



Série  
Produtor Rural

nº especial



# Biorreguladores na agricultura

Paulo Roberto de Camargo e Castro

Diego Kitahara Araújo

Bruno Geraldi Angelini

Ana Carolina Cabrera Machado Mendes

Universidade de São Paulo

Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"

Divisão de Biblioteca

ISSN 1414-4530

Universidade de São Paulo - USP  
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ  
Divisão de Biblioteca - DIBD

**Paulo Roberto de Camargo e Castro<sup>1</sup>**  
**Diego Kitahara Araújo<sup>2</sup>**  
**Bruno Geraldi Angelini<sup>3</sup>**  
**Ana Carolina Cabrera Machado Mendes<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Professor Titular – Departamento de Ciências Biológicas – ESALQ/USP –  
prcastro@usp.br

<sup>2</sup> Doutor em Fisiologia e Bioquímica de Plantas – ESALQ/USP –  
dikitahara@gmail.com

<sup>3</sup> Mestrando em Fisiologia e Bioquímica de Plantas – ESALQ/USP –  
bruno.angelini@usp.br

<sup>4</sup> Mestranda em Fisiologia e Bioquímica de Plantas – ESALQ/USP –  
ana.carolina.mendes@usp.br

## **Biorreguladores na agricultura**

Número Especial

Piracicaba  
2016

## **DIVISÃO DE BIBLIOTECA - DIBD**

Av. Pádua Dias, 11 - Caixa Postal 9

13418-900 - Piracicaba - SP

biblioteca.esalq@usp.br • www4.esalq.usp.br/biblioteca

Revisão e Edição Eliana Maria Garcia

Foto Capa Paulo Roberto de Camargo e Castro

Layout Capa José Adilson Milanêz

Editoração Eletrônica Maria Clarete Sarkis Hyppolito

Impressão e Acabamento Serviço de Produções Gráficas - ESALQ

Tiragem 300 exemplares

### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação DIVISÃO DE BIBLIOTECA - ESALQ/USP**

Castro, Paulo Roberto de Camargo e

Biorreguladores na agricultura / Paulo Roberto de Camargo e Castro, Diego Kitahara Araújo, Bruno Geraldi Angelini e Ana Carolina Cabrera Machado Mendes. -- Piracicaba: ESALQ - Divisão de Biblioteca, 2016.

154 p. (Série Produtor Rural, n.º Especial)

Bibliografia.

ISSN: 1414-4530

1. Agricultura 2. Reguladores de crescimento vegetal I. Araújo, D.K. II. Angelini, E.G. III. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Divisão de Biblioteca IV. Título V. Série

CDD 631.54  
C355b

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>07</b>
<b>2 UTILIZAÇÃO DE BIORREGULADORES NA FRUTICULTURA</b>	<b>09</b>
<b>2.1 Abacaxizeiro (<i>Ananas comosus</i> Merr.)</b>	<b>09</b>
• Propagação	09
• Atrasando a maturação	11
• Facilitando a colheita	12
• Melhorando a coloração	14
• Antecipando a colheita	15
<b>2.2 Bananeira (<i>Musa</i> spp.)</b>	<b>16</b>
• Antecipando a maturação	17
• Controlando a maturação	19
<b>2.3 Caquizeiro (<i>Diospyrus kaki</i> L.)</b>	<b>21</b>
• Produzindo mudas	21
• Atrasando a maturação	21
• Promovendo a destanização	23
<b>2.4 Citros (<i>Citrus</i> spp.)</b>	<b>24</b>
• Propagação	24
• Controlando a produtividade	24
• Garantindo a qualidade	29
<b>2.5 Macieira (<i>Malus domestica</i> Borkh.)</b>	<b>31</b>
• Tratando as sementes	31
• Controlando o desenvolvimento	33
• Substituindo o frio	35
• Desbastando quimicamente	37
<b>2.6 Mamoeiro (<i>Carica papaya</i> L.)</b>	<b>42</b>
• Propagação e crescimento	42
• Florescimento e fixação dos frutos	43
• Maturação dos frutos	45
<b>2.7 Mangueira (<i>Mangifera indica</i> L.)</b>	<b>45</b>
• Propagação e crescimento	45
• Indução do florescimento	47
• Controle da frutificação	49
• Maturação dos frutos	51

<b>2.8 Oliveira (<i>Olea europaea</i> L.)</b>	<b>52</b>
• Aumentando o tamanho	52
• Facilitando a colheita	53
<b>2.9 Pereira (<i>Pyrus communis</i> L.)</b>	<b>55</b>
• Micropropagação	55
• Crescimento e florescência	56
• Fixação de frutos	59
• Desbaste químico	61
<b>2.10 Pessegueiro (<i>Prunus persica</i> Batsch)</b>	<b>63</b>
• Propagação	63
• Quebrando a dormência	64
• Reduzindo o crescimento	64
• Atrasando a florescência	65
• Desbaste químico	66
• Controlando a maturação	68
<b>2.11 Videira (<i>Vitis vinifera</i> L.)</b>	<b>70</b>
• Propagação	70
• Florescimento e frutificação	70
• Raleamento dos cachos	72
• Maturação dos frutos	73
• Aumentando a fixação	74
<b>2.12 Aprendendo um pouco mais sobre o assunto</b>	<b>75</b>
<b>3 UTILIZAÇÃO DE BIORREGULADORES NA OLERICULTURA</b>	<b>77</b>
<b>3.1 Aipo (<i>Apium graveolens</i> L.)</b>	<b>77</b>
• Germinação de sementes	77
• Aumento de tamanho	77
• Melhoria na conservação	78
<b>3.2 Alcachofra (<i>Cynara scolymus</i> L.)</b>	<b>79</b>
• Antecipação da colheita	79
<b>3.3 Alface (<i>Lactuca sativa</i> L.)</b>	<b>83</b>
• Quebra de dormência	83
• Formação de sementes	84
• Processos de conservação	85
<b>3.4 Batata (<i>Solanum tuberosum</i> L.)</b>	<b>87</b>
• Promoção da emergência	87
• Redução no crescimento	93

• Melhorando a coloração	96
• Promovendo a dormência	98
<b>3.5 Beringela (<i>Solanum melongena</i> L.)</b>	<b>106</b>
• Tratamento de sementes	106
• Tratamento da planta	106
• Aumentando a fixação dos frutos	108
<b>3.6 Cebola (<i>Allium cepa</i> L.)</b>	<b>109</b>
• Inibindo as brotações	109
<b>3.7 Cucurbitáceas (<i>Cucumis</i> spp.)</b>	<b>110</b>
• Frutos sem sementes	114
<b>3.8 Morangueiro (<i>Fragaria</i> spp.)</b>	<b>118</b>
• Produção de estolhos	118
• Aumentando a produção	119
<b>3.9 Pimentão (<i>Capsicum annuum</i> L.)</b>	<b>120</b>
• Regulação hormonal	120
<b>3.10 Tomateiro (<i>Solanum lycopersicum</i> L.)</b>	<b>123</b>
• Plantio de mudas	123
• Aumentando a produção	124
• Antecipando a produção	127
<b>3.11 Aprendendo um pouco mais sobre o assunto</b>	<b>129</b>
<b>4 UTILIZAÇÃO DE BIORREGULADORES EM PLANTAS ORNAMENTAIS</b>	<b>131</b>
<b>4.1 Azaléia (<i>Rhododendron simsii</i> Planch)</b>	<b>131</b>
• Enraizamento de estacas	131
• Plantas envasadas	131
• Processo de floração	132
<b>4.2 Begônia (<i>Begonia</i> spp.)</b>	<b>133</b>
• Processo de florescimento	133
• Plantas compactas	133
<b>4.3 Bico-de-papagaio (<i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd.)</b>	<b>134</b>
• Plantas compactas	134
<b>4.4 Calceolaria (<i>Calceolaria herbeohybrida</i>)</b>	<b>134</b>
• Aumento de vigor	134
<b>4.5 Crisântemo (<i>Dendranthema morifolium</i> (Ramat.) Tzvelev)</b>	<b>135</b>
• Enraizamento de estacas	135
• Controle de crescimento	136

<b>4.6 Aprendendo um pouco mais sobre o assunto</b>	<b>137</b>
<b>5 UTILIZAÇÃO DE BIORREGULADORES EM CULTIVOS ANUAIS E PERENES</b>	<b>141</b>
<b>5.1 Algodoeiro (<i>Gossypium hirsutum</i> L.)</b>	<b>141</b>
• Redução no crescimento	141
<b>5.2 Arroz (<i>Oryza sativa</i> L.)</b>	<b>141</b>
• Crescimento de raízes e parte aérea	141
<b>5.3 Cafeeiro (<i>Coffea arabica</i> L.)</b>	<b>142</b>
• Florescimento	142
• Maturação	142
<b>5.4 Cana-de-açúcar (<i>Saccharum</i> spp.)</b>	<b>143</b>
• Emergência e perfilhamento	143
• Florescimento e maturação	143
<b>5.5 Eucalipto (<i>Eucalyptus</i> spp.)</b>	<b>144</b>
• Propagação	144
• Florescimento	145
<b>5.6 Pinus (<i>Pinus</i> spp.)</b>	<b>145</b>
• Propagação	145
<b>5.7 Seringueira (<i>Hevea brasiliensis</i>)</b>	<b>146</b>
• Enraizamento e desenvolvimento	146
• Indução de látex	147
<b>5.8 Soja (<i>Glycine max</i> L. Merrill)</b>	<b>148</b>
• Efeito regulador	148
• Desenvolvimento e acamamento	149
• Florescimento	150
<b>5.9 Tabaco (<i>Nicotiana tabacum</i> L.)</b>	<b>151</b>
• Inibição da brotação lateral	151
<b>5.10 Trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.)</b>	<b>152</b>
• Reduzindo o acamamento	152
<b>5.11 Aprendendo um pouco mais sobre o assunto</b>	<b>152</b>

Algumas plantas cultivadas já atingiram, no Brasil, estágios de evolução que exigem elevado nível técnico para alcançar melhor produtividade. As fruteiras, as olerícolas, as plantas ornamentais e os cultivos anuais e perenes já não se apresentam condicionadas por limitações de ordem nutricional e hídrica, além de serem protegidas adequadamente com defensivos. Nessas condições, a economicidade da utilização de tecnologia avançada tem levado ao emprego dos biorreguladores que podem, frequentemente, mostrarem-se altamente compensadores.

O biorregulador é um composto orgânico que, aplicado nas plantas em pequenas concentrações, promove, inibe ou modifica processos morfológicos e fisiológicos das plantas. Os principais biorreguladores atualmente utilizados na agricultura pertencem aos grupos das auxinas, giberelinas, citocininas, retardadores, inibidores e etileno. O uso dos biorreguladores tem possibilitado a resolução de problemas de campo, melhorando qualitativa e quantitativamente a produção agrícola.

Este trabalho tem por finalidade apresentar algumas aplicações de biorreguladores em fruteiras, hortaliças, ornamentais e outros cultivos, principalmente naquelas que requerem maior utilização dessas substâncias químicas na viabilização econômica de seu sistema de produção. Os relatos de experiências desenvolvidas em vários países representam indicadores mais recentes sobre o assunto, podendo ser também aplicados no Brasil, após testes adequados.



## **2.1 Abacaxizeiro (*Ananas comosus* Merr.)**

- **Propagação**

A propagação rápida do abacaxizeiro em condições de campo pode ser obtida pulverizando-se as plantas com morfactina. Uma mistura de metil-ésteres: clorflurenol, flurenol e dicloroflureno (Multi-Prop), induz formação de plântulas no pedúnculo ou na inflorescência em desenvolvimento. Estas plântulas são normais em aspecto e em taxa de crescimento. A mistura morfactínica é aplicada em pulverização sobre as plantas, após o desenvolvimento da inflorescência ter sido induzido com ethephon (ácido 2-cloroetilfosfônico) ou ácido naftalenacético (NAA). As condições ambientais predominantes sobre o desenvolvimento normal da inflorescência e o número e tamanho final das plântulas desejadas é que determinarão o ajuste da aplicação. O número de plântulas é também influenciado pelo tamanho da planta: plantas grandes produzirão maior número de plântulas do que plantas pequenas. O número de plântulas induzidas por morfactina é maior quando as plantas são forçadas com ethephon ou NAA, do que com etileno ou beta-hidroxietilhidrazina (BOH).

Na Austrália, a aplicação de Multi-Prop, uma a quatro semanas após indução do florescimento, resultou em 10 a 30 plântulas por planta, pesando uma média de 50 a 200 gramas cada, quando colhidas 43 semanas após a indução. A aplicação de Multi-Prop, uma semana após o forçamento, resultou na produção de mais plantas jovens no pedúnculo do fruto, enquanto que aplicação mais tardia aumentou as brotações no fruto e reduziu no pedúnculo. O número de rebentos foi reduzido pela aplicação de Multi-Prop, sete dias após a indução. Quando grande número

de plântulas foram produzidas, o crescimento dos rebentos foi inibido até as plântulas serem colhidas. A recomendação corrente para uso na Austrália é forçar as plantas com ethephon e em seguida, aplicar 2500 a 3000L ha<sup>-1</sup> da solução de Multi-Prop (22 mg L<sup>-1</sup> de ingrediente ativo). Na África do Sul, duas aplicações de Multi-Prop têm sido efetuadas em intervalos de 7 a 12 dias. Os resultados indicaram que acima de um milhão de plântulas podem ser obtidas em um hectare contendo 43.000 abacaxizeiros.

A morfactina mais usada nesse método de propagação rápida é o clorflurenol, cuja aplicação em dosagens de até 400 mg L<sup>-1</sup>, na fase inicial do desenvolvimento da inflorescência, é capaz de transformar as inflorescências em mudas. Este método pode proporcionar a obtenção de mais de 30 brotações por planta com peso de até 60 gramas. Estudos conduzidos na Tailândia, utilizando paclobutrazol (25 mg L<sup>-1</sup>) associado com Tiourea (500 mg L<sup>-1</sup>) ou Pendimetalin (375 mg L<sup>-1</sup>) mostraram-se bastante eficientes em induzir a formação de mudas do tipo rebento, em abacaxizeiro, após a colheita dos frutos. As mudas obtidas foram mais compactas e mais pesadas do que as normais e a eficácia dos produtos químicos mostrou-se influenciada pela estação do ano.

Trabalhos desenvolvidos com NAA e Fruitone CP (ácido clorofenoxipropiônico) mostram que estes biorreguladores influenciam no tamanho do fruto, no teor de sólidos solúveis e no número de mudas. Estes produtos são aplicados em pulverização sobre as plantas, quando as inflorescências se apresentam no estágio de secamento das pétalas. Embora também se recomende a aplicação oito semanas antes da colheita, nesta época os resultados parecem menos eficientes. Os dois produtos (NAA e Fruitone CP) incrementam significativamente o tamanho e o peso do

fruto. Plantas tratadas com Fruitone CP produziram frutos 0,7 a 2,0 cm maiores do que as não tratadas.

#### • **Atrasando a maturação**

O uso de NAA ou Fruitone CP atrasa a maturação dos frutos em uma a quatro semanas, dependendo do estágio de desenvolvimento das inflorescências no momento da aplicação. O peso e o tamanho da coroa são diminuídos pela aplicação de NAA na concentração de 200 mg L<sup>-1</sup> ou mais, e Fruitone CP na concentração de 75 a 100 mg L<sup>-1</sup>. Mas a coroa pode tornar-se bastante frágil se for pulverizada com concentração muito elevada de Fruitone CP (500 mg L<sup>-1</sup> ou mais), ou se a aplicação for efetuada sete a oito semanas antes da colheita. NAA e Fruitone CP prejudicam o desenvolvimento de filhotes e rebentões (materiais de propagação), quando utilizados em concentrações elevadas, porém, podem promover ou não ter efeito sobre os mesmos, quando empregados nas dosagens adequadas.

O tratamento com NAA, frequentemente, causa amadurecimento da polpa antes do desenvolvimento da cor amarela na casca, dificultando a determinação do ponto de colheita, prejudicando a qualidade e a coloração do suco. É comum ocorrer também redução no teor de sólidos solúveis. O máximo de incremento no tamanho, com um mínimo de efeitos indesejáveis, é obtido com uma única aplicação de NAA 100 mg L<sup>-1</sup> ou Fruitone CP 100-200 mg L<sup>-1</sup>, mais adjuvantes, como ureia, carbonato de sódio ou um espalhante adesivo. Na África do Sul, Fruitone CP é utilizado na concentração de 6 mg L<sup>-1</sup> de água, em aplicações dirigidas sobre as inflorescências quando as pétalas encontram-se secas, ou 4 a 6 litros por 1000-2000 litros de água por hectare, seis semanas antes da colheita dos frutos.

A colheita do abacaxi 'Pérola' foi retardada em três semanas quando se pulverizou Fruitone CP sobre as plantas, na 19ª semana após a indução artificial da floração. Utilizou-se solução na concentração de  $1 \text{ mg L}^{-1}$  do princípio ativo. Não se obteve alteração no tamanho ou na qualidade do fruto. Já a aplicação do ácido clorofenoxipropiônico (Fruitone 7,5%), com ação auxínica, na dose de  $900 \text{ mg L}^{-1}$  em abacaxi 'Smooth Cayenne', aumentou em cerca de 20% o tamanho médio dos frutos, com incremento da produtividade. O uso de Fruitone CP, na dosagem de  $1,5 \text{ L ha}^{-1}$  (ou  $112,5 \text{ g p.a.}$ ), resultou em incremento de 20% na produção, quando a aplicação foi efetuada no final do período de florescimento.

O abacaxizeiro cessa seu crescimento quando a temperatura cai abaixo de  $4^{\circ}\text{C}$ . Nos Açores, utilizavam-se fogueiras para evitar dano pelo frio e verificou-se que a fumaça promovia precocidade no florescimento. Em Porto Rico, também notou-se que fogueiras nas proximidades de campos de abacaxi estimulavam o florescimento. Essas observações levaram à descoberta de que a fumaça, ou alguns gases insaturados como o etileno, que é encontrado na fumaça, atuam sobre a iniciação floral. Ensaios posteriores mostraram que o gás acetileno possui efeito similar, e sua utilização comercial ocorre no Havaí, desde 1935.

### • Facilitando a colheita

O forçamento químico do florescimento oferece diversas vantagens. Primeiro, todos os frutos estão prontos para serem colhidos ao mesmo tempo, eliminando a necessidade de diversas colheitas. Segundo, pulverizações em épocas distintas podem ser realizadas para que os frutos possam ser colhidos em diferentes ocasiões e os

problemas da colheita e armazenagem, decorrentes da coleta simultânea, possam ser evitados. Finalmente, elevadas colheitas podem ser obtidas, mesmo que muitas plantas mostrem-se improdutivas sob condições normais.

O gás etileno, aplicado em solução aquosa (ácido 2-cloroetilfosfônico), tem produzido os melhores resultados, mas o acetileno também tem sido utilizado. Esse último composto é aplicado pela colocação de 1 g de carbureto de cálcio seco no ápice da planta; a liberação do acetileno dá-se pela reação do carbureto de cálcio com a água existente na confluência das folhas na região apical. No Nordeste do Brasil ainda é utilizado este método de baixa eficiência, principalmente quando a aplicação é realizada durante o período diurno.

Pulverização de plantas de abacaxi com ethephon 1 a 8 L ha<sup>-1</sup>, de zero a quatro semanas da data prevista para a colheita, promoveu maturação precoce dos frutos e concentração da colheita, sendo que tais efeitos são mais evidentes com o aumento na concentração do produto e em datas mais próximas às da colheita prevista. O desenvolvimento da coloração não se verifica da base para o ápice do fruto, mas de forma homogênea sobre todo o fruto; a coloração interna se desenvolveu de maneira similar. Aplicação de ethephon 1 e 2 L ha<sup>-1</sup>, entre 5 e 15 dias antes da colheita prevista, mostrou resultados semelhantes, com aumento na acidez e no peso da matéria seca dos frutos tratados. Pulverização dos frutos do cultivar Smooth Cayenne, três semanas antes da colheita, com ethephon 2 L ha<sup>-1</sup>, resultou em precocidade e uniformidade na maturação do abacaxi, porém com redução na produção e no teor de sólidos solúveis. Aplicação de ethephon 2000 a 8000 mg L<sup>-1</sup>, 19 semanas após a indução floral de 'Singapore Spanish', acelerou e uniformizou a maturação dos frutos,

possibilitando a colheita de 96% dos frutos tratados em uma única operação. Neste ensaio, verificou-se aumento no teor de sólidos solúveis, sendo que os tratamentos não afetaram a acidez dos frutos.

- **Melhorando a coloração**

Recomenda-se a aplicação de ethephon, oito dias antes da data prevista para o início da colheita, para frutos destinados à indústria. Essa aplicação melhora sensivelmente a coloração das fatias, sem que sejam afetadas as características físicas, químicas e organolépticas do fruto. Aplicação de 1 e 2 L ha<sup>-1</sup> de ethephon, duas ou três semanas antes da data prevista de colheita, acelerou a maturação aparente (externa) do fruto, melhorou a coloração da polpa dos frutos industrializados, mas não afetou a coloração da polpa da fruta fresca.

