; fpmagrin@gmail.com.

<sup>13</sup>Engenheiro-agrônomo, M.Sc., Epagri/Estação Experimental de Caçador, Caçador, SC, petri@epagri.sc.gov.br.

## 1. Indução da brotação de gemas

A maior parte da cultura da macieira no Brasil está localizada em áreas onde a exigência em frio dos principais cultivares utilizados não é plenamente satisfeita, tornando o uso de substâncias indutoras de brotação um tratamento essencial para a melhoria e uniformização da brotação e a consequente regularização da produção. Reguladores de crescimento e compostos nutricionais podem ser utilizados na indução da brotação de frutíferas (MOHAMED, 2008), porém, entre as opções de indutores de brotação disponíveis no mercado, a cianamida hidrogenada destaca-se pela eficiência na indução da brotação em macieira, sendo utilizada juntamente com óleo mineral no sistema brasileiro de produção de maçãs (PETRI et al., 2006).

Estudos visando à definição do uso de concentrações mais adequadas desses produtos, bem como novas combinações de produtos a fim de proporcionar maior economicidade, menor risco de contaminação ambiental e eficiência no emprego da técnica da indução de brotação, são de grande importância ao sistema de produção de maçãs no Brasil.

Diante da necessidade de se dispor de produtos com menor toxicidade e agressão ao meio ambiente, o desenvolvimento de novos compostos que possuam tais características aliadas à eficiência na indução da brotação é almejado (HAWERROTH et al., 2010a). Seguindo essa tendência, trabalhos realizados no sul do Brasil têm apontado a combinação de Erger<sup>®</sup>, composto à base de nitrogênio, e nitrato de cálcio como eficiente indutor da brotação de gemas em macieira (PETRI et al., 2008b; HAWERROTH et al., 2010 a,b).

Recentemente, trabalhos preliminares evidenciam que o ácido glutâmico apresenta eficiência similar ao tratamento convencional com cianamida hidrogenada, constituindo em um potencial indutor de brotação. Tanto o Erger<sup>®</sup> como o ácido glutâmico apresentam como principal vantagem a menor toxicidade em relação a cianamida hidrogenada.

## 2. Aumento da frutificação pelo uso de fitorreguladores

Em condições adversas, com a polinização e a intensidade de floração baixas, a utilização de fitorreguladores pode ser uma estratégia a ser adotada, de modo a garantir a regularidade da produção de pomáceas. A fertilização nem sempre é pré-requisito para induzir a frutificação e o desenvolvimento de frutos (TROMP & WERTHEIM, 2005). Frutos podem ser produzidos sem que haja formação de sementes, podendo ou não ter ocorrido a fecundação, sendo esse processo denominado partenocarpia. O uso de fitorreguladores durante a floração pode induzir à formação de frutos partenocárpicos, aumentando a frutificação efetiva. De acordo com Tromp & Wertheim (2005), a indução da partenocarpia pelos fitorreguladores é mais bem-sucedida quando há a tendência natural de formação de frutos sem fertilização e quando não existem frutos com sementes na mesma inflorescência. A ação de determinados compostos na frutificação efetiva parece estar associada ao aumento da capacidade de importação de assimilados pelos frutos através da alteração do balanço hormonal. Em observações, Bangerth (2006) e Lakso et al. (2006) verificaram, em frutos em abscisão, reduzido transporte polar de auxina do fruto para o pedúnculo associado ao reduzido suprimento de carboidratos.

A maximização e a regularização dos índices produtivos podem ser obtidas pelo uso de fitorreguladores efetivos no aumento da boa frutificação. Entre os fitorreguladores com ação sobre a frutificação, o tidiazuron (TDZ) apresenta grande eficiência no aumento da frutificação efetiva da macieira, da pereira e de alguns cultivares de ameixeira nas condições brasileiras (PETRI et al., 2001; PETRI, 2008).