Na região Sudeste do Brasil, têm sido aplicado o ethephon + ureia em pulverização foliar, sendo que são utilizados 0,5 a 2 L ha<sup>-1</sup> de ethephon (39,5 % i.a.), diluído em 1000 a 2000 L de água, misturada com 20 a 40 kg de ureia. Na Índia, verificou-se que pulverização com ethephon 10 mg L<sup>-1</sup> + solução de ureia 2% ajustada a pH 9,0 com carbonato de sódio, promoveu florescência em mais de 90% das plantas de abacaxi, 50 a 60 dias após o tratamento.

A auxina também pode forçar a iniciação floral em abacaxizeiro. Alguns consideram que o florescimento do abacaxizeiro deve-se ao acúmulo de auxina no ápice da planta, outros sugerem que o etileno torna os tecidos do ápice vegetativo mais sensíveis à auxina de ocorrência natural. Foi considerado que o NAA (ácido naftalenacético) atua competitivamente, diminuindo o nível de auxina natural na extremidade da haste: tanto o NAA como o 2,4-D são

eficientes. No Havaí, muitos campos de cultivo de abacaxi são pulverizados com o sal sódico do NAA, na concentração de 25 mg L<sup>-1</sup>. Em Porto Rico, aplicações de 2,4-D, nas dosagens de 5 a 10 mg L<sup>-1</sup> são comumente utilizadas.

O tratamento de frutos de abacaxi na Martinica, com ácido beta-naftalenacético, dois meses após o surgimento da inflorescência, aumentou o rendimento em 7,7%, não se observando efeitos na qualidade nem na época de maturação dos frutos. Aplicação de sal sódico do ácido naftalenacético durante a formação do fruto de abacaxizeiro, aumentou o peso médio do fruto, retardou a maturação, melhorou o enchimento do fruto, a translucidez e a coloração. Pulverização com solução aquosa de NAA 1000 a 3500 mg L<sup>-1</sup>, após a diferenciação floral, retardou a maturação e aumentou o tamanho do fruto de abacaxi. Aplicação de NAA 125 e 175 mg L<sup>-1</sup>, seis semanas após o aparecimento da inflorescência das plantas, aumentou o comprimento da coroa. O biorregulador tendeu a aumentar o peso e as dimensões dos frutos de abacaxi.

Pulverização das plantas de abacaxi 'Smooth Cayenne', seis semanas após a emissão da inflorescência, com ácido clorofenoxipropiônico (Fruitone CP), 80 a 100 mg L<sup>-1</sup>, promoveu redução da coroa do abacaxi. A aplicação de 50 ml por planta de ácido clorofenoxipropiônico 100 mg L<sup>-1</sup>, 13 semanas após a indução floral, proporcionou a obtenção de frutos 46% mais pesados. A redução no comprimento da coroa do fruto, ocasionada pela aplicação da auxina, é um resultado positivo por proporcionar economia no transporte dos frutos.

#### • Antecipando a colheita

Na região de Bauru (SP), previamente à aplicação de ethephon, obtém-se antecipação da época de produção do abacaxi através da pulverização de 2,4-D (ácido 2,4-

diclorofenoxiacético) 5 a 10 mg L<sup>-1</sup>, 50 ml por planta, no centro da roseta foliar. Trata-se de um processo eficiente, que oferece a vantagem de produzir frutos com pedúnculo curto.

O ethephon pode inibir a abertura das flores do abacaxizeiro e a produção de néctar, sem afetar o desenvolvimento do fruto, uma vez que este é partenocárpico. Há uma menor incidência de fusariose nos frutos tratados com ácido 2-cloroetilfosfônico.

A imersão dos frutos de abacaxi 'Pérola', durante cinco minutos, em soluções de ethephon (500 a 2000 mg L<sup>-1</sup>), afetou a coloração da casca um dia após o tratamento, promovendo uma maturação uniforme, atingindo o estado após oito dias. Imersão em ácido giberélico (10 a 90 mg L<sup>-1</sup>) manteve a casca verde durante 20 dias; já os frutos controle tiveram maturação intermediária. Os tratamentos não afetaram as características tecnológicas dos frutos, porém a perda de peso durante o armazenamento obedeceu a sequência ethephon>controle>ácido giberélico.

## 2.2 Bananeira (*Musa* spp.)

Pulverizações com ácido abscísico, daminozide, ethephon e ácido giberélico foram aplicadas em plantas de bananeira, três meses após o transplante, e ácido giberélico foi também aplicado nos frutos, duas semanas após o florescimento. Ethephon a 500 e 1000 mg L<sup>-1</sup> reduziu o crescimento do pseudocaule e diminuiu a produção, tendo também atrasado a florescência. Ácido abscísico e daminozide reduziram o crescimento e aumentaram as produções. O ácido abscísico promoveu precocidade no florescimento. Ácido giberélico aumentou a altura da planta, atrasou a florescência e melhorou a produção de bananas. Esse último resultado foi também obtido com aplicação de ácido giberélico diretamente sobre os frutos.

### • Antecipando a maturação

Imersão de frutos da bananeira em pós-colheita, em soluções de ácido abscísico e ácido indolilacético, promoveu significativa precocidade na maturação dos frutos. Tratamento com ácido giberélico e cinetina, entretanto, atrasou o amadurecimento das bananas. Estes resultados sugerem que os biorreguladores utilizados podem mostrar-se promissores no controle químico da maturação destes frutos.

A imersão de frutos da bananeira 'Nanica' em soluções de ethephon, nas concentrações de 500 e 1000 mg L<sup>-1</sup>, por períodos de um minuto a uma hora, mostraram que ambas são igualmente eficientes na indução do amadurecimento, oito dias antes do controle. Frutos tratados com ácido giberélico a 50 e 100 mg L<sup>-1</sup> mostraram pequeno atraso na maturação. A colocação dos frutos de banana em sacos de polietileno, seguida por um fluxo de 30 segundos com dióxido de carbono antes do fechamento dos sacos plásticos, atrasou a maturação dos frutos por uma semana. Técnicas para retardar ou iniciar o amadurecimento dos frutos, através do ácido giberélico e ethephon, oferecem meios para facilitar o armazenamento de bananas e outros frutos.

O ethephon, que atua através de um desdobramento na planta para produzir etileno, amadurece as bananas verdes numa taxa aproximadamente igual à do etileno. Os resultados obtidos através da imersão de bananas verdes, durante uma hora, numa solução de ethephon, à temperatura ambiente, são os mesmos obtidos quando se submete os frutos ao gás etileno durante 24 horas. Em contraste com ethephon, o ácido giberélico atrasa a maturação das bananas, frutos imersos em ácido giberélico 10<sup>-4</sup> M mantiveram-se verdes durante vários dias, enquanto

que os frutos controle começaram a amadurecer. No entanto, alguns frutos tratados com ácido giberélico foram pulverizados com ethephon, sete dias após a imersão e amadureceram normalmente dentro de dois dias.

Frutos desenvolvidos de banana foram tratados com ethephon de 1000 a 3000 mg L<sup>-1</sup> e carbureto de cálcio de 10 a 25 g por 14000 cm<sup>3</sup> de recipiente. O período de tempo para maturação foi reduzido e ocorreu perda de peso dos frutos com o aumento das dosagens dos produtos. Os melhores resultados foram obtidos com aplicação de 200 a 1000 mg L<sup>-1</sup> de ethephon e 10 g de carbureto de cálcio.

Aplicações de auxinas do grupo dos ácidos clorofenoxiacéticos têm-se mostrado promissoras para a maturação dos frutos da bananeira, assim como giberelinas e ethephon, comparativamente aos tratamentos com acetileno e carvão. Observou-se que a imersão dos frutos de 'Dwarf Cavendish' em soluções do ácido 2,4-diclorofenoxiacético e de 2,4,5-triclorofenoxiacético promoveu a maturação dos frutos depois de seis dias, comparada com 76% dos frutos controle, quando utilizadas concentrações acima de 250 mg L<sup>-1</sup> dos biorreguladores.

A auxina 2,4-D promove o amadurecimento de vários frutos, entre os quais, a banana. Quando bananas 'Fortuna' verdes foram imersas no composto, em concentrações de 200 a 1600 mg L<sup>-1</sup>, amareleceram e amaciaram num período de 72 horas, enquanto que os frutos não tratados permaneceram rijos e verdes. Cinco dias após o tratamento, os frutos tratados estavam amadurecidos e tinham excelente sabor; os frutos não tratados permaneceram com coloração verde-clara, amargos e duros. A hidrólise do amido procedeu-se numa taxa mais rápida nas bananas tratadas, com relação ao controle.

### • Controlando a maturação

O ácido p-2,4-diclorofenoxi-isobutírico impediu a maturação de bananas verdes, quando aplicado na forma de injeção entre a casca e a polpa, em concentrações de  $10^{-5}$  a  $10^{-3}$  M. Este biorregulador inibiu a IAA-oxidase isolada da polpa dos frutos. Injeções de ácido indolilacético e ácido 2,4-diclorofenoxiacético  $10^{-3}$  M atrasaram a maturação da banana por até 15 dias. Estes resultados sugerem que o ácido p-2,4-diclorofenoxi-isobutírico afeta a maturação dos frutos bloqueando o processo de oxidação das auxinas endógenas.

Observou-se que a imersão de frutos da bananeira em soluções aquosas de ácido giberélico de  $10^{-5}$  a  $10^{-2}$  M atrasou o amadurecimento, enquanto que o tratamento de segmentos do fruto por infiltração de vácuo, com ácido giberélico de  $10^{-6}$  a  $10^{-2}$  M, antecipou a maturação. Aplicações de ácido giberélico nas concentrações de 50, 100 e 200 mg L<sup>-1</sup>, em três estágios de desenvolvimento do cacho da bananeira 'Nanicão', não afetaram a produção e o desenvolvimento dos frutos. Pulverizações com ácido giberélico e ácido 2-hidroximetil 4-clorofenoxiacético, em diferentes concentrações, isolados ou em combinação, não alteraram o crescimento e a produção de frutos da bananeira. Aplicações de ácido giberélico visando a melhoria da qualidade de bananas em pós-colheita mostraram que a formulação ICI Regulez 10 mg L<sup>-1</sup> é superior à forma cristalina do ácido giberélico dissolvida em álcool, nesta mesma concentração. Tratamentos com ácido giberélico atrasaram a maturação dos frutos e reduziram a incidência de doenças.

O amadurecimento de frutos pode ser controlado pela aplicação de biorreguladores naturais ou sintéticos. O ethephon tem acelerado o amadurecimento de frutos que

apresentam um climatério na fase final do seu desenvolvimento. O ácido giberélico tem-se mostrado capaz de retardar o amadurecimento de bananas. Durante o processo de amadurecimento normal dos frutos ocorre uma queda no conteúdo natural de giberelinas. Aplicação exógena de ácido giberélico pode retardar esta queda, atrasando o amadurecimento. O processo de amadurecimento dos frutos pode também ser controlado alterando-se a atmosfera gasosa do ambiente em que se encontram. A acumulação de dióxido de carbono e a diminuição do teor de oxigênio, que ocorrem quando frutos são conservados lacrados em sacos de polietileno, retardam seu amadurecimento.

O dióxido de carbono é considerado um antagonista do etileno e o oxigênio é necessário para as transformações metabólicas que liberam energia para o processo de amadurecimento.

Bananas verdes, colocadas em saco de polietileno, com o absorvente de etileno Purafil (permanganato alcalino de potássio num carregador de sílica), não demonstraram aumento no climatério, até dez dias após serem tiradas do plástico. Os frutos colocados em sacos de polietileno, sem o absorvente de etileno, evidenciaram um aumento no climatério um dia depois de serem removidos dos sacos plásticos.

Opções para melhor conservação e transporte da banana 'Prata' para as condições de mercado interno, utilizando sacos de polietileno como modificador envolvente e como embalagem permanente do produtor ao consumidor, mostrou que a melhor embalagem a ser utilizada é a de plástico perfurado sem absorvente de etileno, que promoveu um ganho de aproximadamente cinco dias de conservação à temperatura de 22°C. Esta embalagem é bastante econômica, vindo, assim, satisfazer às necessidades

imediatas dos produtores de bananas nobres e suscetíveis ao mal do Panamá.

## 2.3 Caquizeiro (*Diospyrus kaki* L)

### • Produzindo mudas

Após as condições invernais, mudas de caquizeiro podem ser mantidas no viveiro por semanas ou meses, durante os quais desenvolvem-se numerosas ramificações. Essas ramificações consomem carboidratos, sendo que um retardamento no desenvolvimento dos ramos pode ser vantajoso para o produtor de mudas. Pulverizações com soluções do éster metílico do ácido naftalenacético (MENA), de 50 a 100 mg L<sup>-1</sup>, podem retardar o crescimento dos ramos, assim como soluções de chlormequat na concentração de 1500 mg L<sup>-1</sup>.

### • Atrasando a maturação

O caqui amadurece rapidamente e se torna passado, característica que impede que a fruta ganhe maior importância comercial. Esta característica é facilmente percebida no cultivar 'Hiratanenashi', um dos mais apreciados do tipo adstringente. Aplicaram-se vários biorreguladores em árvores de 'Hiratanenashi' e 'Fuyu' um tipo não adstringente, numa tentativa de prolongar o período de armazenamento e retardar a senescência. O ácido giberélico provou ser o composto mais eficiente. As árvores foram pulverizadas com ácido giberélico, nas concentrações de 50, 100 e 200 mg L<sup>-1</sup>, quando os frutos estavam maduros e prontos para serem colhidos. Frutos de 'Hiratanenashi' foram colhidos 3, 10 e 17 dias após a pulverização; os frutos de 'Fuyu' foram colhidos 3 e 10 dias após a pulverização. Depois, os frutos colhidos de 'Fuyu' foram armazenados

em 7 a 15°C, mas os frutos de 'Hiratanenashi' foram estocados durante uma semana em recipientes sem arejamento, contendo álcool para remover a adstringência. A firmeza dos frutos foi determinada através de um medidor de pressão. Os frutos pulverizados mantiveram-se firmes na árvore por três ou quatro semanas a mais que os frutos controle. O aumento em dimensão e coloração dos frutos controle foram também retardados. Frutos de 'Hiratanenashi', colhidos 3 dias após serem pulverizados com ácido giberélico na concentração de 200 mg L<sup>-1</sup>, precisaram de 11,4 dias de armazenamento para que sua firmeza diminuísse para 0,45 kg, mas somente 3,5 dias foram necessários no controle. Concentrações menores retardaram menos a maturação, e resultados similares foram obtidos quando a colheita foi atrasada. Frutos de 'Fuyu' senesceram menos rapidamente: o ácido giberélico causou um atraso na senescência deste cultivar, mas não tanto quanto em 'Hiratanenashi'. É interessante notar, também, que as pulverizações com ácido giberélico diminuíram a queda outonal das folhas de árvores destes cultivares.

No Brasil, realizaram-se aplicações com um pulverizador motorizado, de ácido giberélico 0, 50, 100 e 200 mg L<sup>-1</sup> em caqui 'Taubaté', na data de 20 de março. Verificou-se que o ácido giberélico atrasou em mais de um mês o amadurecimento dos frutos, com o melhor resultado sendo obtido na concentração de 100 mg L<sup>-1</sup>. O biorregulador teve pouco efeito no amolecimento dos frutos, depois da destanização.

### • Promovendo a destanização

Aplicações de etileno causaram a destanização do caqui. Para se verificar o efeito do ethephon na destanização dos frutos do cultivar 'Fuyu', efetuaram-se imersões dos frutos, por dois minutos, em soluções de ethephon 0, 250, 500 e 1000 mg L<sup>-1</sup>. Observou-se que os tratamentos com 500 e 1000 mg L<sup>-1</sup> do biorregulador promoveram completa destanização dos frutos, em três a cinco dias. A concentração de 250 mg L<sup>-1</sup> de ethephon e o controle apresentaram os mesmos resultados em 10 a 12 dias. Efetuaram-se aplicações de ethephon a 0, 250, 500 e 1000 mg L<sup>-1</sup> através de imersões por um minuto, e 250 e 12500 µg colocados na base dos frutos para tentar remover a adstringência do caqui 'Rama Forte'. A concentração de 12500 µg de ethephon removeu a adstringência dos frutos em dois dias, enquanto que 250 µg, 500 e 1000 mg L<sup>-1</sup> causaram o mesmo resultado em três dias. A concentração de 250 mg L<sup>-1</sup> removeu a adstringência dos frutos em seis dias, enquanto que os frutos controle perderam sua adstringência de maneira muito irregular. Estes resultados mostraram que a quantidade de ethephon aplicado e a forma de aplicação são tão importantes quanto a concentração utilizada.

Ethephon, nas concentrações de 0, 250, 500 e 1000 mg L<sup>-1</sup>, foi aplicado, por imersão dos frutos de caqui 'Taubaté', durante 1 hora, para determinar seu efeito na adstringência dos frutos. A imersão dos frutos na solução 1000 mg L<sup>-1</sup> do biorregulador, seguida por armazenagem à temperatura ambiente, removeu eficientemente a adstringência dos frutos de caqui em quatro dias. O tratamento com ethephon a 250 mg L<sup>-1</sup> mostrou pouco efeito, enquanto 500 mg L<sup>-1</sup> revelou-se variável.

## 2.4 Citros (*Citrus* spp.)

### • Propagação

A imersão de sementes de laranja 'Doce' (*Citrus sinensis*), durante 24 horas, em solução de ácido giberélico 1000 mg L<sup>-1</sup> aumentou a taxa de germinação sob condições de baixa temperatura. Plântulas maiores e mais uniformes foram obtidas nos tratamentos com ácido giberélico.

Plantas jovens de *Citrus limettoides*, cujas raízes foram submetidas a imersão, durante 24 horas, em soluções de daminozide 200 a 1500 mg L<sup>-1</sup>, mostraram redução no crescimento inicial, fase que foi seguida por um crescimento vigoroso. Aplicações de altas concentrações de chlormequat retardaram o crescimento de plântulas de *Citrus jambhiri*, sendo que pulverizações com 2-(3-clorofenoxi) propionamida reduziram, consideravelmente, o crescimento dessa espécie.

A utilização de reguladores vegetais no transplante de citros pode aumentar o desenvolvimento do sistema radicular. A aplicação do ácido alfa-naftilacetamida pode aumentar o pegamento no transplante e facilitar o desenvolvimento inicial das plantas.

A proteção de plantas jovens de citros contra geadas pode ser obtida com aplicações de hidrazida maleica, através da inibição de novos lançamentos e indução à dormência. Nos EUA, as pulverizações com hidrazida maleica 1000 mg L<sup>-1</sup> são recomendadas, pelo menos duas semanas antes da ocorrência de geadas.

### • Controlando a produtividade

Em Israel, utiliza-se o chlormequat (CCC) 1000 mg L<sup>-1</sup>, a daminozide 2500 mg L<sup>-1</sup> ou o ácido benzotiazol-2-oxiacético

(BOA) 25 mg L<sup>-1</sup>, para induzir o florescimento em limoeiro 'Eureka'. Também succinato de cloranfenicol aumenta a formação de botões florais e a fixação dos frutos de laranja. Diversas aplicações de ácido giberélico 200 mg L<sup>-1</sup> inibem a indução floral em laranjeira 'Shamouti'; ácido giberélico 500 mg L<sup>-1</sup>, aplicado duas vezes, restringe totalmente a florescência do limoeiro 'Eureka'.

O florescimento dos citros pode ser inibido através de aplicações do ácido giberélico. Observou-se que pulverizações com ácido 2,3,5-triidobenzóico (TIBA) 500 mg L<sup>-1</sup> em plantas novas de *C. paradisi* aumentaram o número de plantas floridas. A aplicação de 11 g por árvore de chlormequat, através de injeção no tronco, aumentou a florescência de laranja 'Shamouti', com 28 anos de idade.

Observou-se que a fixação dos frutos de limão 'Doce' é aumentada por pulverizações com ácido giberélico na concentração de 20 mg L<sup>-1</sup>. A fixação das laranjas 'Hamlin' e 'Valencia Late' é incrementada pela aplicação de ácido giberélico nas concentrações de 10 a 15 mg L<sup>-1</sup>. A fixação dos frutos de lima 'Bearss', limão 'Eureka' e laranja 'Washington Navel' foi aumentada através de pulverizações dos frutos recém-formados com ácido giberélico 100 mg L<sup>-1</sup>. A aplicação de 2,4-D, na concentração de 5 mg L<sup>-1</sup>, também resultou em melhoria na fixação, sendo que este produto pode também promover aumento nas dimensões dos frutos, quando aplicado no início do crescimento. O 2,4-D também reduz a queda de frutos cítricos em pré-colheita. As aplicações devem ser efetuadas após um período de crescimento ou antes de iniciar novo fluxo de desenvolvimento; o 2,4-D exerce sua ação uma semana após a aplicação, podendo reduzir a abscisão em 60%. Ácido naftalenacético (NAA) a 15 mg L<sup>-1</sup> mostrou-se eficiente em reduzir a queda de frutos em pré-colheita na 'Valencia Late';

com resultados mais significativos do que 2,4-D em 'Jaffa' e 'Blood Red'. No Peru, observou-se uma redução de 78% na queda de frutos em laranjeira 'Bahia', sob aplicação de 16 e 24 mg L<sup>-1</sup> de 2,4-D. Reduziu-se significativamente a queda de frutos da laranjeira 'Pineapple' através de pulverizações com 2,4-D. Deve-se aplicar o produto durante um período máximo de 3 a 4 meses.