O ácido giberélico mostra resultados positivos na frutificação de pereiras (VERCAMMEN & GOMAND, 2008) embora a resposta seja diferenciada entre cultivares. Segundo Deckers & Schoofs (2002), na ausência de fitorreguladores eficientes para o controle do desenvolvimento vegetativo, uma opção para controlar o vigor é

garantir a regularidade em sua produtividade, que pode ser realizado com tratamentos com giberelinas para maximizar a frutificação. Para Lafer (2008), o aumento da frutificação efetiva com aplicação de giberelinas pode ser considerado uma das melhores maneiras de aumentar a produtividade em pereiras. Aplicações com ácido giberélico sobre flores danificadas por geadas induzem à formação de frutos partenocárpicos, aumentando a frutificação, porém aplicações desse fitorregulador em condições favoráveis à frutificação não mostraram nenhum efeito benéfico (LAFER, 2008). De acordo com Deckers & Schoofs (2002), o ácido giberélico ( $GA_3$ ) mostra-se mais eficiente no aumento da frutificação efetiva em pereiras 'Conference' do que o  $GA_{4+7}$  quando aplicados na mesma época e na mesma concentração. O ácido giberélico é o fitorregulador mais utilizado na indução e formação de frutos partenocárpicos (LAFER, 2008).

O uso de inibidores da biossíntese do etileno, como a aminoetoxivinilglicina, pode trazer benefícios quanto à frutificação efetiva. De acordo com Wertheim e Webster (2005), os inibidores de etileno, como a aminoetoxivinilglicina, aplicados na floração efetivamente suprimem a abscisão de frutos em início de desenvolvimento, aumentando o número de sementes por fruto em pereiras. O aumento da frutificação pode ser resultante do prolongamento do período efetivo de polinização devido ao aumento da viabilidade dos óvulos (SANZOL & HERRERO, 2001).

Apesar da diversidade de compostos existentes e com ação comprovada no aumento da frutificação efetiva, são poucas as informações sobre a utilização deles na cultura da macieira e da pereira nas condições sul-brasileiras. A eficiência de utilização de substâncias reguladoras de crescimento é dependente de uma série de fatores, entre os quais pode ser destacada a espécie ou o cultivar estudado, a época de aplicação e a concentração dos produtos utilizados (AMARANTE et al., 2002). A associação desses fatores com outras condições de desenvolvimento pode ter impacto substancial na fisiologia das plantas em resposta ao uso dos produtos. Diante do sucesso limitado de alguns compostos no aumento da frutificação efetiva quando aplicados isoladamente, Wertheim & Webster (2005) sugerem a utilização de combinações de fitorreguladores visando explorar a complementaridade dos efeitos de diferentes substâncias.

### **3. Controle do desenvolvimento vegetativo da macieira**

Nas condições climáticas do sul do Brasil, o período de desenvolvimento vegetativo das macieiras 'Gala' e 'Fuji' mostra-se superior ao observado em típicas regiões de clima temperado, o qual, associado a altas temperaturas e altos índices pluviométricos durante o ciclo, pode resultar em crescimento de ramos acima de 1m, sobretudo em anos de baixa frutificação (Figura 1).



Figura 1. Ramos de macieira 'Fuji Kiku' com crescimento vegetativo excessivo.

Vacaria, RS, 2015 Foto: Fernando José Hawerroth

Preferencialmente, o controle do desenvolvimento vegetativo deve ser realizado por meios naturais, tais como o uso de porta-enxertos de menor vigor e o uso de podas de formação e de podas de frutificação. No entanto, se essas soluções não são passíveis de ser implementadas ou não são suficientes para restringir o vigor da copa, a redução do desenvolvimento vegetativo pode ser obtida pelo uso de fitorreguladores.