Na Califórnia, a colheita da laranja 'Washington Navel' é efetuada em maio, sendo que numerosos pomares são tratados em outubro com 16 mg L<sup>-1</sup> de 2,4-D ou, em dezembro a janeiro, com 8 mg L<sup>-1</sup> em pulverização única, para evitar a abscisão. Uma aplicação de 2,4-D na dosagem de 8 mg L<sup>-1</sup>, quando os frutos da laranja 'Valencia' estão com 1,25 cm de diâmetro, reduz a queda de frutos maduros, mas não aumenta sua dimensão na colheita do ano posterior. Em limão, uma aplicação em pulverização de óleo com 2,4-D, na concentração de 4 mg L<sup>-1</sup>, reduz a queda de frutos que ocorre no início da primavera. Este biorregulador possui ainda, a vantagem de retardar o amarelecimento da casca. Resultados semelhantes puderam ser obtidos pela aplicação de 2,4-D nas concentrações de 8 a 12 mg L<sup>-1</sup>, em solução aquosa, pulverizada durante novembro e dezembro, na Califórnia. Considerou-se que a aplicação de 2,4-D é mais eficiente quando associada com o ácido giberélico.

O raleio de flores e frutos é uma prática indispensável para alguns cultivares de citros que apresentam uma tendência de excessiva frutificação, resultando em frutos pequenos e safras irregulares. Auxinas e ethephon têm sido utilizados como promotores do raleamento, cuja eficiência é função dos fatores inerentes à própria planta ou ao meio ambiente. O princípio da ação desses produtos baseia-se no estímulo à planta para produção de etileno e na subsequente atividade do etileno como agente de abscisão.

A alteração da época de produção do limoeiro 'Taiti' pode ser interessante para se atender à demanda de mercado pelo produto, em época de produção insuficiente. Pulverização das árvores em pós-florescência, no início de outubro, com ethephon 500 mg L<sup>-1</sup>, ethephon 250 mg L<sup>-1</sup> + uréia 1% e ethephon 250 mg L<sup>-1</sup> + óleo mineral (Triona-B) 2%, promoveu queda de frutinhos da safra normal e aumentou a produção de frutos fora de época (meados de agosto). A utilização de ureia ou óleo mineral possibilita uma redução na concentração eficiente de ethephon. Aplicação de ethephon 300 mg L<sup>-1</sup> na floração do tangor 'Murcott' (meados de outubro) promoveu uma queda mais rápida de flores e aumentou o peso dos frutos colhidos. Pulverização de ethephon 200 mg L<sup>-1</sup> + óleo mineral 2%, na fase de início da frutificação da tangerina 'Clementina' (final de novembro), aumentou a abscisão dos frutos. Aplicação de ácido naftalenacético 350 a 500 mg L<sup>-1</sup> promoveu um desbaste eficiente de frutos em 'Wilking Mandarin', nas condições da Califórnia.

Produção alternada (ou bienal) é um problema com muitos cultivares e híbridos de tangerina. Vários reguladores vegetais têm sido aplicados em pré-colheita na tentativa de equilibrar a carga e aumentar o tamanho dos frutos. O NAA tem sido aplicado com eficiência para o desbaste em tangerinas. Quando pulverizado entre 100 e 800 mg L<sup>-1</sup>, durante o mês de maio, reduziu a produção em 7 a 8%, aumentou o tamanho dos frutos e equilibrou a frutificação.

Aumento nas dimensões dos frutos tem sido alcançado com aplicação de ácido 2,4,5-triclorofenoxiacético em limoeiro e pomelo. Aplicação de 2,4-D 8 a 16 mg L<sup>-1</sup>, incrementou o tamanho dos frutos em 'Washington Navel', 'Valencia' e pomelo. Essa pulverização é efetuada em frutos

pequenos, ainda verdes, resultando em aumento no tamanho médio quando alcançam a maturação.

Biorreguladores afetam o tamanho e formato do fruto, além de características da casca de cultivares de laranja 'Doce'. A ocorrência de frutos pequenos é um problema relativamente raro em citros, mas foram estudadas maneiras de se aumentar o seu tamanho. Em experimentos de campo, árvores de laranja 'Navel' tratadas com ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) produziram frutos maiores, com cascas mais espessas, menor conteúdo de suco e menor razão pedúnculo/diâmetro do que árvores não tratadas. Aplicações de 2,4-D ou 2,4,5-T (ácido 2,4,5-triclorofenoxiacético), um a seis meses antes da colheita de laranja 'Valencia', aumentaram o tamanho do fruto e o diâmetro do pedúnculo. Esses biorreguladores também produziram cascas mais espessas e reduziram o conteúdo de suco. Assim como em laranja 'Navel', nenhuma diferença na qualidade interna foi observada. Quando vários biorreguladores foram aplicados em árvores de 14 anos de laranja 'Valencia Campbell' em florescimento, o peso do fruto foi maior após o tratamento com 2,4-D a  $10 \text{ mg L}^{-1}$  (176,9 g) ou ácido giberélico a  $75 \text{ mg L}^{-1}$  (178,25 g), apresentando porcentagens de suco de 53,34 e 51,77, respectivamente.

Como na Flórida a maioria das laranjas são colhidas antes que a região de abscisão esteja bem diferenciada, utiliza-se o ácido ascórbico, na concentração de 2 a 5%, para provocar abscisão. Em 'Valencia', pulverização com ácido ascórbico 1% é suficiente para evitar danos na retirada dos frutos. A aplicação deve ser efetuada de 3 a 14 dias antes da colheita; a eficiência do ácido ascórbico foi associada com a indução na produção de etileno pelos resíduos do produto no fruto.

- **Garantindo a qualidade**

A manutenção de frutos de limoeiro verdes por mais tempo, inibindo o desenvolvimento da coloração amarela, pode ser conseguida pela aplicação de ácido giberélico 5 a 40 mg L<sup>-1</sup>.

A laranja 'Navel' é propensa ao amolecimento, intumescimento, viscosidade da casca e injúrias. O ácido giberélico tem efeito pronunciado sobre a qualidade da sua casca. A incidência dessas anomalias pode ser reduzida pela aplicação de ácido giberélico 10 a 12 mg L<sup>-1</sup> quando o fruto está começando a adquirir coloração. Tem sido demonstrado que ácido giberélico atrasa o desaparecimento da cor verde de laranja 'Navel', 'Valencia', pomelo, tangerina e limões. Limões de árvores tratadas com ácido giberélico ficam mais verdes durante sete meses após o tratamento e desenvolvem a cor amarela menos rapidamente no armazenamento. O ácido giberélico reduziu o intumescimento e enrugamento da casca de citros na Austrália e África do Sul. Na concentração 20 mg L<sup>-1</sup> é aplicado um mês antes da colheita, ácido giberélico reduziu o manchamento da laranja 'Navel'.

Pulverizações com 5 a 20 mg L<sup>-1</sup> de ácido giberélico + 2,4-D 8 a 16 mg L<sup>-1</sup> são realizadas em outubro ou novembro, para atrasar o amolecimento da casca e evitar a queda em pré-colheita. Elas constituem uma parte do programa de produção para laranjas 'Navel' ('Baiana').

Em árvores de tangerina 'Satsuma', a aplicação de ácido giberélico 20 mg L<sup>-1</sup> retarda a mudança de coloração do fruto e evita o intumescimento da casca. As melhores respostas para tais efeitos são obtidas no início da degradação da clorofila, antes do completo crescimento do fruto. Esta aplicação evita o crescimento da casca, que ocorre após o término do crescimento da polpa e retarda a perda de suco do fruto maduro. Assim, consegue-se

armazenar o fruto na árvore por mais de dois meses após a maturação comercial. Um aumento na concentração de ácido giberélico entre 0 e 20 mg L<sup>-1</sup> resulta num maior efeito no atraso do amadurecimento do fruto. Um aumento para 40 mg L<sup>-1</sup> não altera significativamente a resposta, quando comparada a 20 mg L<sup>-1</sup>. Vários biorreguladores aumentam o tamanho do fruto pelos seus efeitos sobre o crescimento. 2,4-D, ácido giberélico e cinetina aumentam o tamanho do fruto, sendo que os dois últimos tendem a dar-lhe um formato mais alongado.

Uma combinação de ácido giberélico 10 mg L<sup>-1</sup> e chlormequat 1000 mg L<sup>-1</sup> em limoeiro 'Lisbon', no outono, atrasa o desenvolvimento da coloração amarela e evita o aumento no tamanho. Isto resulta numa maior percentagem de frutos comercializáveis no final da estação. O ácido giberélico 7,5 mg L<sup>-1</sup>, aplicado a 80% do florescimento total, aumentou a fixação do fruto e a produção de 25.080 para 43.750 kg ha<sup>-1</sup> em tangerina 'Clementina'. Ácido giberélico a 100 ou 500 mg L<sup>-1</sup> não somente aumenta a fixação do fruto e a produção em tangerina 'Clementina', como também reduz o tamanho do fruto e atrasa o desenvolvimento da cor e a maturidade.

O 2,4-D atrasa sensivelmente a maturação dos frutos de citros. A aplicação conjunta de 2,4-D (8 a 16 mg L<sup>-1</sup>) com giberelina (10 a 20 mg L<sup>-1</sup>) tem demonstrado grande eficiência para atrasar a maturação dos frutos. O ácido giberélico retarda a senescência da casca, reduzindo as anomalias fisiológicas inerentes ao processo.

A imersão dos frutos de laranja 'Pera' em solução de ethephon 1000 mg L<sup>-1</sup>, durante um minuto, induziu a um desverdecimento rápido e completo. Imersão de tangerina 'Ponkan' em ethephon 2000 mg L<sup>-1</sup>, por um minuto, e a aplicação de 250 µg de ethephon na cicatriz

do estilete floral, induziram um eficiente desverdecimento dos frutos.

A remissão dos sintomas iniciais do Declínio de Citros tem sido obtida com aplicações de ácido giberélico  $50 \text{ mg L}^{-1}$  + 2,4-D  $10 \text{ mg L}^{-1}$  (ou + ácido naftalenacético  $20 \text{ mg L}^{-1}$ ), tais produtos mostram um alto potencial de utilização.

A manutenção da qualidade de frutos armazenados é um fator importante na indústria cítrica. Em 1940, a *Alternaria* foi uma das mais sérias doenças de limões armazenados. Limões frescos são particularmente susceptíveis à deterioração ao redor da base do pedúnculo do fruto. Aplicações de 2,4-D reduziram o escurecimento na base do pedúnculo de 26 para 2% e a deterioração, de 4,9 para 0,7%. Em tratamentos pré e pós-colheita, 2,4,5-T tem sido mais eficiente no controle da doença do que 2,4-D. O 2,4-D é mais eficiente se aplicado antes do armazenamento e da infecção por *Alternaria*. Esporos de *Alternaria* estão presentes sob a base do pedúnculo (receptáculo e cálice) da maioria dos limões. Uma vez que este morre, a invasão pode ocorrer livremente. O tratamento com 2,4-D atrasa o desenvolvimento da camada de abscisão, o pedúnculo permanece vivo e a entrada do fungo é reduzida. Quando o fruto já está armazenado ou o fungo já se estabeleceu, o biorregulador não tem efeito. Aplicações em pós-colheita, do éster volátil de 2,4-D a  $500 \text{ mg L}^{-1}$  (equivalente ácido) são utilizadas comercialmente para evitar a abscisão em limões frescos armazenados.

## 2.5 Macieira (*Malus domestica* Borkh.)

### • Tratando as sementes

Sementes dormentes de macieira que apresentam requerimentos de frio bastante diferenciados durante a

estratificação, não apresentaram diferenças significativas nos níveis de ABA (ácido abscísico), sugerindo que não há uma relação entre o nível de ABA contido na semente e sua necessidade de frio, para que ocorra a quebra de dormência. Verificou-se que sementes estratificadas, tanto a 20°C como a 5°C, apresentaram uma rápida diminuição no nível de ABA, porém a germinação foi promovida somente com estratificação à baixa temperatura. Tratamentos com JA (ácido jasmônico) 20,0 µM, GA<sub>3</sub> (ácido giberélico) 10,0 µM, ABA 1,0 µM e HCN (cianamida hidrogenada) 1,0 µM, realizados em embriões isolados de sementes dormentes, estimularam a germinação do embrião. A exceção foi registrada no tratamento com ABA, que inibiu a germinação.

Os tratamentos foram conduzidos na presença e ausência de luz. Os efeitos da presença de luz + JA foram aditivos, quando aplicados simultaneamente; combinação de outros fatores, como luz + GA<sub>3</sub>, GA<sub>3</sub> + JA e luz + HCN, foi ligeiramente sinérgica. Ficou evidente um sinergismo negativo quando fatores como ABA + luz, ABA + JA, bem como ABA + GA<sub>3</sub>, foram combinados. Tal efeito não ficou evidente quando os três fatores foram aplicados simultaneamente, ou seja luz + JA + ABA e luz + GA<sub>3</sub> + ABA. O efeito sinérgico indica uma possível interação entre os fatores e a sequência com que são aplicados. Quando os embriões foram tratados por quatro dias consecutivos, sendo dois dias em cada produto, constatou-se maior eficiência do JA quando aplicado tardiamente, ou seja, no 3º e 4º dias, enquanto o ácido giberélico foi mais eficiente quando aplicado nos dois primeiros dias. Na sequência do tratamento ABA + JA, notou-se que a inibição promovida pelo ABA, durante os dois primeiros dias, foi ligeiramente revertida pela subsequente aplicação de JA. O efeito de ABA, quando aplicado nos dois últimos dias, foi significati-

vamente menos inibitório quando comparado ao efeito: de uma aplicação precoce, o que indica uma possível intensificação da inibição promovida pelo pré-tratamento dos embriões com JA.

#### • **Controlando o desenvolvimento**

Alguns cultivares importantes de macieira, como ‘Rome Beauty’, ‘Cox’s Orange Pippin’ e ‘Tydeman’s Early Worcester’, formam longos ramos, porém com escassez de esporões. Tal condição pode ser parcialmente corrigida e a produtividade da planta melhorada, através de aplicações de daminozide, em concentrações de 500 a 1000 mg L<sup>-1</sup>. Estudos mostram que o tratamento torna os ramos mais resistentes, suportando um número maior de esporões por unidade de comprimento. Como um efeito secundário do tratamento tem-se um aumento na iniciação floral.

No estado de Washington, foi realizado um tratamento com biorreguladores combinando-se daminozide e ethephon, realizado quatro a cinco semanas após a emissão das brotações. As concentrações recomendadas são de 1000 a 1500 mg L<sup>-1</sup> de daminozide e 3000 mg L<sup>-1</sup> de ethephon, com pulverizações em alto volume. Quando o problema de florescimento é menos severo, é mais comum utilizar-se apenas daminozide, aplicada precocemente. O primeiro tratamento, normalmente, é realizado em pomares com quatro a cinco anos de idade. Aplicações de daminozide, em macieiras com idade entre 4 e 13 anos, resultaram em atraso do crescimento. As macieiras pulverizadas apresentaram redução no crescimento de rebentos, no número de folhas por ramos e no crescimento do tronco.

Alguns cultivares de macieira como ‘Fuji’ e ‘Melrose’ apresentam crescimento vegetativo bastante pronunciado nos primeiros anos após o plantio, o que retarda a entrada

em produção. Aplicações de daminozide nas concentrações de 1000 a 2000 mg L<sup>-1</sup> têm resultado na formação de brotações mais curtas, mas a combinação de daminozide 500 mg L<sup>-1</sup> + ethephon 200 mg L<sup>-1</sup>, aplicada cerca de duas semanas após a plena floração, tem dado melhores resultados; altas concentrações de daminozide inibem o crescimento do fruto. A combinação daminozide + ethephon reduziu o crescimento vegetativo das plantas e aumentou notavelmente o número de cachos florais na primavera seguinte em ‘Gala’, ‘Golden Delicious’ e ‘Fuji’.

O paclobutrazol apresenta excepcional capacidade em controlar o crescimento vegetativo. A aplicação de paclobutrazol a 1000 mg L<sup>-1</sup> e 2000 mg L<sup>-1</sup>, no solo, em volta do tronco, no início da brotação, praticamente paralisou o crescimento vegetativo; as plantas tratadas cresceram 32,7% em relação ao controle. A aplicação de PP333 (1-4-clorofenil)4,4-dimetil-2-(1,2,4-triazol-1-yl)pentan-3-ol) parece controlar de maneira eficiente o crescimento vegetativo em macieiras comercialmente produtivas, estando, porém, o grau e a duração do controle relacionados ao modo de aplicação do produto. Múltiplas pulverizações foliares, à concentração de 200 mg L<sup>-1</sup>, realizadas durante a queda de pétalas e duas, quatro, seis, oito, dez, e doze semanas após este período, retardaram o crescimento terminal no ano da aplicação, mas o efeito não foi constatado nos dois anos subsequentes em que se manteve o experimento. A realização de uma única aplicação no solo (8,2 g i.a. por planta) apresentou maior grau de controle do crescimento vegetativo nos dois anos, exibindo, porém, controle eficiente no ano da aplicação. Os maiores níveis residuais de PP333 no solo foram detectados no tratamento em que se aplicou o produto diretamente no solo. A retirada de amostras, à distâncias crescentes a partir do tronco da

planta, revelaram que PP333 não se move lateralmente na superfície do solo, mas sim de maneira descendente, a partir do ponto de aplicação.

#### • **Substituindo o frio**

A forma mais eficaz de substituir a ação das baixas temperaturas sobre a quebra de dormência é o uso de produtos químicos sob a forma de aspersão. As combinações de óleo mineral com DNOC (dinitrortocresol), ou DNBP (dinitrobutilfenol), com DNOBP (dinitrortobutilfenol) têm apresentado bons resultados na quebra de dormência da macieira. Devido à ação localizada destes produtos, torna-se necessário que as pulverizações atinjam todos os ramos da planta, molhando-os até o ponto de gotejamento. As concentrações mais eficientes são: óleo mineral a 4,0%, aumentando-se para 5,6% em anos de inverno mais ameno, e DNOC ou DNBP, a concentrações de 0,12% a 0,20%, que são suficientes para que se obtenha uma boa brotação de gemas laterais, terminais e cachos florais. Outro produto introduzido no mercado com formulação estabilizada de cianamida hidrogenada é o Dormex. A associação de Dormex 0,5% com óleo mineral a 4,0%, em calda aquosa, mostrou-se altamente eficiente para 'Fuji'.

Um dos fatores mais importantes para a eficiência desses tratamentos é a época de aplicação, que influirá na data de floração. Sob o ponto de vista de brotação e frutificação, a aplicação deve ser realizada durante os estágios fenológicos B e C, os quais, em geral, para 'Gala', 'Fuji' e 'Golden Delicious' ocorrem entre a segunda e terceira semanas de setembro, nas condições do sul do Brasil. O óleo mineral e DNOC ou DNBP antecipam e uniformizam a floração da macieira. Essa antecipação terá pouca influência

na época de maturação dos frutos, mas pode ocorrer uma antecipação de três a cinco dias na colheita.

Na maioria das regiões produtoras, as condições climáticas adversas, como geadas, podem reduzir a fixação de frutos. Êxito obtido na utilização de biorreguladores no estabelecimento de frutos em algumas culturas, como tomateiro e videira, têm despertado grande interesse no desenvolvimento de técnicas que se ajustem à cultura da macieira.

A aplicação de uma combinação de  $GA_{4+7}$ , N’N’difenilureia e ácido 2-naftoixiacético em plantas de ‘Cox’s Orange Pippin’, durante o florescimento, aumentou a fixação de frutos sem sementes. Em experimento conduzido em Nova York, visando determinar a resposta de clones sem sementes de macieira à aplicação de ácido giberélico, constatou-se que tanto o  $GA_7$  como  $G_{4+7}$  são mais eficientes que  $GA_3$ , em aumentar a fixação de frutos. Aplicações de giberelinas ( $GA_3$ ,  $GA_4$ ,  $GA_5$  e  $GA_7$ ) à concentração de  $100 \text{ mg L}^{-1}$  e da citocinina sintética CPPU (N-(2-cloro-4-piridil)-N-fenilureia) a  $20 \text{ mg L}^{-1}$  sobre flores não polinizadas, no final do período da queda de pétalas, indicaram uma limitada fixação de frutos partenocárpicos. Pulverizações com CPPU foram mais eficientes, principalmente no primeiro ano. A aplicação da combinação CPPU + GA mostrou um efeito sinérgico positivo sobre a fixação e tamanho dos frutos partenocárpicos, mas apresentou um efeito negativo sobre a indução floral no ano seguinte. As plantas pulverizadas com CPPU + GA apresentam fixação de frutos similar ou maior ao das plantas polinizadas naturalmente; e nos frutos partenocárpicos houve um aumento na relação comprimento/diâmetro. Enquanto aplicações com CPPU parecem estimulá-la, os tratamentos com  $GA_4$  e  $GA_7$  reduziram a ocorrência de “russeting” nos frutos

partenocárpicos. A qualidade interna destes frutos parece ter sido afetada, sendo que sintomas de deficiência de cálcio ocorreram com maior frequência.

#### • **Desbastando quimicamente**

O desbaste químico consiste na pulverização de substâncias químicas com ação raleante sobre as flores e/ou frutos. Aplicando-se os raleantes químicos na época adequada, obtém-se como resultado frutos com tamanho final maior e mais uniformes, além de uma melhoria no retorno de floração para cultivares com tendência a alternância de produção. A concentração do agente raleante varia em função de alguns fatores, dentre eles o tempo, o vigor da planta e a variedade. No entanto, uma prática segura é seguir as recomendações específicas para cada local, antes de se proceder à pulverização. Embora os produtos químicos sejam geralmente aplicados em soluções diluídas, obteve-se bons resultados com a aplicação de soluções mais concentradas sobre cultivares como 'Rome Beauty'.

Algumas das razões pelas quais se procede ao desbaste em macieira podem ser mencionadas:

- as macieiras, normalmente, apresentam cerca de 5 a 20 vezes mais flores do que requerem para produzir;
- os esporões produzem de cinco a seis flores, muito embora consigam suportar no máximo dois frutos;
- caso a planta consiga sustentar uma produção excessiva, grande parte dos esporões permanecerá inativo na próxima estação;
- as flores de posição central são as primeiras a apresentar antese em um cacho floral: em determinados cultivares, a posição do fruto no grupo interfere na sua forma e, portanto, na sua qualidade.

O desbaste no período pós-florescimento possibilita a avaliação do grau de fixação dos frutos antes que se proceda à pulverização. Os produtos mais utilizados visando o desbaste pós-florescimento em macieira são o NAA e o NAAm (ácido naftalenacetanamida), sendo que a maior atividade auxínica é apresentada pelo NAA. A aplicação de tais auxinas pode ser realizada a partir do estágio de queda das pétalas, persistindo por mais duas ou três semanas. Existe um intervalo de tempo relativamente grande para a aplicação de tais produtos sobre cultivares de maturação tardia, sendo que a maioria dos cultivares de maçã é sensível ao desbaste durante um período de 13 dias, quando os frutinhas apresentam 5 a 16 mm de diâmetro. Em cultivares precoces, a pulverização, tanto de NAA como de NAAm, deve ser realizada no estágio de queda das pétalas, sendo que a pulverização, 10 dias após o florescimento, pode resultar em frutos rachados e em amadurecimento precoce.

Em plantas com tendência à alternância de produção, os produtos raleantes reduzem precocemente a fixação dos frutos durante o período de crescimento, permitindo que haja a emissão de gemas reprodutivas para o ano subsequente. Há hipóteses de que o florescimento no ano seguinte ao tratamento com NAA ou NAAm pode ser uma consequência da ação raleante do produto e/ou do efeito direto sobre a formação de gemas reprodutivas.

Para a maioria dos cultivares, o NAA é utilizado a concentrações de 5 a 20 mg L<sup>-1</sup>, sendo aplicado entre cinco e 14 dias após o pleno florescimento. Recomendações constantes no boletim “Commercial Tree Fruit Production Recommendation for New Jersey”, indicam o tratamento de plantas de ‘Golden Delicious’ com NAA a concentrações de 8 a 10 mg L<sup>-1</sup>, com adição de Tween 20, realizado 14 a 16

dias após o pleno florescimento. Em cultivares de maturação precoce, recomenda-se que o tratamento seja realizado no estágio de queda das pétalas e entre 7 a 14 dias após o pleno florescimento para cultivares de meia estação, como 'McIntosh', 'Spartan' e 'Empire'. Em Fraiburgo, SC, a aplicação de NAA a  $15 \text{ mg L}^{-1}$ , em combinação com óleo mineral a  $2500 \text{ mg L}^{-1}$ , realizada oito dias após o pleno florescimento em 'Fuji', proporcionou uma melhoria significativa no peso médio dos frutos. Este tratamento diminuiu o percentual de frutos com diâmetro inferior a 60 mm, que apresentam baixo valor comercial, e aumentou o percentual de frutos iguais ou maiores a 70 mm. Em 'Gala', a aplicação de NAA à concentração de  $15 \text{ mg L}^{-1}$  com e sem mistura de óleo mineral, oito dias após o pleno florescimento, aumentou notavelmente o peso médio dos frutos. Experimentos conduzidos com 'Fuji' enxertado sobre 'MM-106' em São Joaquim, SC, indicaram as concentrações de 7,5 e  $15 \text{ mg L}^{-1}$  como as mais eficientes, aplicadas aos 15 ou 20 dias após o pleno florescimento. Os resultados obtidos confirmaram a utilidade do NAA como agente químico raleante, indicando também, que a associação dos desbastes químico e manual pode propiciar frutos com maior peso médio e melhor distribuição na planta.

A queda de frutos na fase de pré-colheita é observada principalmente em cultivares precoces e semi-tardios, sendo bastante agravada em períodos de estiagem antecedendo a colheita. As auxinas sintéticas mais utilizadas na prevenção da queda de frutos em pré-colheita são NAA, NAAm e 2,4,5-TP (ácido 2,4,5-triclorofenoxi-propiónico). As vantagens oferecidas por tais produtos são o baixo custo e boa proteção; enquanto a ação do NAA é bastante rápida, mas com tempo de proteção curto,

o uso de 2,4,5-TP propicia excelente proteção por mais de um mês, sendo sua ação mais lenta. Em Washington, tanto NAA como 2,4,5-TP estão sendo utilizados para tal propósito.

O NAA e o NAAM destacam-se por sua eficiência, sendo que, na maioria das vezes, o NAA tem demonstrado melhores resultados. A concentração recomendada situa-se entre 10 e 20 mg L<sup>-1</sup> sendo que, em períodos um pouco mais prolongados, cerca de até duas semanas após a aplicação, os melhores resultados são obtidos com concentrações próximas a 20 mg L<sup>-1</sup>. O período de eficiência promovido pelo NAA corresponde a cerca de 10 dias, requerendo uma carência de dois a três dias para tornar-se efetivo. Quando se necessita de um maior período de proteção, a aplicação do NAA deve ser repetida sete a oito dias após a primeira aplicação. Além de fixar os frutos à planta, o NAA apresenta um efeito positivo sobre o seu amadurecimento.

Uma vantagem apresentada pelo 2,4,5-TP é o maior período de proteção, cerca de cinco a sete semanas, o que possibilita a pulverização simultânea de 'Delicious' e de cultivares de maturidade tardia como 'Winesap', obtendo-se um alto grau de controle sobre a queda de frutos. Realizada a aplicação, o produto torna-se eficiente após um período de sete a 12 dias. Recomendam-se pulverizações a concentrações de 20 mg L<sup>-1</sup> em pomares do leste dos EUA. A aplicação de 2,4,5-TP à concentração de 20 mgL<sup>-1</sup>, 20 a 25 dias antes da colheita, resultou no estímulo de coloração e maturidade em 'McIntosh'.

Devido aos níveis de dioxina (TCDD) detectados no 2,4,5-TP, numerosos países proibiram o seu uso, o que acarretou grandes problemas às culturas de macieira, conduzindo à procura de produtos alternativos. Um produto promissor é

o 2,4-DP (Dichlorprop), que apresentou bom controle na queda de frutos quando aplicado em altas concentrações. Um produto similar, o ácido 2,4-diclorofenoxibutírico é utilizado no Japão, onde tanto o NAA como o 2,4,5-TP não são registrados para este fim.

O ethephon tem sido utilizado em ensaios com a finalidade de reduzir a tenacidade com que os frutos se mantêm aderidos à planta, quer por condições varietais, quer por influência de algum produto hormonal, diminuindo a proporção de frutos com partes de ramos aderidos na colheita, o que reverte favoravelmente sobre a produção futura das plantas. Pulverizações com ethephon a concentrações de 500 a 1000 mg L<sup>-1</sup> realizadas pouco antes da colheita em 'Golden Delicious', que apresenta frutos fortemente aderidos à planta, facilitaram a colheita. Observou-se que a aplicação de ethephon tende a reverter a ação do NAA. Tais frutos, quando submetidos à frigoconservação, não alteraram seu comportamento normal.

A disponibilidade de frutos coloridos e de elevada qualidade, antes do período normal, caracteriza uma grande vantagem aos produtores. O uso do ethephon visando antecipação da maturação e melhoria na coloração, deve ser feito em combinação com NAA ou 2,4,5-TP para evitar a queda de frutos. Adicionalmente à aparência atrativa, as maçãs tratadas com ethephon são mais doces, suculentas e aromáticas. Entretanto, apresentam um menor período de armazenamento, o que obriga a se efetuar sua comercialização logo após a colheita. O potencial do produto na aceleração da maturação é ainda pouco reconhecido, requerendo estratégias diferenciadas com relação à comercialização e armazenamento dos frutos. Frutos de 'McIntosh', pulverizados 10 dias antes da colheita, com

ethephon ou com a combinação ethephon + 2,4,5-TP, atingiram suas características de maturação cinco dias antes dos frutos tratados apenas com 2,4,5-TP e duas semanas antes dos frutos não tratados. O ethephon estimula a abscisão dos frutos, mas a ação do 2,4,5-TP anula seu efeito. A aplicação de ethephon em concentrações de 150 a 300 mg L<sup>-1</sup>, em combinação com NAA em concentrações de 15 a 20 mg L<sup>-1</sup>, realizada sete a 14 dias antes da data prevista da colheita, promove um incremento na coloração dos frutos de 'Gala'.

## 2.6 Mamoeiro (*Carica papaya* L.)

### • Propagação e crescimento

O mamoeiro é reproduzido comercialmente em nossas condições por meio de sementes obtidas nos próprios pomares comerciais ou produzidas por empresas especializadas.

O preparo das sementes é efetuado, normalmente, mediante retirada das arcotesta (arilo gelatinoso) e secagem à sombra, sem necessidade da quebra de dormência ou uso de biorreguladores. Entretanto, diversos trabalhos revelam que o tratamento das sementes com ácido giberélico aumenta a porcentagem de germinação e o crescimento das mudas. Os melhores resultados foram registrados para dosagens entre 50 e 500 mg L<sup>-1</sup> de ácido giberélico. Concentrações maiores que 1000 mg L<sup>-1</sup> podem causar crescimento anormal das plantas jovens. Embeber as sementes em solução de KNO<sub>3</sub>, também aumenta a porcentagem de germinação, além de reduzir o tempo de emergência das plântulas. Tratamentos com IAA e NAA diminuem a germinação. A presença da sarcotesta também influencia negativamente na germinação.

O mamoeiro pode, também, ser propagado vegetativamente por enxertia ou enraizamento de estacas. Embora estas técnicas não sejam atualmente utilizadas a nível comercial, elas podem ser interessantes para multiplicar variedades híbridas, cujas sementes são importadas e bastante caras. Alguns autores consideram que o enraizamento de estacas é viável utilizando-se auxinas, como IAA, IBA e NAA. Grande quantidade de brotações laterais foi obtida em mamoeiro do grupo 'Formosa', 35 dias após aplicações repetidas de uma mistura de BAP  $500 \text{ mg L}^{-1}$  e ácido giberélico  $100 \text{ mg L}^{-1}$  sobre o tronco da planta. As brotações, com 15 cm de comprimento, foram enraizadas sob estufim, com nebulização intermitente, após tratamento com ácido giberélico.

O mamoeiro tem hábito de crescimento contínuo e as flores nascem na axila de cada folha. Em cultivares normais, as plantas tornam-se bastante altas após o terceiro ano de cultivo, dificultando inclusive a colheita dos frutos. Cultivares que entram em produção precocemente e/ou que apresentam menor crescimento vegetativo são bastante desejados nos programas de melhoramento genético. Especialmente em países onde se cultiva mamoeiro sob estufas, experimentos têm sido desenvolvidos utilizando-se biorreguladores visando a diminuição do tamanho das plantas. Houve bons resultados em plantas jovens mediante aplicação de paclobutrazol  $1000 \text{ mg L}^{-1}$ . Os melhores resultados foram obtidos por aplicação via solo em relação à via foliar.

#### • **Florescimento e fixação dos frutos**

Florescimento precoce é uma característica bastante desejável em variedades de mamoeiro e perseguida no melhoramento genético, entretanto, produtos químicos não

têm sido utilizados para acelerar o florescimento. Aplicações de BOA 30 a 50 mg.L<sup>-1</sup> no Havaí, produziram florescimento precoce, flores em nós inferiores e precocidade na produção de mamão papaia.

O mamoeiro é uma planta poligâmica e as variedades comerciais selecionadas devem possuir flores perfeitas. Fatores, como hereditariedade e condições ambientais, afetam tanto a expressão do sexo quanto a fertilidade das flores; dias curtos e baixas temperaturas favorecem a ocorrência de flores femininas.

Considera-se que ethephon pode ser utilizado visando diminuir a quantidade de flores masculinas na cultura. Pulverizações com solução de ethephon 100 a 300 mg L<sup>-1</sup>, aplicadas em mudas no estágio de duas folhas e repetidas após 30 dias, aumentam a ocorrência de plantas com flores femininas, de 30 para quase 90%.

Não há relatos da utilização, a nível comercial, de biorreguladores com a finalidade de incrementar a fixação de frutos em mamoeiro, pois a taxa de fixação em flores hermafroditas é bastante alta. O desenvolvimento de flores femininas estéreis pode, eventualmente, ocorrer em alguns cultivares, em determinadas épocas do ano, porém, as bases fisiológicas deste fato não têm sido investigadas. Ethephon 300 mg L<sup>-1</sup> aplicado no florescimento, no estágio de estigma marrom e após 15 dias, aumenta o tamanho e o peso do fruto. Mas a existência de muitos frutos próximos, em diferentes estágios de desenvolvimento, dificulta esta prática, pois o produto químico causa queda de frutos em estágios de desenvolvimento muito precoce.

Frutos verdes destinados à extração de papaina foram tratados com ethephon 34 mM, diluído em óleo de côco, e apresentaram maior rendimento. O efeito foi devido ao incremento no fluxo de látex.

- **Maturação dos frutos**

O mamão é uma fruta do tipo climatérica que, colhida no ponto de maturidade fisiológica, continua sua atividade metabólica normal. A ascensão da taxa respiratória, e a consequente aceleração das transformações bioquímicas, leva ao amadurecimento do fruto. Este processo pode, entretanto, ser controlado pelo uso de biorreguladores, visando uniformizar o amadurecimento dos frutos. O amadurecimento controlado pode ser realizado submetendo-se os frutos a atmosfera com etileno  $1000 \text{ mg L}^{-1}$ . Utilizam-se câmaras especiais com controle de umidade e temperatura, onde são efetuadas duas a três aplicações do gás ativador, intercaladas por operações de exaustão da câmara. O amadurecimento completo ocorre em três a quatro dias. Outra maneira de se promover o amadurecimento controlado do mamão é pelo uso de ethephon. Frutos colhidos no estágio de maturidade fisiológica e imersos em solução de ethephon  $400$  a  $600 \text{ mg L}^{-1}$ , por alguns minutos, amadurecem uniformemente em poucos dias.

## **2.7 Mangueira (*Mangifera indica* L)**

- **Propagação e crescimento**

Atualmente, através da aplicação de biorreguladores e com o uso de técnicas que permitem o controle ambiental no leito de enraizamento, tem-se conseguido a propagação em espécies que apresentavam dificuldades no estaqueamento, elevando-se a porcentagem de enraizamento.

Muitos biorreguladores têm sido utilizados em mangueiras para indução do enraizamento de estacas, com resultados variados. Aplicou-se NAA, IBA e uma mistura de NAA + IBA, em solução, nas dosagens de  $2500$ ,  $5000$  e

10000 mg L<sup>-1</sup>. Observou-se que 10000 mg L<sup>-1</sup> de NAA foi mais eficiente em promover o enraizamento, embora nenhum tratamento tenha resultado em 100% de sucesso.

Verificando-se o efeito de diferentes concentrações de ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de mangueira, os melhores resultados foram obtidos em estacas originadas de plantas com quatro meses de idade. Estacas originadas de plantas com 28 meses de idade somente enraizaram sob concentrações mais altas de IBA e estacas provenientes de plantas adultas, com 30 anos de idade, não enraizaram, independentemente das concentrações de IBA utilizadas no tratamento.

Alguns autores obtiveram sucesso no enraizamento de estacas de mangueira quando, 40 dias após o anelamento, as estacas foram retiradas e tratadas por imersão rápida em IBA 2000 mg L<sup>-1</sup>, seguido por 5000 mg L<sup>-1</sup> de IBA em talco. A porcentagem de enraizamento chegou a 80% para as estacas originadas de plantas jovens.

Incisões na base de estacas, associadas ao uso de IBA, têm incrementado significativamente a porcentagem de enraizamento. Obteve-se 88% de estacas enraizadas, quando tratadas com IBA 2500 mg L<sup>-1</sup>, associado a incisão na sua base e controle de temperatura do substrato.

Chegou-se a 100% de enraizamento, quando estacas de mangueira cultivar Langra foram estioladas e tratadas com concentrações de 10000 mg L<sup>-1</sup> de IBA ou 5000 mg.L<sup>-1</sup> de IBA + NAA (1:1).

A utilização de biorreguladores para reduzir o desenvolvimento de mangueira, a nível comercial, não tem sido ainda frequente. Resultados experimentais com daminozide, chlormequat e hidrazida maleica têm mostrado algum retardamento e inibição de crescimento, frequentemente acompanhado por indução de

florescimento. O uso de ethephon para induzir florescimento, aparentemente, não causa redução no vigor.

A aplicação de ethephon ( $250 \text{ mg L}^{-1}$ ), associado ao anelamento da planta, retardou o crescimento das mangueiras, condicionando a planta a tornar-se mais apta à floração. O retardamento do crescimento pelo chlormequat e daminozide pode ser devido a um efeito restritivo na produção de giberelina e IAA, respectivamente. Pesquisas visando ajustar o uso de biorreguladores para o controle do crescimento e indução de florescimento em mangueira parecem indicar a necessidade de aplicações por vários meses, com duas a quatro semanas entre as aplicações. Chlormequat tem sido aplicado em dosagens de 3000 a 5000  $\text{mg L}^{-1}$ . Uma concentração mínima de 7000  $\text{mg L}^{-1}$  de daminozide parece ser necessária para retardar o crescimento de forma significativa, sendo que hidrazida maleica diminui a brotação de gemas a 5000  $\text{mg L}^{-1}$ .

#### • **Indução do florescimento**

Há muito tempo sabe-se que a fumaça proveniente da combustão de produtos orgânicos pode causar a diferenciação de gemas florais em mangueira, com o etileno sendo considerado o agente indutor. Atualmente, parece bem definido que o controle do florescimento em mangueira dá-se por balanço hormonal. Desde que o ethephon foi desenvolvido, muitos trabalhos têm sido conduzidos visando o controle do florescimento e frutificação em mangueira. Têm sido recomendadas quatro a cinco aplicações a cada duas ou três semanas, em concentrações de 150-250  $\text{mg L}^{-1}$ , visando a indução de floradas fora da época normal. A limitação deste método tem sido a dificuldade em realizar várias aplicações, uma vez que as plantas são normalmente de grande porte.

Em plantas de 'Tommy Atkins', a aplicação do ethephon a 300 e 400 mg L<sup>-1</sup>, no período de 60 e 30 dias, respectivamente, antes da indução floral, com nitrato de potássio, provocou aumentos na produção. O ethephon atua como paralisador do crescimento da planta e, indiretamente, induz à floração.

Diversos outros biorreguladores têm sido testados para indução de florescimento. Paclobutrazol e uniconazole mostraram-se eficientes em induzir florescimento em mangueira 'Tommy Atkins' apenas quando associados a estresse por frio (10 a 18°C). Quando utilizados sob temperatura de 25 a 30°C, somente reduziram as brotações e o comprimento dos entrenós. Por outro lado, relataram-se efeitos significativos de paclobutrazol no florescimento precoce, na produção e na qualidade dos frutos em mangueira 'Alphonso', mediante aplicações via foliar ou via solo.

Dentre a grande variedade de produtos químicos passíveis de serem utilizados na indução de florescimento em mangueira, aqueles compostos com nitratos (nitrato de potássio, nitrato de sódio, nitrato de cálcio, etc.) têm sido dos mais eficientes.

Estudos conduzidos nas Filipinas revelaram considerável eficiência de KNO<sub>3</sub> (1-2%), aplicado em pulverização. Os autores acreditam que o produto tenha ação no sistema nitrato-redutase, levando a planta a produzir etileno. O aparecimento da inflorescência é bastante rápida, uma ou poucas semanas após a aplicação.

A eficiência do nitrato de potássio em induzir florescimento depende da idade do ramo que recebe a aplicação. Brotações com 8 a 11 meses de idade florescem abundantemente, requerendo baixas concentrações do produto (1%) e curto período (7 a 14 dias) da aplicação ao surgimento da

panícula. Brotações mais novas também podem ser induzidas, entretanto, requerem maiores concentrações e maior tempo para diferenciação. O nitrato de potássio assimilado parece induzir a formação da enzima nitrato redutase, que atua produzindo aminoácidos e outros compostos como a metionina, precursora do etileno.

Obteve-se efeito significativo do  $\text{KNO}_3$  no florescimento. A concentração mais eficiente ( $10.000 \text{ mg L}^{-1}$ ) adiantou o florescimento em 21 dias, e influenciou positivamente na produtividade das plantas e na qualidade dos frutos. A maior porcentagem de florescimento ocorreu sete dias após a aplicação. O efeito indutor do  $\text{KNO}_3$  é dado pelo íon nitrato e isso tem levado os pesquisadores a buscar alternativas ao nitrato de potássio, uma vez que este é normalmente de alto custo e difícil de ser encontrado no mercado. O nitrato de amônio ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) pode ser uma opção e tem-se mostrado eficiente nas concentrações de 2 a 4%.