Na fruticultura, os inibidores da biossíntese de giberelinas são os principais fitorreguladores que possibilitam restringir o desenvolvimento vegetativo. Vários trabalhos foram desenvolvidos visando à redução do crescimento de ramos pelo uso de substâncias inibidoras da biossíntese de giberelinas (MILLER, 2002; HAWERROTH et al., 2012; HAWERROTH & PETRI, 2014), visto que a alongação de ramos se apresenta relacionada à atividade de giberelinas (OWENS & STOVER, 1999). Entre os fitorreguladores para manejo do dossel da macieira insere-se a proexadiona de cálcio, comercializada no Brasil com o nome de Viviful®, contendo 27,5% de ingrediente ativo. Sua ação baseia-se em bloquear uma ou mais etapas da biossíntese que leva à formação de giberelinas ativas. A proexadiona de cálcio regula os estádios finais da biossíntese de giberelinas por interferir na 3  $\beta$ -hidroxilação (ILIAS & RAJAPAKSE, 2005). O efeito líquido é a redução de giberelinas biologicamente ativas ( $GA_1$ ) pelo aumento nos níveis de giberelinas inativas ( $GA_{20}$ ), uma vez que esse fitorregulador bloqueia a conversão do  $GA_{20}$  para  $GA_1$  (RADEMACHER, 2000). A redução do conteúdo de giberelinas de crescimento ativo e a redução da formação de etileno são as principais causas da diminuição do desenvolvimento vegetativo e do aumento da frutificação respectivamente, resultantes de tratamentos com proexadiona de cálcio (RADEMACHER, 2000; RADEMACHER et al., 2006).

Trabalhos de Miller (2002) e Cline et al. (2008) mostram que a proexadiona de cálcio pode reduzir de 18% a 60% o crescimento de ramos de macieiras. Resultados obtidos por Hawerroth (2010) mostram a efetividade do proexadiona de cálcio na redução do desenvolvimento vegetativo em macieiras 'Imperial Gala' e 'Fuji Suprema' enxertadas no porta-enxerto 'Marubakaido' com interenxerto de M9 nas condições do Sul do Brasil. O aumento da produção de maçãs 'Imperial Gala' proporcionado pelo uso do proexadiona de cálcio, em concentrações de 165 a 330g.ha<sup>-1</sup>, evidencia o potencial de aumento da capacidade produtiva dos pomares quando utilizadas técnicas efetivas no controle do desenvolvimento vegetativo, no intuito de equilibrá-lo em níveis compatíveis a frutificação das plantas. Além da diminuição do dossel vegetativo, observaram-se indícios de que a eficiência dos tratamentos fitossanitários tenha sido otimizada pelo uso do proexadiona de cálcio devido à diminuição do dossel vegetativo (HAWERROTH, 2010). Segundo Rademacher (2009), a redução do desenvolvimento vegetativo pelo proexadiona de cálcio permite reduzir o período de molhamento foliar e aumentar a cobertura das pulverizações, podendo contribuir com a diminuição dos danos causados por pragas e doenças.

## Referências

- AMARANTE, C.V.T.; SIMIONI, A; MEGGUER, C.A.; BLUM, L.E.B. Effect of aminoethoxyvinilglycine (AVG) on preharvest fruit drop and maturity of apples. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.3, p.661-664, 2002.
- BANGERTH, F. Flower induction in perennial fruit trees: still an enigma? **Acta Horticulturae**, v.727, p.177-195, 2006.
- CLINE, J.A; EMBREE, C.G.; HEBB, J.; NICHOLS, D.S. Performance of prohexadione-calcium on shoot growth and fruit quality of apple: Effect of spray surfactants. **Canadian Journal of Plant Science**, v.88, n.1, p.165-174, 2008.
- DECKERS, T.; SCHOOF, H. Improvement of fruit set on young pear trees cultivar 'Conference' with gibberellins. **Acta Horticulturae**, v.596, p.735-743, 2002.
- HAWERROTH, F.J.; PETRI, J.L.; LEITE, G.B.; HERTER, F.G. Brotação de gemas em macieiras Imperial Gala e Fuji Suprema pelo uso de Erger e nitrato de cálcio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, p.1-8, 2010.
- HAWERROTH, F.J. **Uso de fitorreguladores para controle do desenvolvimento vegetativo e aumento da frutificação em macieira e pereira**. 2010, 154f. Tese (Doutorado em Agronomia – Fruticultura de Clima Temperado) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, 2010.
- HAWERROTH, F.J.; PETRI, J.L. Crescimento vegetativo de macieiras 'Fuji Suprema' sob influência da época de aplicação de proexadione cálcio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.36, n.2, p.373-380, 2014.
- HAWERROTH, F.J.; PETRI, J.L.; LEITE, G.B. Budbreak Induction in Apple Trees by Erger and Calcium Nitrate Application. **Acta Horticulturae**, v.884, p.511-516, 2010b.
- HAWERROTH, F.J.; PETRI, J.L.; LEITE, G.B.; YOSHIKAWA, E.R. Épocas de aplicação de proexadione cálcio no controle do desenvolvimento vegetativo de macieiras 'Imperial Gala'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.34, n.4, p.957-963, 2012.