Em pesquisa conduzida na região Nordeste do Brasil, constatou-se que  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  a 2% foi tão eficiente quanto  $\text{KNO}_3$  a 3% para induzir floração. A colheita dos frutos foi adiantada em 50 dias em relação ao seu período normal, porém as plantas tratadas com  $\text{KNO}_3$  sofreram sérias injúrias nas folhas, indicando que a concentração utilizada mostrou-se muito elevada naquelas condições climáticas.

#### • Controle da frutificação

Alguns cultivares de mangueira apresentam o problema de má formação das flores, cuja causa ainda não está devidamente determinada. Pulverizações com NAA ( $100$  a  $200 \text{ mg L}^{-1}$ ) e chlormequat ( $500 \text{ mg L}^{-1}$ ) reduziram a incidência de má formação, enquanto ácido giberélico ( $100$ - $250 \text{ mg L}^{-1}$ ) e ethephon ( $50$ - $150 \text{ mg L}^{-1}$ ) aumentaram a incidência de panículas com o problema.

Relatou-se efeito positivo do paclobutrazol na diminuição da ocorrência de má formação em panícula de mangueira. Os melhores resultados surgiram com aplicação de 20g do p.a. por planta, via solo. O efeito do produto parece estar relacionado à inibição da síntese de giberelinas, uma vez que este hormônio endógeno tem sido detectado em maiores concentrações nas panículas com má formação do que em panículas normais.

Diversos trabalhos têm sido conduzidos visando derrubar as inflorescências terminais e, conseqüentemente, induzir a emissão de panículas laterais. O uso de ethephon mostrou-se apropriado, quando em condições de clima subtropical, pois sob temperaturas elevadas, causa lesões nas folhas.

Diversos estudos têm sido desenvolvidos visando aumentar a fixação de frutos por panícula, usando biorreguladores, embora uma porcentagem de queda natural seja aceitável e necessária. Redução na queda dos frutos foi obtida pela aplicação de NAA (10 a 40 mg L<sup>-1</sup>) e 2,4,5-TP (10 a 40 mg L<sup>-1</sup>) combinados com uréia (2 a 4%), sendo que esta última também acelerou a maturação e aumentou o tamanho dos frutos. O uso de 2,4,5-T e 2,4,5-TP, nas mesmas concentrações, porém sem adjuvantes, não se mostrou eficiente. O retardador de crescimento daminozide (100 mg L<sup>-1</sup>) reduziu a queda, quando aplicado em frutos no tamanho de ervilha.

Resultados sobre a eficácia de auxinas no controle da queda tardia de frutos parecem não ser muito consistentes. Pulverizações com 2,4-D (10 a 20 mg L<sup>-1</sup>) e NAA (30 a 40 mg L<sup>-1</sup>) têm apresentado os melhores resultados, quando aplicados em frutos com 2 cm de comprimento.

Pulverizações com ácido giberélico, durante o desenvolvimento dos frutos, causam aumento no seu

tamanho, no peso e nos teores de açúcares e em ácido ascórbico. Da mesma forma, aplicações de paclobutrazol, em pulverização foliar ou via solo, na época do florescimento, aumenta a produção por planta e a qualidade dos frutos.

#### • **Maturação dos frutos**

Mangas colhidas no estágio “de vez”, frequentemente não desenvolvem as características externa e interna de forma desejável. Para obter um fruto de alta qualidade há necessidade de que seja colhido no estágio de completo desenvolvimento fisiológico e colocado para amadurecer em câmara com umidade relativa de 92-95%, temperatura de 21°C e tratado com etileno (10-20 mg L<sup>-1</sup>). Os melhores resultados foram obtidos em tratamento por 12 a 24 horas, dependendo da maturidade do fruto. Tratamento com etileno é usado comercialmente para amadurecer mangas nos EUA e no Brasil.

O tratamento para amadurecimento pode ser realizado também por imersão em solução de ethephon (480 a 5000 mg L<sup>-1</sup>), por alguns minutos. A qualidade dos frutos amadurecidos neste sistema é tão boa quanto naqueles amadurecidos com etileno. Verificou-se que a maturação da manga pode ser acelerada em duas semanas, com aplicações do ácido 2,4,5-TP (50 a 200 mg L<sup>-1</sup>), três semanas após o florescimento. Neste caso, o fruto apresenta tamanho reduzido, embora a coloração não seja afetada.

O ácido naftalenacético a 25 mg L<sup>-1</sup> e a hidrazida maleica a 750 mg L<sup>-1</sup>, em pulverização foliar mensal, a partir da frutificação, acelerou e retardou, respectivamente, a maturidade em duas semanas. Os frutos tratados com o ácido naftalenacético amadureceram mais cedo, desenvolveram cor atrativa da casca e apresentaram

conteúdo mais alto de caroteno na polpa. Por outro lado, a hidrazida maleica aumentou o tamanho do fruto, atrasou o processo de maturação, interferiu na formação de caroteno e aumentou a suscetibilidade dos frutos à infecção por fungos. Aplicação de daminozide atrasou a maturação dos frutos da mangueira. Pulverização com ácido giberélico atrasou a maturação e manteve os frutos mais firmes.

Imersão de frutos maduros em solução de 2,4,5-TP (1000 a 1500 mg L<sup>-1</sup>), por dois minutos, retarda o desenvolvimento de coloração na casca, sugerindo que auxinas poderiam ser utilizadas para ampliar o período de estocagem. No entanto, as transformações bioquímicas continuam ocorrendo no fruto, e apenas a coloração é mantida.

## 2.8 Oliveira (*Olea europaea* L.)

### • Aumentando o tamanho

Na Califórnia, a indústria de azeitona é baseada na produção de grande quantidade de azeitonas de tamanho adequado para serem enlatadas, o que exige desbastes. Oliveiras têm uma forte tendência à frutificação em anos alternados. Para desbaste de oliveira, ácido naftalenacético (NAA) é usualmente aplicado 14 a 25 dias após o total florescimento, quando os frutos estão com 3 a 5 mm de diâmetro.

Etacelasil também causa bom desbaste e provoca menor queda de folhas do que o ethephon. Em Israel, NAAm é também eficiente, entretanto, para igual atividade, é necessário 1,5 a 2 vezes mais NAAm do que NAA. Para raleamento em pré-colheita de oliveiras, etacelasil tem produzido bons resultados.

Os agricultores têm, tradicionalmente, aumentado o tamanho de azeitonas de mesa através de poda severa, que reduz drasticamente a produção e induz ao envelhecimento precoce das árvores. Em Israel e nos EUA, desbaste químico com NAA tem tido sucesso, sendo a melhor época para pulverização, 12 a 18 dias após o florescimento total (FT). Entretanto, com desbaste manual, o tamanho do fruto, na Espanha, só aumentou quando a remoção dos frutos foi efetuada entre FT + 20 e FT + 30.

Em experimentos com NAA, a concentração mais eficiente para reduzir a fixação e aumentar o tamanho dos frutos foi entre 200 e 300 mg L<sup>-1</sup>, quando aplicado entre 12 e 14 dias após o FT. Entretanto, a resposta parece estar relacionada com a duração do período de florescimento. Quando o período de florescimento é curto (7 a 10 dias), o tamanho dos frutos aumenta significativamente, como resultado da redução na sua fixação.

- **Facilitando a colheita**

A colheita manual de azeitonas é bastante onerosa, visto que os frutos são pequenos e amadurecem durante um longo período de tempo. Estima-se que 80% da mão-de-obra total necessária para produção de azeitonas venha da colheita. Muitos estudos têm sido efetuados para desenvolver formulações que facilitem a separação do fruto pela indução da abscisão.

Ethephon aplicado a 100-500 mg L<sup>-1</sup> sobre oliveiras, quando os frutos estão completamente coloridos ou com 50% de coloração, aumenta a queda do fruto, proporcionalmente à concentração. Uma concentração alta de ethephon também resulta numa porcentagem alta de queda de folhas. Ethephon a 300 mg L<sup>-1</sup> proporciona uma

queda satisfatória dos frutos 10 dias após o tratamento, independente da época da aplicação, e não tem um efeito marcante sobre a queda de folhas.

Os compostos liberadores de etileno, ethephon e Alsol a 1000, 1600 e 2000 mg L<sup>-1</sup>, aplicados sobre oliveira 'Gergashi' durante duas estações de colheita, reduziram marcadamente a força para remoção do fruto. A quantidade de frutos retidos na árvore, após a agitação, é comparativamente maior em árvores pulverizadas com Alsol. O ethephon provoca uma queda maior de folhas.

Com os cultivares Sigoise e Chemlali, pulverizações do produto Alsol 800 a 1600 mg L<sup>-1</sup>, proporciona 95% de abscisão dos frutos e 9,5% de queda de folhas, quando o vibrador Three Wheel é utilizado para colheita mecanizada.

Azeitonas tratadas com ethephon 2000 mg L<sup>-1</sup> no período normal de colheita (final de dezembro), e colhidas sete dias após o tratamento, têm seu acúmulo de óleo aumentado antes da colheita e durante o armazenamento.

Aplicações em diferentes estágios de desenvolvimento do fruto na oliveira 'Ginafa', com soluções de ethephon 1000, 1500 e 2000 mg L<sup>-1</sup>, na metade do período entre o amadurecimento do caroço e a taxa respiratória máxima, têm seus frutos com pigmentação precoce, maiores teores de antocianinas e polifenóis, aumento da razão ácido linoleico/ácido palmitoleico e da taxa respiratória, decréscimo do conteúdo de açúcares e modificações na sua composição. Ethephon aplicado após a ocorrência da taxa respiratória máxima, somente reduziu a força para remoção do fruto.

## 2.9 Pereira (*Pyrus communis* L.)

### • Micropropagação

A vitrificação é um termo usado para caracterizar o aspecto brilhante ou vítreo apresentado por algumas plantas obtidas “in vitro”. Esta anormalidade é resultante de problemas fisiológicos, frequentemente atribuídos ao uso contínuo de concentrações elevadas de citocininas no meio de cultura. A vitrificação causa perdas significativas no processo de propagação de plantas “in vitro”, podendo atingir perdas superiores a 60%, inviabilizando um programa comercial de produção de mudas.

Em trabalho realizado para estudo do efeito do BAP (6-benzilaminopurina), sacarose e ágar sobre a vitrificação da pereira em cultura de tecidos, concluiu-se que um meio sem BAP e sem sacarose promoveu o desenvolvimento de novas brotações, mais desenvolvidas, a partir de brotações vitrificadas. O BAP, na ausência de sacarose, não apresentou efeito sobre o número de brotações normais formadas a partir das brotações vitrificadas, enquanto que, na presença de sacarose, a produção de brotações normais foi superior na ausência e na menor dosagem de BAP. O maior índice de novas brotações vitrificadas foi registrado nas concentrações mais elevadas de BAP.

Para a realização do experimento, brotações vitrificadas do porta-enxerto de pereira (*Pyrus calleryana* L.) mantidas “in vitro” através de sucessivas repicagens em meio de cultura ‘MS’, acrescido de BAP  $1,0 \text{ mg L}^{-1}$ , foram transferidas para novos tubos, contendo meio ‘MS’. As concentrações de BAP utilizadas foram de  $0,0$  a  $8,0 \text{ mg L}^{-1}$ , de sacarose de  $0,0$  a  $90,0 \text{ g L}^{-1}$  e de ágar de  $3,0$  a  $9,0 \text{ g L}^{-1}$ .

### • Crescimento e florescência

Um produto químico registrado em muitos países europeus para controlar o crescimento vegetativo e melhorar o florescimento de pereiras é o chlormequat. A concentração recomendada é de 1000 a 1600 mg L<sup>-1</sup>, realizando-se o tratamento quando os novos rebentos estiverem com cinco a oito folhas, repetindo-o, se necessário, após dois a três meses. Tanto a aplicação de daminozide a 2000 mg L<sup>-1</sup>, no período em que o crescimento terminal apresentava cerca de 10 cm de comprimento, como a realização de duas pulverizações com chlormequat a 1600 mg L<sup>-1</sup> (sendo a primeira no mesmo período de aplicação da daminozide e a seguinte duas semanas após a realização da primeira), reduziram, no ano do tratamento, o crescimento terminal de plantas jovens de 'Clapp's Favorite'. No ano subsequente ao tratamento, o crescimento foi suprimido em plantas onde se aplicou chlormequat e promovido nas plantas que receberam aplicação de paclobutrazol no solo a 6 g i.a. por planta. Todos os reguladores ensaiados promoveram uma redução na área foliar média das plantas, bem como do pedúnculo dos frutos. Houve um aumento no número de cachos florais por ramo nos tratamentos com daminozide e chlormequat, reduzindo-se, no entanto, o peso médio dos frutos. Constatou-se uma redução no comprimento dos frutos induzido pelo paclobutrazol. Não foram constatados efeitos sobre a firmeza, teor de sólidos solúveis ou produção de frutos, em nenhum dos biorreguladores testados.

A incidência de certos ácaros e pragas da cultura da pereira pode ser reduzida através da utilização de fertilizante nitrogenado em época e dosagem recomendadas e/ou pela aplicação de retardadores de crescimento de

forma a diminuir o vigor da planta. A associação de diferentes dosagens de fertilizante nitrogenado (113 g, 240 g e 680 g de ureia e 340 g e 680 g de nitrato de cálcio) com aplicação de paclobutrazol no solo a 20 g i.a. por planta, resultou na supressão do crescimento dos ramos. Populações de ovos de duas espécies de ácaros observadas (*Tetranychus urticae* e *Epitrimerus pyri*) foram contidas com a associação de baixas dosagens de ureia e aplicação de paclobutrazol. A população adulta de *E. pyri* foi afetada por dosagens mais elevadas de ureia associadas ao paclobutrazol. As possíveis vantagens do uso de paclobutrazol visando a melhoria na produção de pereira são o aumento no estabelecimento de frutos, especialmente em plantas jovens, e a supressão do crescimento de brotações, resultando em menor necessidade de podas. Podem ser mencionados, ainda, a melhoria na penetração de produtos químicos durante a pulverização e, portanto, melhor controle de pragas; maior eficiência no uso do fertilizante nitrogenado; melhor qualidade de frutos em função do menor crescimento dos ramos e penetração de luz solar no interior da planta, além da baixa incidência de desordens fisiológicas como “cork spot”.

A redução da fruta temporã implica na melhoria do retorno ao florescimento. Neste sentido, podem ser usados retardadores de crescimento, como chlormequat, aplicados durante o período de iniciação floral. Múltiplas aplicações de chlormequat são realizadas em pereiras para melhorar a produtividade de plantas mais velhas. São aplicadas concentrações relativamente baixas, geralmente menores que 500 mg L<sup>-1</sup>, com intervalo de duas semanas entre as aplicações, começando logo após a queda das pétalas. Este tratamento controla de maneira eficiente o crescimento de rebentos e melhora a colheita, através do aumento no

número de flores e no estabelecimento de frutos, reduzindo, no entanto, o seu tamanho.

Em pereiras 'Bartlett', têm-se conseguido aumentos consideráveis na formação de flores e uma supressão do crescimento de brotações, através de pulverizações com daminozide a concentrações de 1000 a 3000 mg L<sup>-1</sup>. O número de botões florais foi aumentado em 2,8 a 3,1 vezes, quando foram realizadas duas pulverizações. O estabelecimento de frutos, no entanto, parece ser reduzido, provavelmente devido ao consumo excessivo de algum nutriente na formação dos botões florais, tornando-o indisponível ao desenvolvimento dos frutos.

Experimentos conduzidos em Nova York demonstraram que a aplicação de daminozide em plântulas de '52915' parece promover o florescimento, quando não há resposta vegetativa. Plantas jovens pulverizadas com daminozide a concentração de 2500 mg L<sup>-1</sup>, em junho/65 e junho/66, apresentaram um aumento significativo no florescimento do ano subsequente. As porcentagens de plantas controle floridas em 1966 e 1967 foram 8% e 58%, respectivamente, sendo que o tratamento com daminozide resultou em 33% e 75% de plantas floridas nos anos de 1966 e 1967, respectivamente. A aplicação de daminozide a concentração de 500 mg L<sup>-1</sup>, aumentou o florescimento somente no primeiro ano do experimento.

Ensaio conduzidos com 'Magness' demonstraram que a aplicação de daminozide a concentração de 1200 ou 2400 mg L<sup>-1</sup> reduziu o crescimento terminal das plantas durante o primeiro ano do experimento, não apresentando, porém, o mesmo efeito nos outros dois anos em que o ensaio foi mantido. As plantas tratadas apresentaram um aumento no número de frutos, obtendo-se colheitas maiores quando comparadas ao controle.

Na Califórnia, pulverizações com giberelina em concentrações de 10 a 500 mg L<sup>-1</sup>, realizadas em setembro, não apresentaram efeito na primavera seguinte. No entanto, a aplicação de concentrações mais elevadas, em março, reduziu o número de botões florais, sendo que a maior redução resultou da aplicação de elevadas concentrações em pleno florescimento ou na queda das pétalas.

Experimentos sobre a ação das sementes sobre o botão floral forneceram resultados semelhantes àqueles obtidos em macieiras, indicando o efeito inibidor do desenvolvimento das sementes sobre a formação do botão floral.

#### • Fixação de frutos

A utilização de ácido giberélico em pereiras parece promover um aumento na fixação de frutos partenocárpicos em 'Bartlett'. Aplicações a concentrações de 10 a 50 mg L<sup>-1</sup> no estágio de botão rosado, pleno florescimento ou queda das pétalas, aumentaram em aproximadamente 25% a fixação dos frutos. Tem-se obtido êxito através da aplicação de GA<sub>3</sub> ou GA<sub>4+7</sub> em concentrações de 15 a 25 mg L<sup>-1</sup>. Na Holanda, alguns cultivares com pequena fixação de frutos, como Triumph de Vienne e Beurré Hardy, apresentaram bons resultados quando pulverizados com GA<sub>3</sub> durante o florescimento, para promover uma melhor fixação dos frutos. Outros cultivares, como Royenne du Cornice, não responderam ao tratamento. Alguns cultivares recebem tratamento apenas quando a ocorrência da geada é severa, o suficiente para impedir a queda do vigor. Apesar de alguns resultados satisfatórios, a aplicação de GA<sub>3</sub> visando a fixação de frutos não é uma prática comercial, devido aos possíveis efeitos indesejáveis, como alongamento do pedúnculo e amolecimento precoce do fruto.

Outro método visando aumentar a fixação de frutos em pereiras é a utilização de 2,4,5-TP, em período pós-colheita, em concentrações de 5 a 10 mg L<sup>-1</sup>, ou no estágio de florescimento, em concentrações de 3 a 6 mg L<sup>-1</sup>. Tal tratamento foi realizado em um pequeno número de cultivares, havendo citações sobre a utilização de 'Anjou' em experimentos conduzidos em Washington. Na Califórnia, em ensaio realizado em oito diferentes pomares de 'Bartlett', constatou-se que a pulverização com 2,4,5-TP ou com sal amino alcanol, ambos a concentração de 100 mg L<sup>-1</sup>-aplicados no estágio de botão rosado, aumentaram a fixação de frutos partenocárpicos. Após a aferição de uma média dos oito pomares amostrados, verificou-se que houve uma fixação de 66,7 frutos para cada 100 cachos florais nas plantas controle; os tratamentos com sal e 2,4,5-TP apresentaram 87,7 e 93,1 frutos, respectivamente. As plantas que receberam tratamento apresentaram frutos de tamanho ligeiramente reduzido, sendo que muitos, principalmente aqueles de pomares menos produtivos, apresentaram a forma de uma maçã. Tais aplicações podem promover danos às folhas; logo, recomenda-se que somente as plantas mais vigorosas sejam tratadas com biorreguladores. Outras constatações decorrentes da aplicação de auxinas foram o amadurecimento precoce e a rachadura do tecido na região do cálice, principalmente nos frutos menores. Devido a tais danos, os frutos não são aceitos comercialmente, o que faz com que o cultivar seja pouco tratado com auxinas visando aumentar a fixação de frutos.

O retardamento do florescimento conseguido através da utilização de retardadores de crescimento pode ser um caminho indireto para se conseguir um aumento na fixação de frutos. Experimentos conduzidos na Califórnia com

'Bartlett', indicaram que a aplicação de daminozide a concentração de 4000 mg L<sup>-1</sup>, realizada em setembro, aumentou em 31,1% a fixação de frutos no ano seguinte. No entanto, não se sabe se o tratamento com daminozide estimula a fixação de frutos partenocárpicos, ou se o aumento na fixação ocorre devido ao atraso no florescimento, que promove a redução da perda de flores, em função das baixas temperaturas. Uma explicação bastante provável para o aumento na fixação de frutos é que o retardador de crescimento reduz o vigor vegetativo das plantas, diminuindo a competição entre folhas e frutos. As plantas tratadas apresentaram frutos com pedúnculos menores e espessos, não ocorrendo, porém, rachaduras no tecido durante o período de armazenamento à baixa temperatura.

#### • Desbaste químico

O desbaste químico em pereiras geralmente não é completamente seguro. DNOC parece ser o produto mais eficiente, porém pode promover a queimadura de folhas caso haja precipitação ou elevada umidade após a pulverização. A quantidade aplicada não deve exceder 0,18 a 0,26 partes em 100 litros de água. Quando o estabelecimento de frutos é limitado pela insuficiência de polinização cruzada ou condições climáticas desfavoráveis, a realização do tratamento pode resultar em uma redução maior do que a desejável na fixação de frutos. Alguns cultivares de pereira, como Bose, Winter Nielis e Bartlett, não desenvolvem bom tamanho comercial de frutos sem que seja realizado o desbaste, enquanto outros cultivares dispensam tal prática.

Na América do Norte e parte da Austrália, tanto NAA como NAAm são utilizados para promover o desbaste em pereiras 'Bartlett' e 'Williams'. Assim como na cultura da

macieira, as concentrações e épocas de aplicação variam grandemente; em Washington e Ontario, os dois produtos são aplicados a concentrações de 10 a 15 mg L<sup>-1</sup>; já em Nova York recomendam-se concentrações abaixo de 10 mg L<sup>-1</sup>. A época de aplicação destes produtos varia do estágio de queda das pétalas até 15 a 21 dias após o pleno florescimento. De qualquer forma, o uso de produtos químicos com ação raleante é menos comum em pereiras do que em macieiras, sendo que em algumas regiões produtoras de pêra, na Califórnia e Victoria, Austrália, o uso de tais produtos não é recomendado por ser considerado desnecessário e pouco confiável.

Tratamentos com NAA na concentração de 10 mg L<sup>-1</sup> são frequentemente usados na prevenção da queda de frutos em pereiras 'Bartlett', não sendo recomendados tratamentos com 2,4,5-TP devido aos danos promovidos aos frutos e folhas. A aplicação de daminozide em pereiras 'Bartlett' tem demonstrado eficiência semelhante à aplicação de NAA, permitindo, no entanto, maior flexibilidade, uma vez que pode ser aplicado durante todo o ano.

Em pereiras 'Bartlett' a aplicação de ethephon a concentração de 1000 mg L<sup>-1</sup>, realizada nove dias antes da colheita, reduziu a fixação dos frutos, no entanto, tais frutos apresentaram menor período de conservação, quando mantidos à temperatura de 0°C durante o armazenamento.

A promoção do amadurecimento de peras 'Clapp Favorite' tem sido demonstrada através da imersão de frutos imaturos em solução de ethephon a 25 mg L<sup>-1</sup> durante um minuto, ou então através da exposição dos frutos a uma concentração de 100 mg L<sup>-1</sup> de etileno, por 24 horas. Foram obtidos resultados semelhantes nos dois tratamentos, constatando-se o amadurecimento em aproximadamente

12 dias. Frutos de 'Anjou' submetidos ao tratamento de imersão apresentaram significativa antecipação da maturação.

## 2.10 Pessegueiro (*Prunus persica* Batsch)

### • Propagação

A dormência das sementes do pessegueiro pode ser interrompida pela ação de biorreguladores, tais como o ácido giberélico ( $GA_3$ ) e 6-benzilaminopurina, de ação citocinínica. Estes reguladores exercem papel fundamental no processo germinativo, estando envolvidos tanto na quebra de dormência como no controle da hidrólise de reservas para o fornecimento de energia ao embrião, e na intensificação da atividade mitótica celular. A BAP ( $150 \text{ mg L}^{-1}$ ) mostrou ser eficiente na quebra da dormência de sementes do pessegueiro, podendo ter uso prático para substituir o período de vernalização úmida nesta espécie.

O enraizamento de estacas de pessegueiro pode ser alcançado através do tratamento com ácido indolbutírico (IBA). Estacas semi-lenhosas de pessegueiro 'Diamante' podem ter enraizamento da ordem de 77 a 85%, quando da aplicação de IBA nas concentrações de 1200 e 1600  $\text{mg kg}^{-1}$ . Para a obtenção destes valores, é necessário o acondicionamento das estacas em ambiente com umidade relativa em torno de 100% e a presença de um par de folhas nas estacas. A presença de folhas nas estacas favorece o enraizamento, devido, provavelmente, à produção de cofatores do enraizamento nas folhas. Em estacas lenhosas coletadas na metade de outono, o IBA, em diferentes concentrações, resultou em enraizamento eficiente em pessegueiros 'Capdeboscq' e 'Diamante', com efeito menor no cultivar Convênio.

### • Quebrando a dormência

Os produtos testados e utilizados para a quebra de dormência do pessegueiro, normalmente, são aqueles empregados em macieiras, tais como o DNOC (dinitro-orto-cresol) que, para o pessegueiro, apresentou resultados promissores, porém sem aplicação comercial, devido ao elevado custo, à toxidez para o aplicador e aos riscos de fitotoxidez para o pessegueiro.

A cianamida hidrogenada ( $H_2CN_2$ ), que pode ser considerada como um bioativador, tem sido aplicada com êxito para a quebra da dormência de gemas de pessegueiro. Sua aplicação em pessegueiros 'Chiripá', nas concentrações de 0,15 a 0,20%, associada ao óleo mineral (0,75%), proporcionou uma boa quebra de dormência e um aumento significativo no número de frutos colhidos por planta. No cultivar Rubidoux observaram-se aumentos de até 116% na produção quando da aplicação da cianamida hidrogenada a 0,75%, no período de 40 dias antes da plena floração. Foi verificado, também, que nas doses 0,25 a 0,50% e 0,75 a 1,00%, havia uma antecipação de 11 a 15 dias na colheita, respectivamente.

### • Reduzindo o crescimento

O paclobutrazol, um retardador do crescimento, aplicado em pessegueiros crescidos em casa de vegetação, resultou em folhas de menor tamanho, porém aumentou o índice de área foliar nas brotações. Este regulador reduziu o crescimento da brotação em cerca de 30% durante a estação de crescimento, aumentou o número de gemas floríferas e diminuiu significativamente o volume de poda. A qualidade do fruto não foi afetada pela aplicação do paclobutrazol, porém o tamanho médio dos frutos foi aumentado em 30%, se comparado com frutos de plantas não tratadas.

Em pessegueiros 'Redhaven' tratados com paclobutrazol (0,5 ou 1,0 g por planta), via solo, foi observada uma redução significativa do crescimento vegetativo, uma antecipação na colheita e um incremento no tamanho médio dos frutos, no período de crescimento seguinte ao tratamento. Entretanto, no segundo ano após a aplicação do paclobutrazol, não houve mais efeito do biorregulador. As aplicações de paclobutrazol, um pouco antes da plena floração, (0,375-0,750 g por planta) diminuíram o volume de poda, aumentaram a formação de gemas floríferas e melhoraram a fixação dos frutos. Tem sido constatado, na maioria dos relatos, que as aplicações de paclobutrazol devem ser realizadas anualmente, uma vez que foi verificado que pessegueiros tratados com este biorregulador, apresentaram um maior crescimento no ano seguinte da aplicação, se comparados com plantas não tratadas.

- **Atrasando a florescência**

Os biorreguladores podem ser utilizados para retardar o florescimento, buscando escapar dos períodos frios. É o caso da aplicação do ácido giberélico e do ethephon (ácido 2-cloroetilfosfônico). Os efeitos no atraso do florescimento com aplicação destes reguladores dependem da época de aplicação, da dosagem e das condições ambientais. Na Carolina do Norte, os melhores efeitos foram alcançados quando a aplicação foi realizada na metade do mês de outubro, utilizando-se 50 ou 100 mg L<sup>-1</sup> combinando com 100 ou 200 mg L<sup>-1</sup>. Esse tratamento retardou o florescimento em até 13 dias. O ethephon aplicado isoladamente, na mesma época e na dosagem de 100 mg L<sup>-1</sup>, causou a morte de gemas floríferas. As aplicações de ácido giberélico, na metade de outubro, causaram aumento na fixação dos frutos.

As aplicações do ethephon, visando retardar o florescimento, devem ser realizadas no outono ou na primavera, imediatamente antes da expansão das gemas floríferas. Os seus efeitos são altamente dependentes da temperatura no período da aplicação. Normalmente, as altas temperaturas durante o período de expansão da gema floral diminuem a eficiência do biorregulador, enquanto que as baixas temperaturas possuem efeito oposto. O ethephon (200 mg L<sup>-1</sup>), aplicado no outono, em pessegueiros 'Cresthaven', retardou o florescimento em sete dias no primeiro ano de aplicação, enquanto que, no segundo ano, o atraso foi de apenas três dias, devido à temperatura média mais alta nesta última aplicação. O ethephon em doses mais altas (superiores a 500 mg L<sup>-1</sup>) não é indicado por causar injúrias e morte das plantas. As dosagens de menor risco situam-se entre 125 e 250 mg L<sup>-1</sup>.

A aplicação de ácido giberélico (200 mg L<sup>-1</sup>), no verão, resultou em retardamento da floração. Os efeitos do ácido giberélico sobre as gemas do pessegueiro levam a atraso na iniciação floral e diminuição do desenvolvimento da gema após o início da iniciação floral, resultando em flores menores e atraso na microesporogênese.

#### • **Desbaste químico**

Pessegueiros, normalmente, têm produções excessivas, sendo necessário o desbaste. Ethephon e 3-CPA são promissores para essa finalidade, mas as respostas varietais a esses compostos são muito variáveis. Com 3-CPA é essencial uma boa cobertura pela pulverização. Estudos com esse composto marcado revelaram que seu movimento na planta é muito vagaroso, conseqüentemente, pulverizações sem boa cobertura são pouco eficientes.

Uma série de biorreguladores têm sido testados no raleio químico de frutos do pessegueiro, tais como o ácido 1-N-naftilftalâmico (NPA), o 3-clorofenoxipropionamida (3-CPA), o ácido naftalenacético (NAA) e o ethephon. No caso do pessegueiro, entretanto, estes produtos têm apresentado uso comercial limitado pelos resultados contraditórios indicados, quanto ao aumento ou não do tamanho final dos frutos.

O NAAm (200 a 300 mg L<sup>-1</sup>), o NAA (100 mg L<sup>-1</sup>) e o ethephon (50 mg L<sup>-1</sup>), aplicados seis semanas após a plena floração de pessegueiros 'Capdeboscq', reduziram a fixação de frutos ao nível do raleio manual, constituindo-se, assim em um eficiente raleio de frutos.

As melhores concentrações de ácido giberélico visando o raleio do pessegueiro situam-se entre 60 a 70 mg L<sup>-1</sup>, quando a aplicação é realizada durante o período de indução floral. As aplicações de GA<sub>3</sub> (50 a 120 mg L<sup>-1</sup>), no período compreendido entre quatro semanas antes da colheita e duas semanas após, reduziu a diferenciação de gemas floríferas de pessegueiros 'Loadel', diminuindo a densidade floral no ano seguinte e os custos do raleio.

A retenção de frutos em pessegueiro é reduzida quando se utiliza ethephon nas dosagens de 37,5 a 150 mg L<sup>-1</sup>, no período compreendido entre o início do desenvolvimento do fruto até próximo à fase de endurecimento do caroço. As aplicações com ethephon podem reduzir em até 80% os custos da mão-de-obra necessária para a prática do raleio manual, além de aumentar o tamanho médio dos frutos na colheita. Recentemente, foi observado que o ethephon (48 a 60 mg L<sup>-1</sup>), aplicado 50 dias após a plena floração, também resulta num raleio eficiente de frutos do pessegueiro 'Chiripá'. Com o cultivar 'BR1', a aplicação de ethephon a

10 mg L<sup>-1</sup>, no período de cinco a seis semanas após a plena floração, produz efeito similar, resultando em frutos com melhor padrão comercial.

O raleio químico do pessegueiro também pode ser realizado através da aplicação de cianamida hidrogenada. Quando aplicada antes da plena floração, nas dosagens variando entre 0,3 a 0,6 g L<sup>-1</sup> e combinada com óleo mineral, a cianamida hidrogenada tem proporcionado um raleio eficiente dos frutos de pessegueiros 'Diamante', 'BR1' e 'Sentinela'. Mas a aplicação pode causar fitotoxidez e abscisão das gemas floríferas, resultando numa menor frutificação, embora aumentando o diâmetro médio dos frutos.

Aplicação de ácido giberélico 50 mg L<sup>-1</sup> promoveu uma fixação adequada de frutos. O desbaste de pessegueiro 'Early Amber', na Flórida, é realizado com a aplicação de 3-CPA 300 mg L<sup>-1</sup>.

#### • **Controlando a maturação**

A daminozide (ácido succínico-2,2-dimetilhidrazida), um inibidor da síntese de giberelinas, aplicado de três a sete semanas após a plena floração dos pessegueiros, nas dosagens de 4000 a 8000 mg L<sup>-1</sup>, antecipou a maturação dos frutos e a ocorrência do período climatérico. Esses efeitos foram similares quando a aplicação foi realizada de duas a três semanas antes da colheita prevista, em doses de 1000 a 2000 mg L<sup>-1</sup>.

Aplicação de daminozide, portanto, promove maturação precoce em pêssego, sendo esse fato acompanhado pela intensificação da coloração interna e externa, por um pequeno decréscimo na porcentagem de sólidos solúveis e por uma diminuição na firmeza do fruto.

Com os cultivares Premier e Princesa, daminozide a 1500 mg L<sup>-1</sup>, aplicada três ou sete semanas após a plena floração, aumentou significativamente a coloração vermelha da película dos frutos. A aplicação sete semanas após a plena floração, em ambos os cultivares, também antecipou a maturação dos frutos em três a cinco dias, em relação ao controle. Daminozide (1000 a 2000 mg L<sup>-1</sup>), aplicada no período mínimo de duas semanas após a plena floração, parece aumentar a síntese endógena de etileno, antecipando o processo de maturação dos frutos. Outros efeitos da daminozide levam à uniformização da maturação, à redução na cor verde da polpa e ao aumento na pigmentação da casca de frutos. Os efeitos da daminozide são realçados quando a aplicação é combinada com ethephon.

Pulverização de árvores de pessegueiro com ethephon e ácido giberélico evita a ocorrência de escurecimento na pasta ou nas fatias de pêssego, preparadas a partir dos frutos originários dessas árvores. Aplicação de ethephon, na concentração de 50 mg L<sup>-1</sup> em 'Early Amber', quando a semente atinge aproximadamente 12 mm de comprimento, e de ácido giberélico, duas semanas após a queda das pétalas, mostram-se eficientes.

Amostras dos frutos de 'Early Amber', desprovidas de casca e maceradas, retiradas das árvores tratadas, não apresentaram escurecimento quando colocadas em geladeira, quando colhidas frescas ou quando deixadas a 25°C por uma semana, após a colheita. Frutos originários de árvores não pulverizadas escurecem significativamente. Foi verificado que a pasta e as fatias de pêssegos, originários das árvores tratadas, podem ser deixados até 24 horas, sem mostrarem escurecimento.

## 2.11 Videira (*Vitis vinifera* L.)

### • Propagação

As sementes de uva estão no estado de dormência durante a maturação do fruto. O método usual de quebra da dormência consiste na estratificação das sementes a 5°C, por três meses. Verificou-se que o período de estratificação pode ser reduzido pela aplicação de giberelina. Foi demonstrado que a imersão de sementes da videira cultivar 'Tokay' em ácido giberélico, na concentração de 8000 mg L<sup>-1</sup>, por 20 horas, pode substituir totalmente o tratamento com baixa temperatura. Isto pode demonstrar que as sementes encontram-se em dormência devido à deficiência em ácido giberélico e que esta deficiência pode ser substituída pela aplicação exógena do produto.

Mostrou-se que impregnar estacas com gemas dormentes em água aquecida, etileno, cloridrina e tioureia, acelera o término da dormência em 'Thompson Seedless'. Aplicações exógenas de BA (6-benzilaminopurina) na concentração de 1000 mg L<sup>-1</sup>, promovem o término da dormência. Grandes quantidades de inibidor desaparecem das gemas tratadas, dez dias após o tratamento, sugerindo que a BA pode quebrar a dormência exercendo um efeito destrutivo na concentração de inibidor na gema. A aplicação de solução saturada de cálcio cianamida, nas gemas dormentes, também acelera a sua brotação em 'Niagara Rosada'.

### • Florescimento e frutificação

Panículas de videiras estaminadas (masculinas), imersas em solução de 6-(benzilamino)-9-(2-tetrahidropiranyl)-9H-purina (PBA) 1000 mg L<sup>-1</sup>, três semanas antes da antese, produziram flores hermafroditas em vez de flores masculinas.

Obteve-se aumento na dimensão dos frutos de 'Black Corinth' com aplicação de ácido giberélico a 2,5 a 5,0 mg L<sup>-1</sup>.

Praticamente todas as videiras 'Thompson Seedless', para obtenção de uvas de mesa, são pulverizadas com ácido giberélico na concentração de 20 a 40 mg L<sup>-1</sup> no estágio de fixação do fruto. A aplicação do biorregulador promove aumento nas dimensões das bagas e desbaste na panícula. Observou-se que o desbaste pode ser provocado no cultivar Piróvano-65 pela aplicação de ácido naftalenacético na concentração de 5 mg L<sup>-1</sup>. Alguns autores consideram que duas aplicações de ácido giberélico produzem melhores resultados do que apenas uma. A primeira aplicação, na dosagem de 5 a 20 mg L<sup>-1</sup>, é efetuada na antese, quando a queda das calíptas está entre 20 e 80%. Neste caso, ocorre redução na fixação, aumento nas dimensões das bagas e seu alongamento. Uma segunda aplicação, na concentração de 20 a 40 mg L<sup>-1</sup>, é efetuada nas mesmas videiras, no estágio de fixação dos frutos, para aumentar o tamanho das bagas. Foi demonstrado que tratamentos com ácido giberélico podem induzir partenocarpia e precocidade na maturação do cultivar Delaware. As panículas são imersas em ácido giberélico na concentração de 100 mg L<sup>-1</sup>, dez dias antes da antese e, novamente, duas semanas após o florescimento. A primeira imersão resulta em partenocarpia, sendo que a segunda induz ao desenvolvimento das bagas. As panículas tratadas produzem bagas apirenas de grandes dimensões, cuja maturação ocorre com precocidade de duas a três semanas. Foi mostrada a eficiência da aplicação de ácido giberélico na concentração de 100 mg L<sup>-1</sup>, no aumento das dimensões das panículas do cultivar Niagara Rosada. Verificou-se, ainda, que a daminozide é promissora na melhoria das panículas deste cultivar.

- **Raleamento dos cachos**

É indesejável ter-se cachos de uva compactos porque são muito susceptíveis a infecções bacterianas e fúngicas. Com uvas de mesa, faz-se um melhor acondicionamento se os cachos forem mais soltos. Também é desejável produzir bagas maiores por serem mais aceitas pelo público. A prática usada sobre todas as uvas de mesa 'Thompson Seedless' é a pulverização com o ácido giberélico na fase de 30 a 80% de florescimento, para se ter cachos menos compactos e bagas maiores. Esta pulverização reduz a fixação de 30 a 40% das bagas. Outra pulverização com ácido giberélico é efetuada no estágio de estabelecimento dos frutos, para incrementar o tamanho das bagas. Anelamento da videira é também realizado no estágio de fixação do fruto; as bagas ficam ainda maiores e o tamanho dos frutos mais uniforme. Um estudo recente revelou que três pulverizações resultam em bagas muito maiores do que duas aplicações. O ácido giberélico desbasta o cacho por danificar os óvulos e aumenta o tamanho das bagas por estimular a força de dreno, promovendo divisão e alongamento celular. Bagas tratadas são mais compridas do que as não tratadas.

Em videiras para vinho, o ácido giberélico é também muito útil para descompactar o cacho. Infelizmente, esta prática não tem sido utilizada devido a alguns efeitos tóxicos observados sobre a planta de 'Chenin Blanc'. Em videiras para vinho, pulverizações com ácido giberélico são efetuadas aproximadamente duas ou três semanas antes do florescimento. O desbaste resulta do aborto do óvulo e alongamento do pedicelo.

Uvas 'Concord' e do grupo 'Muscadínia' são descompactadas pela aplicação de ethephon, cerca de 6 dias antes da colheita, facilitando o procedimento mecanizado.

Em videiras, a produção primária vem das brotações principais que se desenvolvem na primavera. Ramos laterais, desenvolvidos das brotações principais, podem dar uma segunda produção, que pode compreender um terço da produção total. Visto que a segunda produção amadurece mais tarde do que a primeira, frutos verdes se misturam com frutos maduros numa única colheita manual ou mecanizada. Em *Vitis vinifera*, resultados preliminares indicam que este sério problema pode ser, provavelmente, resolvido pela aplicação de ácido naftalenacético, quando a segunda produção está começando a florescer. Esta prática pode abortar a segunda produção, mas nesta época as bagas da brotação primária são maiores e, assim, resistentes à auxina.

#### • **Maturação dos frutos**

Ethephon pode aumentar a quantidade do pigmento antocianina e o grau de coloração em bagas de uvas de mesa e de vinho. Entretanto, existe pouco ou nenhum efeito sobre a porcentagem de açúcar (mensurada pelo teste de Brix). Foi relatado, recentemente, que pulverizações com ethephon causam uma maturação muito mais rápida de uva passa 'Thompson Seedless' não anelada. Ethephon 250 mg L<sup>-1</sup>, aplicado na época em que as bagas começam a amolecer e/ou colorir, adianta a maturação em 16 dias quando comparado ao controle. Esse acúmulo precoce de açúcar poderia ser de valor para a indústria de uva passa, onde um avanço na maturação anteciparia a colheita e evitaria as chuvas de outono.

A maturação precoce dos frutos dos cultivares Doradillo e Shiraz pode ser promovida através da imersão das panículas em solução de ethephon 500 mg L<sup>-1</sup>.