ILIAS, I.; RAJAPAKSE, N. Prohexadione-calcium affects growth and flowering of petunia and impatiens grown under photoselective films. **Scientia Horticulturae**, v.106, p.190-202, 2005.

LAFER, G. Effects of different bioregulator applications on fruit set, yield and fruit quality of 'Williams' pears. **Acta Horticulturae**, v.800, p.183-188, 2008.

LAKSO, A.N.; ROBINSON, T.L.; GREENE, D.W. Integration of environment and fruit abscission via carbon balance modeling: Implications for understanding growth regulators response. **Acta Horticulturae**, v.727, p.321-326, 2006.

MILLER, S.S. Prohexadione-calcium controls vegetative shoot growth in apple. **Journal of Tree Fruit Production**, v.31, n.1, p.11-28, 2002.

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

OWENS, C.L.; STOVER, E. Vegetative growth and flowering of young apple trees in response to prohexadione-calcium. **HortScience**, v.34, n.7, p.1194-1196, 1999.

PETRI, J.L. Problemática da cultura da pereira no Brasil. In: REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DA PEREIRA, 2., **Anais**, Lages, 2008. p.17-19.

PETRI, J.L.; LEITE, G.B.; PUTTI, G.L. Apple tree budbreak promoters in mild winter conditions. **Acta Horticulturae**, v.774, p.291-296, 2008.

PETRI, J.L.; SCHUK, E.; LEITE, G.B. Efeito do thidiazuron (TDZ) na frutificação de fruteiras de clima temperado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.23, n.3, p.513-517, 2001.

RADEMACHER, W. Growth retardants: effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.51, p.501-531, 2000.

RADEMACHER, W. Prohexadione-Ca – A new plant bioregulator for use in apple production. In: ENCONTRO SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 11., 2009, Fraiburgo, SC, **Anais...** Caçador: Epagri, v.1 (Palestras), 2009, p.1-10.

RADEMACHER, W.; SPINELLI, F.; COSTA, G. Prohexadione-Ca: modes of action of a multifunctional plant bioregulator for fruit trees. **Acta Horticulturae**, v.727, p.97-106, 2006.

SANZOL, J.; HERRERO, M. The 'effective pollination period' in fruit trees. **Scientia Horticulturae**, v.90, p.1-17, 2001.

TROMP, J.; WERTHEIM, S.J. Fruit growth and development. In: TROMP, J.; WEBSTER, A.D.; WERTHEIM, S.J. **Fundamentals of temperate zone tree fruit production**. Leiden, Holanda: Backhuys Publishers. 2005. p.240-266.

VERCAMMEN, J; GOMAND, A. Fruit set of 'Conference': a small dose of gibberellins or Regalis. **Acta Horticulturae**, v.800, n.1, p.131-138, 2008.

WEIRTHEIM, S.J.; WEBSTER, A.D. Manipulation of growth and development by plant bioregulators. In: **Fundamentals of temperate zone tree fruit production**. Leiden, Holanda: Backhuys Publishers. 2005. p.267-294.