### • Aumentando a fixação

Pode-se atrasar a maturação dos frutos da videira através de pulverização com BOA 5 a 40 mg L<sup>-1</sup>, quatro a cinco semanas após a fixação dos frutos.

Pode-se promover aumento na fixação dos frutos de 'Black Corinth' com aplicação de 4-CPA 2 a 10 mg L<sup>-1</sup>, três a quatro dias após a antese, sendo que esse tratamento substitui o anelamento. Pulverização com ácido giberélico 100 mg L<sup>-1</sup>, 11 dias após o florescimento, em 'Concord', incrementou a fixação dos frutos e o peso das panículas. Daminozide 2000 mg L<sup>-1</sup>, aplicada antes da antese floral, aumentou significativamente a fixação dos frutos no cultivar Himrod.

Retardadores de crescimento podem aumentar dramaticamente a fixação dos frutos e a produção de cachos que são, normalmente, muito ralos. Por exemplo, daminozide aplicada em videira 'Himrod', antes da antese, pode causar 100% de aumento na fixação. Aplicação de daminozide em videira 'Concord', antes ou durante o florescimento, também aumenta a fixação e a produção de vinho. Com 'Concord', o tamanho da baga foi reduzido, mas a produção aumentou de 15 a 30%. O efeito da daminozide é provavelmente o de reduzir o crescimento vegetativo, permitindo maior disponibilidade de nutrientes para o crescimento do fruto. A produção de videira 'Malvasia Bianca' foi mais do que duplicada pela pulverização com chlormequat, antes do florescimento. O incremento deveu-se principalmente ao aumento na fixação das bagas.

Aplicação de ethephon 250 mg L<sup>-1</sup> reduz a força necessária para a colheita mecanizada da uva.

Os danos pela geada podem ser evitados através da pulverização foliar das videiras com hidrazida maleica 0,05%, de uma formulação 30% do inibidor de crescimento.

## **2.12 Aprendendo um pouco mais sobre o assunto**

A maioria das informações desta publicação resultam de uma série de estudos e pesquisas que vêm sendo desenvolvidas ao longo dos anos. Caso você deseje conhecer com mais detalhes a aplicação de biorreguladores em fruteiras, indicamos as seguintes obras:

**ANTONIOELLI, L.R. Aplicações de reguladores vegetais nas culturas de macieira e pereira: fisiologia do crescimento.** 1996. 21 p. Monografia (Curso de Pós-Graduação em Fisiologia e Bioquímica de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

**CASTRO, P.R.C. Efeitos de reguladores de crescimento na frutificação da videira ‘Niagara Rosada’.** 1974. 103 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo Piracicaba, 1974.

**CASTRO, P.R.C.; FACHINELLO, J.C. Aplicações de reguladores vegetais em fruticultura.** Piracicaba: ESALQ, CENA, 1992. 43 p. (Boletim Técnico, 2).

**JACOMINO, A.P. Uso de reguladores vegetais nas culturas de abacaxizeiro, mangueira e mamoeiro: fisiologia do crescimento.** 1996. 45 p. Monografia (Curso de Pós-Graduação em Fisiologia e Bioquímica de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

KLUGE, R.A.; PEIXOTO, C.P. **Aplicação de reguladores vegetais em pessegueiro e ameixeira: fisiologia do crescimento.** 1996. 21 p. Monografia (Curso de Pós-Graduação em Fisiologia e Bioquímica de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

### **3.1 Aipo (*Apium graveolens* L.)**

- **Germinação de sementes**

Uma mistura das giberelinas GA<sub>4</sub> e GA<sub>7</sub> na concentração de 1 mg L<sup>-1</sup> com ethephon a 1,01 g L<sup>-1</sup> ou daminozide a 3,5 g L<sup>-1</sup>, usado na embebição das sementes, tem mostrado aumentar a germinação das sementes de aipo. Os tratamentos mais eficientes foram com embebição à 5°C, por 48 horas, seguida por uma secagem à 22°C, sob a presença de luz. Em adição ao incremento na porcentagem de germinação, o tempo de emergência das plântulas foi consideravelmente reduzido, embora efeitos benéficos fossem consistentemente obtidos com sementeiras sob condições de casa de vegetação. As sementeiras em condições de campo mostraram respostas pouco significativas. Assim, o tratamento é recomendado somente para produção de mudas para transplante sob casa de vegetação, particularmente para cultivares com alta dormência de sementes.

- **Aumento de tamanho**

Ensaio efetuados na Califórnia com diversos cultivares de aipo mostraram que pulverizações com ácido giberélico podem aumentar o comprimento do pecíolo e proporcionar maiores colheitas. Pulverização com ácido giberélico nas concentrações de 25 a 100 mg L<sup>-1</sup>, efetuada antes da colheita, aumentou o comprimento do pecíolo de 'Utah 52-70' em 2,5 a 5,0 cm; pecíolos de 'Utah 16-11' e 'Utah 10-B' aumentaram de 5,0 a 7,5 cm. Um aumento no peso total da planta resultou da alongação das folhas centrais e aquelas a elas adjacentes. Em Taiwan, o cultivar Utah 52-70 respondeu melhor à aplicação de ácido giberélico a 100 mg L<sup>-1</sup>, um mês antes da colheita, do que

os cultivares locais. Pesquisa efetuada com 'Giant Pascal' mostrou que aumentos no peso da planta são causados, geralmente, mais por aumento na dimensão celular do que por aumento no número de células. São recomendadas pulverizações foliares com ácido giberélico na concentração de 25 a 50 mg L<sup>-1</sup> visando aumentar o tamanho da planta, e conseqüentemente, aumentando também a produção. O procedimento também ajuda a planta a vencer os estresses devido à baixa temperatura ou solos salinos.

As recomendações variam para diferentes países, mas, em geral, os tratamentos podem ser efetuados entre uma e quatro semanas antes da colheita. Nos EUA, baixas concentrações são aplicadas a intervalos de três ou quatro semanas ou altas concentrações, a intervalos de uma ou duas semanas antes da colheita. A aplicação deve ser realizada em pulverizações utilizando 280 a 560 L ha<sup>-1</sup> e não deve ser efetuada antes de quatro semanas antes da colheita, já que pode resultar em florescimento, excesso de vigor ou rachaduras. O ácido giberélico não deve ser aplicado com menos de uma semana da colheita, devido a possibilidade de persistência de resíduos nos produtos colhidos. O tratamento pode resultar em um avanço na maturidade e aumento na produção de 25 a 30%, dependendo do cultivar utilizado.

#### • **Melhoria na conservação**

Foi aplicada benziladenina na concentração de 10 mg L<sup>-1</sup>, por imersão, em talos colhidos recentemente de aipo verde cultivar Utah 52-70 e aipo dourado 'Cornell 19'. Verificou-se que o tratamento ampliou a duração do material fresco, a coloração foliar e a aceitabilidade de mercado para ambos os cultivares. Avaliações com intervalos de duas semanas, de aipo deixado a 4, 10, 16 e 21°C revelaram que a aparência

das plantas tratadas com benziladenina era superior a do controle. Após quarenta dias de armazenagem a 4°C, 50% do aipo controle foi julgado inaceitável, o que não ocorreu com qualquer das plantas tratadas com benziladenina. É interessante notar que a evolução do dióxido de carbono total do material tratado, deixado a 21°C, foi reduzido cerca de 27% durante 22 dias do período de armazenagem. Esta supressão da taxa de respiração foi acompanhada por uma redução do peso fresco de 47% com relação ao controle. A eficiência de benziladenina para preservar aipo em condições frescas, parece ser uma consequência de supressão na respiração. Testes de aceitação pelo consumidor mostraram que, após armazenagem, o sabor do aipo é melhorado por tratamento com benziladenina. Perdas por limpeza do aipo tratado foram reduzidas em até quatro vezes em relação ao controle. Aipo tratado, fresco e cozido foi preferido com relação ao controle devido à sua alta retenção de clorofila.

### **3.2 Alcachofra (*Cynara scolymus* L.)**

- **Antecipação da colheita**

A alcachofra é outro exemplo de resposta clássica para o uso do ácido giberélico em termos de produtividade e qualidade, de grande significado. O ácido giberélico é aplicado em pulverização entre 25 e 50 mg L<sup>-1</sup> para aumentar a brotação. Isto induz acelerado desenvolvimento de botões floríferos sob condições sazonais. Na Califórnia, a produção total não foi aumentada, mas houve um aumento significativo da precocidade. Na Itália meridional, a aplicação de ácido giberélico permitiu antecipar a maturação de alcachofras. As plantas pulverizadas na fase de seis folhas, ou antes, com uma concentração de 50 mg L<sup>-1</sup>,

podiam ser colhidas aproximadamente 60 dias antes das plantas não tratadas. Estudos mais detalhados com giberelina em alcachofras têm sido conduzidos particularmente em Israel e na Ilha de Chipre. Na última localidade, foi obtido um prolongamento de oito semanas na colheita e um aumento em 30% da produção no cultivar Kiti White, quando se aplicou 30 a 45 gramas de ácido giberélico por hectare, a intervalos de três semanas. Um número distinto de mudanças no padrão de crescimento é induzido, todos com comprovada significância para a alcachofra industrializada.

Se plantas jovens são pulverizadas quando os botões emergem da dormência, a colheita de cabeças pode ser prolongada por várias semanas e o número total de cabeças por planta é aumentado significativamente. Isto é especialmente relevante se as pulverizações são repetidas a intervalos, seguindo cada ciclo de produção. Também é possível regular o tamanho da cabeça, dependendo do tempo de pulverização e do seu número. O número e tamanho das cabeças podem ser modificados e controlados, dependendo do momento em que forem efetuados os tratamentos. As produções têm sido aumentadas de 30 a 40%, sem efeito de precocidade, se as pulverizações são atrasadas até os primeiros botões começarem a se tornar visíveis. O desafio desta cultura é aprender como e quando usar o ácido giberélico para obter os maiores benefícios.

Verificou-se que a aplicação de ácido giberélico induziu profundas modificações na arquitetura das plantas de alcachofra, particularmente na posição das folhas, resultando em uma antecipação de cinco a 15 dias no aparecimento do capítulo principal. Entretanto, essa antecipação foi acompanhada por alterações na forma, que podem torná-la imprópria à comercialização. Dos resultados

obtidos, concluiu-se que as temperaturas baixas representam um papel importante na iniciação floral, assim como os dias curtos, pois os fatores ambientais reinantes em fins de maio, em condições temperadas, parecem pouco favoráveis ao florescimento. O ácido giberélico pode acelerar o florescimento sob temperaturas baixas.

A aplicação de ácido giberélico em alcachofra tem produzido resultados favoráveis. Esta aplicação tem sido realizada injetando-se solução de ácido giberélico pelo ápice da haste ou através de pulverizações, na concentração de  $25 \text{ mg L}^{-1}$ . Tratamento com ácido giberélico promove modificação na arquitetura da planta, aumento no número de frutos e sensível antecipação da colheita.

Observou-se que as plantas tratadas com ácido giberélico apresentaram maior porcentagem de florescimento para todas as datas de semeadura; as maiores porcentagens foram obtidas quando o ácido giberélico foi aplicado em plantas cuja semeadura foi efetuada em épocas em que ocorriam temperaturas vernalizantes. Comparações entre a porcentagem de florescimento de plantas originadas de sementes não vernalizadas tratadas com ácido giberélico e plantas idênticas, não tratadas, indicaram que o tratamento com ácido giberélico não somente aumentou o efeito do tratamento de frio, como também o substituiu em cerca de 40% da população.

Verificou-se, no sul da Itália, que pulverização de plantas do cultivar Molese, no estágio da sexta folha ou antes, com solução de  $50 \text{ mg L}^{-1}$  de ácido giberélico, antecipou a colheita em aproximadamente seis dias, em relação às plantas não tratadas. Em Israel, verificou-se no cultivar Vert de Provence que repetidas aplicações de ácido giberélico ( $120 \text{ mg L}^{-1}$  ou mais), no outono, resultaram em antecipação do

florescimento e aumentaram a ramificação da ráquis principal e a produção de inflorescências. Altas concentrações e a variação nas épocas de aplicação alteraram a morfogênese dos órgãos vegetativos e as inflorescências. A antecipação do início de produção foi dependente da época de aplicação do ácido giberélico, mostrando-se eficientes somente as aplicações efetuadas em fins do outono.

Na Califórnia, verificou-se que a aplicação única de 25 ou 50 mg L<sup>-1</sup> de ácido giberélico, em plantas do cultivar Green Globe, foi adequada para induzir um acelerado desenvolvimento da gema floral. Maior aceleração no desenvolvimento da gema floral foi obtida com aplicações de ácido giberélico efetuadas no outono. Embora o ácido giberélico tenha aumentado a precocidade, não causou diferença significativa na produção. As exceções foram registradas para repetidas aplicações de 1000 mg L<sup>-1</sup>, que causaram alterações na morfologia das inflorescências e reduziram significativamente o seu peso médio; tratamentos de 25 a 100 mg L<sup>-1</sup> não promoveram diferenças específicas nas inflorescências. Em experimento conduzido no Egito, verificaram-se que aplicações única ou múltiplas de ácido giberélico 25, 50 ou 100 mg L<sup>-1</sup>, a intervalos de 15 dias, começando no estágio de sexta folha, melhoraram a precocidade de produção. Os efeitos sobre o número de capítulos foram inconsistentes, e todos os tratamentos reduziram o seu peso médio. Em experimento conduzido na Tunísia, verificou-se que a aplicação de ácido giberélico, em plantas no estágio de sexta folha, combinada com irrigações iniciadas tardiamente (15 de agosto), anteciparam a produção em mais de um mês, em relação àquela combinada com irrigações antecipadas (15 de junho). Maior rendimento foi obtido quando a primeira irrigação foi

efetuada mais tardiamente (01 de dezembro) e a mesma dose de ácido giberélico foi aplicada. Repetidas aplicações de ácido giberélico reduziram o rendimento.

No Brasil, aplicação de ácido giberélico 50 mg L<sup>-1</sup> em 28 de abril, antecipou em 35 dias o início da colheita, ampliou o período de produção e uniformizou a distribuição da colheita, sem afetar a produtividade total.

### **3.3 Alface (*Lactuca sativa* L.)**

- **Quebra de dormência**

Temperaturas em torno de 25°C provocam dormência em sementes de alface, o que causa grandes problemas quando se plantam cultivares de clima frio em regiões com temperaturas mais elevadas. A cinetina e a tioureia são os dois principais compostos químicos que têm demonstrado ser eficientes em quebrar esta dormência provocada por altas temperaturas. Efetuou-se imersão de sementes de alface de três variedades em uma concentração de cinetina a 100 mg L<sup>-1</sup>, durante 3 minutos, obtendo-se um surpreendente aumento na porcentagem de germinação, com uma temperatura do solo de 35°C. As sementes tratadas germinaram cerca de 67%, enquanto que as sementes não tratadas não germinaram.

Outros estudos têm demonstrado que a cinetina é eficaz para superar a dormência das sementes de alface causada por concentração de sais. Neste caso, sementes de alface foram imersas em uma concentração de cinetina a 10 mg L<sup>-1</sup> sendo que as sementes tratadas germinaram normalmente na maioria das concentrações salinas utilizadas. Não obstante, sua eficácia dependeu da temperatura mantida durante a germinação. Ao aumentar a temperatura de 20 a 30°C, a porcentagem de germinação

das sementes tratadas com cinetina teve um aumento em relação ao controle.

- **Formação de sementes**

O ácido giberélico usado na concentração de  $10 \text{ mg L}^{-1}$ , aplicado na forma de pulverização, induz uniformidade de formação das sementes de alface. A aplicação deve ser efetuada três vezes, sendo a primeira no estágio de quatro folhas, a segunda no estágio de oito folhas e a última no estágio de doze folhas. Este tratamento, além de permitir uma melhor formação das sementes de alface, melhora e aumenta a produção, além de incrementar sua uniformidade.

A maior dificuldade para se cultivar alface de cabeça compacta para obtenção de sementes é a retirada da cabeça. Os métodos mecânicos para a eliminação da cabeça, com frequência, danificam gravemente as plantas, o que faz com que os rendimentos sejam reduzidos. A aplicação de ácido giberélico estimula o crescimento rápido da haste, antes da formação da cabeça e, desta forma, elimina-se a necessidade de se retirar a cabeça. Ao se pulverizar as plantas de alface com ácido giberélico  $3$  a  $10 \text{ mg L}^{-1}$  na fase de quatro a oito folhas, incrementa-se significativamente o rendimento de sementes. Foi observado que sementes de plantas tratadas amadurecem duas semanas antes daquelas de plantas não tratadas, além de se conseguir uma melhoria na uniformidade de maturação.

Foram cultivadas alfaves de dias longos, à temperaturas de  $10$  a  $13^\circ\text{C}$ , sendo que as plantas desenvolveram-se sob fotoperíodo curto não indutivo de nove a dez horas. Aplicação de ácido giberélico estimulou a alongação da haste e induziu o florescimento e a produção de sementes. Ácido giberélico induziu o florescimento precoce em alface mantida sob

fotoperíodo não indutivo de oito horas. Uma única pulverização foliar com ácido giberélico, nas concentrações de 100 a 1000 mg L<sup>-1</sup> aplicada em ‘Grand Rapids’ e ‘Tendergreen’, induziu o florescimento em condições de dias curtos. Aplicações repetidas do composto são necessárias para induzir o florescimento dos cultivares Bibb e Great Lakes de alface.

#### • Processos de conservação

Como a maioria das hortaliças folhosas, a alface mostra sua idade por progressivo amarelecimento de suas folhas, após a colheita. Amarelecimento é um sinal de degeneração dos tecidos e é, usualmente, seguido pela formação de áreas necróticas. Resfriamento a vácuo e refrigeração são os processos usados mais frequentemente para atrasar a senescência. Como esses processos não estão disponíveis em muitas regiões, um tratamento com biorregulador para atrasar a senescência, pode ser utilizado.

Aplicações de benziladenina em alface, em condições de campo e pré-colheita, têm mostrado atrasar a senescência por diversos dias. Verificou-se que pulverizações de benziladenina nas concentrações de 5 a 10 mg L<sup>-1</sup> em pré-colheita no campo, auxiliaram na manutenção da alface fresca e verde por três a cinco dias extras, após a embalagem do produto. Pulverizou-se alface de cabeça, antes da colheita, com benziladenina na dosagem de 10 mg L<sup>-1</sup>. As cabeças foram guardadas sob baixa temperatura por uma semana, sendo em seguida armazenadas a 20°C. Após três ou quatro dias, as alfaces controle tornaram-se amarelas, mas as tratadas mantiveram-se verdes. O tratamento com citocinina é mais útil quando as alfaces são armazenadas em condições em que altas temperaturas são mantidas por longos períodos.

Neste experimento, o atraso na senescência foi acompanhado por um aumento na taxa respiratória.

Obtiveram-se resultados satisfatórios pela aplicação de benziladenina nas concentrações de 2,5 a 10,0 mg L<sup>-1</sup> em alface de cabeça, um dia após a colheita. Experimentos nos quais o cultivar Grand Rapids foi deixado por dois, quatro, seis e oito dias, a 4°C, após os quais as folhas foram pulverizadas com benziladenina na concentração de 5 mg L<sup>-1</sup> e colocadas em 2°C, apresentaram resultados favoráveis, elevando a porcentagem de plantas comercializáveis; o composto revelou-se mais eficiente quando as alfaces eram armazenadas por oito dias. Por exemplo: cinco dias após o tratamento, somente 20% das plantas controle eram comercializáveis, comparadas a 70% das plantas tratadas. Os resultados sugerem a possível utilização deste inibidor da senescência como um tratamento de pós-colheita na comercialização terminal.

Folhas do cultivar Grand Rapids foram imersas ou suas bases cortadas foram colocadas durante a noite em daminozide ou chlormequat nas concentrações de 5 a 1000 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente, e em benziladenina nas concentrações de 5 a 20 mg L<sup>-1</sup>. Imersão mostrou-se mais eficiente do que a colocação das bases cortadas na solução. Após as folhas e hastes serem armazenadas, por cinco dias a 22°C, o tratamento mais eficiente para atravessar a senescência foi chlormequat na concentração de 60 mg L<sup>-1</sup> e daminozide na dosagem de 120 mg L<sup>-1</sup>. Após oito a dez dias de armazenagem, 10 mg L<sup>-1</sup> foi a concentração ótima para ambos produtos. Em um experimento mergulharam-se momentaneamente folhas de 'Grand Rapids' em soluções dos biorreguladores nas concentrações de 10 a 100 mg L<sup>-1</sup> e submeteram-se ao armazenamento a 8, 15 e 22°C. Benziladenina não preservou a qualidade da alface a 8 e

15°C e acelerou sua deterioração a 22°C. Daminozide e chlormequat aumentaram de forma evidente a longevidade em todas as temperaturas e concentrações utilizadas. As baixas concentrações foram ótimas a 15 e 22°C, sendo que altas dosagens revelaram-se ótimas a 8°C.

### **3.4 Batata (*Solanum tuberosum* L.)**

#### **• Promoção da emergência**

Descobriu-se que cloridrina de etileno é um estimulante muito eficiente no desenvolvimento das gemas e seu uso bem sucedido para quebrar a dormência de gemas de batatas foi anunciado a partir do estudo de 224 produtos químicos, dos quais a cloridrina de etileno causou as melhores respostas. Tubérculos recém-colhidos, imersos em soluções de cloridrina de etileno ou expostos a vapores, apresentavam brotamento sete dias após o tratamento inicial. Expondo-se tubérculos de diferentes variedades à cloridrina de etileno e a outros produtos químicos estimulantes de brotamento, verificaram-se os melhores resultados pela exposição de tubérculos inteiros a vapores de cloridrina de etileno. Em seguida, os tubérculos podiam ser armazenados por algum tempo, antes de serem plantados. Estudos iniciais também indicaram que a cloridrina de etileno era superior a outros produtos químicos testados para o estímulo do brotamento.

Posteriormente, a aplicação de cloridrina de etileno a grandes lotes de tubérculos mostrou-se igualmente eficiente. Desenvolveu-se um procedimento para se avaliar a eficiência da cloridrina de etileno pela análise das concentrações em extratos de tecidos dos tubérculos. Estudos posteriores resultaram no desenvolvimento de uma combinação de cloridrina de etileno, dicloreto de etileno e

tetracloreto de carbono (7:3:1 v/v). Esta mistura, chamada Rindite, tem custo menor que a cloridrina de etileno e estimula o brotamento em concentrações muito baixas. Dados recentes mostram que Rindite pode melhorar a detecção de vírus, em comparação com o ácido giberélico, como estimulante do brotamento.

O uso de cloridrina de etileno e Rindite, apesar de produzirem excelentes resultados para quebra de dormência, não tem sido adotado extensivamente devido à alta toxicidade e à dificuldade em se obter a cloridrina de etileno.

Nos primeiros estudos sobre produtos químicos estimulantes do desenvolvimento das gemas de tubérculos e da quebra da dominância apical, notou-se que tioureia produzia múltiplos brotamentos de gemas individuais. As gemas axilares que eram estimuladas a se desenvolver eram de terceira ordem. Demonstrou-se que a tioureia era específica para este tipo de resposta. Testando-se vários compostos de enxofre em relação à quebra de dormência, descobriu-se que a maioria dos produtos estimulava, em alguma medida, o brotamento. No entanto, só eram eficientes em tubérculos dormentes e causavam inibição de brotamento em tubérculos não dormentes. Notou-se que os compostos que estimulavam o desenvolvimento das gemas também causavam aumento das atividades de catalase e peroxidase nos níveis de sacarose e compostos reduzidos e na taxa de respiração dos tecidos dos tubérculos.

A utilização de citocininas na quebra da dormência das gemas de batatas foi descoberta mais recentemente. A imersão completa de tubérculos em solução de benziladenina (BA), 20 a 100 mg L<sup>-1</sup>, por 24 horas, produziu resultados superiores à cinetina ou ácido giberélico. Os

tratamentos com cinetina também quebraram a dominância das gemas apicais, resultando em brotamento de todas as gemas dos tubérculos. Pulverizações foliares de BA em plantas em crescimento na lavoura resultaram num acréscimo do número de ramos e maior alongamento dos caules, sendo os efeitos dependentes das concentrações do produto aplicado. Um acréscimo no número de tubérculos e na produção, pela aplicação foliar de cinetina, foi relatado em dois experimentos diferentes. Os resultados pareciam depender do número de pulverizações e das variedades de batata utilizadas nos testes. Aplicações foliares de 2,8 g ha<sup>-1</sup> de cinetina ou de um extrato de alga marinha (com conteúdo equivalente de cinetina) resultaram em significativo aumento de rendimento e na produção de tubérculos de tamanho mais uniforme. O alongamento dos caules foi notado em alguns lotes de plantas tratadas com cinetina. Os resultados também indicaram que a resposta à cinetina, em função da concentração aplicada, era dependente da variedade usada. O modo de ação das citocininas sobre a produção ainda não é bem compreendido. Como a aplicação de cinetina aumenta o número de tubérculos e resulta na produção de tubérculos de tamanho mais uniforme, é possível que as citocininas causem uma distribuição mais uniforme de metabólitos em relação às características dos drenos dos tubérculos. O modo de ação das citocininas sobre a dormência e a dominância apical, pode ser parcialmente explicado. Aplicações de cinetina ou zeatina em tubérculos de batata resultaram em decréscimo do inibidor ácido (inibidor B), que é considerado responsável pela dormência das gemas da batata.

Vários efeitos consistentes de aplicações de ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) podem ser citados: quebra de dominância apical, estímulo de gemas da segunda e terceira axila,

aumento do número de ramos e estímulo do florescimento. Aplicações de GA<sub>3</sub> em tubérculos, por imersão, em soluções com concentrações entre 0,1 a 2000 mg L<sup>-1</sup>, resultaram em aceleração do brotamento dos tubérculos dormentes, aumento no número de tubérculos e em efeitos variados sobre a produção. O objetivo do estudo foi desenvolver métodos para plantio imediato de tubérculos dormentes recém-colhidos. Estudos sobre os efeitos de concentrações de GA<sub>3</sub> indicam que 5,0 mg L<sup>-1</sup> parece ser ótima para acelerar o brotamento de tubérculos plantados no campo, sendo que concentrações mais altas resultaram em decréscimo de produção. O ácido giberélico foi menos eficiente para estimular brotamento em tubérculos armazenados, do que em tubérculos recém-colhidos. A eficácia do GA<sub>3</sub> diferiu em função das variedades. Os resultados de estudos combinados indicaram que, enquanto tubérculos dormentes tratados com GA<sub>3</sub> poderiam brotar mais rapidamente do que os não tratados, os efeitos de aumento no número de tubérculos e redução no tamanho poderiam excluir seu uso comercial. Sugeriu-se, no entanto, que aplicações de GA<sub>3</sub> poderiam ser benéficas na produção de batata semente, em que tubérculos pequenos e numerosos são desejáveis. Pulverizações foliares de 10 mg L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub>, duas semanas antes da colheita, resultaram no estímulo do brotamento de tubérculos recém-colhidos. Concentrações acima de 10 mg L<sup>-1</sup> resultaram na formação de tubérculos secundários a partir dos tubérculos principais. Aplicações de 25 a 100 mg L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub> em pasta de lanolina estimularam o desenvolvimento das gemas e o alongamento dos tubérculos tratados. Interpretaram-se os efeitos como indicadores de que o GA<sub>3</sub> não quebra a dormência, mas acelera o desenvolvimento das gemas. Notou-se, no entanto, que esta interpretação se aplicava somente a

algumas variedades. Em um caso, porém, o GA<sub>3</sub> pareceu afetar diretamente o mecanismo de dormência. Tratamento com 25 mg L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub> em variedades de batata sem dormência e de crescimento lento, não estimulou a emergência no campo. As aplicações aumentaram o número de ramos, o seu alongamento e o número de tubérculos pequenos.

Como a maioria dos trabalhos têm mostrado que o GA<sub>3</sub> reduziu o tamanho e aumentou o número dos tubérculos produzidos, vários estudos avaliaram o efeito do espaçamento dentro das linhas e os tratamentos com GA<sub>3</sub>. Espaçamento de 15 cm, comparado com espaçamento de 30 cm, mostrou redução no tamanho dos tubérculos, mas o custo das sementes por hectare se tornou muito alto. Um tratamento com 5 mg L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub> poderia, em alguns casos, substituir a redução no espaçamento para produção de maior número de tubérculos pequenos. Não se observou efeito significativo do GA<sub>3</sub> na produção total.

O uso de GA<sub>3</sub> para estimular brotamento em tubérculos plantados no outono, para produção de sementes da cultura de primavera, foi investigado. O uso de 1 mg L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub> foi considerado eficiente para quebrar a dormência de batatas plantadas para uso próprio, em Israel. No entanto, as produções não foram comparáveis às de sementes importadas, que são consideradas fisiologicamente mais produtivas. Um tratamento combinado de GA<sub>3</sub> com Rindite aumentou a produção, quando sementes recém-colhidas foram usadas para uma segunda safra.

Ácido giberélico foi comparado com Rindite em relação à quebra de dormência de tubérculos com diferentes idades ('Madec' e 'Perennec'). Concluiu-se que GA<sub>3</sub> não quebra a dormência. Já Rindite causou brotamento imediato, independentemente do tubérculo, enquanto que o efeito do

GA<sub>3</sub> sobre o desenvolvimento das gemas estendeu-se por várias semanas. Isto indicou que GA<sub>3</sub> pode estimular o desenvolvimento das gemas, depois que a dormência natural seja quebrada por outros fatores.

Aplicações de ácido giberélico vêm sendo adaptadas por produtores para aumentar a produção de flores e sua duração. Os tratamentos com GA<sub>3</sub> aumentaram o número de flores disponíveis para uso em cruzamento, particularmente nas variedades que não florescem com facilidade.

Foi relatado uso bem sucedido de GA<sub>3</sub> para estimular o desenvolvimento de gemas em tubérculos utilizados como indicadores de vírus. Os tratamentos foram usados para estimular o desenvolvimento das gemas em conjunto com aplicações de inibidores de crescimento para evitar o estiolamento dos ramos.

Resultados obtidos em vários países, com numerosas variedades de batata, demonstraram efeitos consistentes apenas com respeito ao incremento no número de ramos, seu alongamento e número de batatas de menor tamanho. Quanto ao uso prático dos efeitos de GA<sub>3</sub>, os dados são inconsistentes. A aplicação de GA<sub>3</sub> para aumentar a produção não tem sido promissora, ainda que relatos de aumento significativo de produção tenham sido publicados. Os usos de GA<sub>3</sub> na cultura da batata têm sido confusos. Métodos, concentrações e período de aplicação têm sido variados entre os pesquisadores. Interagindo com esta variação, têm surgido as respectivas respostas, devido a características inerentes às variedades e condições ambientais, durante as estações de crescimento. Relatos de estudos conduzidos por um a dois anos, com aplicações visando uma determinada resposta, em uma área geográfica específica, não permitem análises comparativas.

Certamente, se fosse realizada uma revisão da vasta literatura publicada sobre aplicações de GA<sub>3</sub>, poder-se-ia concluir que usos práticos para o GA<sub>3</sub> na produção de batatas ainda estão para serem incrementados.

O modo de ação do GA<sub>3</sub> em gemas de tubérculos dormentes tem sido estudado em uma série de trabalhos. Os resultados indicam que o GA<sub>3</sub> pode afetar o metabolismo de carboidratos e de ácidos nucleicos. No entanto, acredita-se que o efeito do GA<sub>3</sub> pode ser primariamente na permeabilidade celular.

#### • **Redução no crescimento**

O uso de ácido succínico-2,2-dimetilhidrazida (B-9, daminozide) para o retardamento do crescimento em plantas de batata foi relatado, inicialmente, por inibir o desenvolvimento das gemas dos tubérculos usados como sementes. Estudo mais detalhado sobre o uso de pulverizações de B-9 em batatas no campo, mostrou diminuição no comprimento dos ramos, redução dos pelos dos ramos, aumento da produção de tubérculos e um incremento no número de tubérculos. Aplicações por pulverização de B-9 aumentaram o número de tubérculos de tamanho médio, que são mais aceitos no comércio, do que os tubérculos muito grandes ou muito pequenos. Os melhores resultados foram obtidos quando as pulverizações foram realizadas sobre a folhagem, no início da estação de crescimento. Pesquisa conduzida nos EUA demonstrou que o B-9 não afetou nem reduziu a produção e a qualidade dos tubérculos do cultivar Russet Burbank. No entanto, aplicações de B-9 em cultivares europeus resultaram em aumentos da produção e da qualidade dos tubérculos. Estudos anteriores também mostraram diferenças nas respostas varietais às aplicações de B-9.

O uso de B-9 para produção comercial ou de batata para sementes, depende das respostas varietais em relação aos períodos e concentrações das aplicações. A recomendação de B-9 na produção de batata para consumo de mesa relaciona-se à intenção de produzir maior proporção de tubérculos de tamanho médio. O efeito de aumentar o número de tubérculos é benéfico para a produção de batatas para uso como sementes, visto que são produzidos mais tubérculos menores, desejáveis, uma vez que o corte de tubérculos em pedaços pode resultar em disseminação de doenças. Outra vantagem da aplicação de B-9 em lavouras para produção de sementes de batata é que as folhas mais verdes e menores são menos atrativas para afídeos, que podem ser vetores de viroses.

A redução do estiolamento dos ramos em situações de baixa luminosidade foi relatada em um dos estudos iniciais sobre o uso de chlormequat (CCC) em plantas de batata. As aplicações de CCC causaram engrossamento e enrijecimento das folhas. Este efeito, no entanto, poderia ser evitado por um tratamento, em sequência, com ácido giberélico. O tratamento combinado de biorreguladores foi utilizado, com sucesso, para produzir plantas que poderiam ser usadas para indicação da presença de vírus, nos meses de inverno, em tubérculos para semente.

Em um estudo sobre concentrações e épocas de aplicação de nitrogênio em plantas de batata, foi efetuada uma tentativa de restringir o crescimento dos ramos por aplicações de CCC. Observações sobre o índice de área foliar e duração da folha indicaram que aplicações de CCC, antes da expansão total da folha, reduziram a área foliar e a duração das folhas, em situações de baixa disponibilidade de nitrogênio, enquanto que com altas taxas de nitrogênio a duração das folhas de plantas tratadas com CCC poderia

ser aumentada. Os resultados do estudo indicaram que o CCC pode aumentar o número de tubérculos precoces, incrementar o peso seco dos tubérculos e aumentar ou diminuir a produção total, dependendo das concentrações e épocas de aplicação de nitrogênio e época de aplicação do CCC.

Os efeitos do CCC nas culturas de verão e de inverno foram investigados em relação a sua ação na altura dos ramos, produção de folhas, matéria seca das folhas, tubérculos e produção total. Os resultados demonstraram que o CCC retardou o alongamento dos ramos, aumentou a matéria seca dos tubérculos e a produção total de tubérculos. As produções de tubérculos aumentaram mais quando o CCC foi aplicado tardiamente, 54 dias após o plantio, em relação a aplicação aos 49 dias. Concentrações de 500 g por hectare não afetaram, 1000 g ha<sup>-1</sup> estimularam e 2000 g ha<sup>-1</sup> prejudicaram a produção de folhas e o peso seco da folhagem. Os autores sugerem que os acréscimos no peso seco poderiam refletir em um aumento de fotossíntese, devido ao estímulo do CCC à síntese de proteína e clorofila. Neste estudo, concentrações crescentes, de 500 a 2000 g ha<sup>-1</sup>, resultaram em crescente produção total de tubérculos. Vários estudos indicaram que as concentrações de 5 a 200 mg L<sup>-1</sup> estimularam a produção, enquanto que a concentração de 1000 mg L<sup>-1</sup> não apresentou nenhum efeito. Os autores discutiram os resultados em relação aos possíveis efeitos sobre a síntese de giberelinas, que reconhecidamente retardam ou inibem a tuberização.

Os efeitos do CCC na modificação da planta de batata são discutidos em detalhe em dois artigos. Taxas assimilatórias líquidas foram estudadas em relação à folhagem e aos tubérculos como drenos metabólicos. Parece que, inicialmente, o CCC aumenta o número de

tubérculos. No entanto, notou-se que a taxa de crescimento dos tubérculos decresceu durante certo tempo, enquanto ocorria um aumento no crescimento da folhagem secundária. Assim, parece que o CCC reduz a produção de tubérculos pela alternância periódica dos drenos a partir dos tubérculos para a folhagem, resultando na redução da produção de tubérculos. A aplicação do CCC pareceu estimular o desenvolvimento apical do tubérculo e inibir a formação lateral de tubérculos no estolão. Os resultados indicam que o CCC pode estimular a fotossíntese indiretamente, afetando apenas a taxa assimilatória líquida, acelerando a formação inicial dos tubérculos, o que resultaria em um dreno prontamente disponível para acumulação de produtos assimilados.

Em todos os estudos relatados, o CCC relacionou-se consistentemente com uma redução na altura dos ramos. O CCC aplicado na folhagem das plantas de batata se distribui por toda planta e tende a se acumular nas partes subterrâneas. Os resultados indicaram que o CCC acumula-se nos tubérculos em desenvolvimento, afetando negativamente o crescimento das plantas produzidas pela progênie das plantas tratadas. Portanto, o CCC não deve ser utilizado na produção de batatas para sementes.

#### • **Melhorando a coloração**

O biorregulador ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) é utilizado em batatas primariamente para intensificar a coloração vermelha da casca dos tubérculos de algumas variedades. Efeitos adicionais do 2,4-D são o aumento do peso específico, o aumento no número de tubérculos e a produção de maior número de tubérculos de tamanho médio. O efeito do 2,4-D na coloração da casca foi relatado pela primeira vez em 1948. Quando o 2,4-D foi utilizado como

herbicida para controlar invasoras de folhas largas, os resultados indicaram que, além de intensificar a coloração da casca, o número de tubérculos também aumentou. Inicialmente, 2,4-D era aplicado quando os tubérculos estavam nos estádios iniciais de desenvolvimento, para influenciar efetivamente a coloração da casca. Estudos posteriores sobre o efeito do 2,4-D, aplicado em diferentes estádios do desenvolvimento, consideraram a produção total. Os resultados demonstraram que aplicações precoces (antes do início da formação dos tubérculos) e aplicações tardias (depois do completo florescimento) reduziram a produção, enquanto que a intensidade de coloração era maior com aplicações tardias. No entanto, aplicações tardias de 0,56 a 1,12 kg de 2,4-D por hectare, por meio de pulverizações da base das plantas, produziram a intensificação da coloração, sem afetar a produção.

Aplicações de 0,28 ou 0,56 kg de 2,4-D por hectare aumentaram o número de tubérculos e reduziram o tamanho médio dos tubérculos, sem afetar a produção total. Existe um relato de aumento da produção com aplicação de 2,4-D a 1% em pó. Em função desta pesquisa, o uso de 2,4-D foi incorporado nas práticas culturais da produção de batatas em algumas regiões. Aplicações de 0,7 kg equivalente ácido por hectare, quando os tubérculos estão do tamanho de ervilhas, são recomendadas para produção de tubérculos de tamanho mais uniforme e para intensificar a coloração das variedades vermelhas. Notou-se que o número de tubérculos de tamanho médio pode ser aumentado com aplicações de 2,4-D, particularmente em variedades que tendem a produzir menor número de tubérculos e/ou maior número de tubérculos de tamanho muito grande.

### • Promovendo a dormência

A inibição do desenvolvimento das gemas através de produtos químicos, que mantêm o estado de dormência das batatas, tem sido amplamente utilizada. Três produtos, 1,2-diidro-2,6-piridazinedione, que como sal potássico é a hidrazida maleica (MH), isopropil-3-clorofenilcarbamato (CIPC) e 2,3,5,6-tetracloronitrobenzeno (TCNB) são os principais biorreguladores usados nos EUA para controlar o brotamento de tubérculos armazenados. O uso de inibidores químicos de brotamento permite que a armazenagem seja realizada a temperaturas que retardam a formação de açúcares nos tecidos, reduzindo, assim, o escurecimento das batatas. Cerca de 80% da produção de outono é estocada por 1 a 11 meses. Os três biorreguladores são aplicados em mais de 60% do total da produção de outono.

O uso de hidrazida maleica (MH) como inibidor do brotamento em batata foi relatado pela primeira vez em 1950. Em um trabalho subsequente, demonstrou-se que a molécula de MH precisa ser injetada ou translocada para os tecidos dos tubérculos, para inibir o brotamento. Pesquisa posterior sobre aplicação foliar antes da colheita, demonstrou que a pulverização de 2500 mg L<sup>-1</sup>, quatro a sete semanas antes da colheita, tem ótimo efeito inibidor sobre o brotamento de tubérculos armazenados por cinco meses ou mais. O período ótimo encontrado para as pulverizações, foi imediatamente após a queda das flores ou quando os tubérculos estão com aproximadamente 2,5 a 5,0 cm de diâmetro, dependendo da variedade. Aplicações aéreas de MH proporcionam controle equivalente à pulverização do solo sobre o brotamento das gemas. Hidrazida maleica inibiu o brotamento em todas as variedades testadas e tem sido usada, com sucesso, em países com diferentes

condições climáticas, no período de armazenamento.

Aplicações foliares de MH resultaram, em vários estudos, em um aumento do peso específico dos tubérculos, mas não apresentaram nenhum efeito em outros. Um fator significativo, em todos os estudos sobre o uso de MH para controle de brotamento, tem sido a redução da perda de peso e de qualidade dos tecidos dos tubérculos, durante o armazenamento. Os tubérculos tratados com hidrazida maleica não apenas têm mantido a qualidade externa, mas também acumulam menos açúcares reduzidos, que são indesejáveis para o processamento industrial. Os resultados de alguns estudos, no entanto, sugerem que tratamentos com MH não causam nenhum efeito sobre os açúcares reduzidos, durante o armazenamento. Redução na perda de peso e menor acúmulo de açúcares reduzidos podem ser reflexo de menores taxas de respiração nas batatas tratadas com MH.

A aplicação de MH em lavouras de batatas usadas para consumo comercial também pode ser benéfica no controle do vírus do enrolamento da folha da batatinha (PLRV). Muito poucos tubérculos que permanecem no solo após a colheita, se estiverem infectados com PLRV, irão brotar na primavera e servir como fonte de inóculo no ano seguinte. Em lavouras tratadas com MH, estes tubérculos não brotarão, de modo que em áreas de produção comercial de batata, onde há problemas com o PLRV, estes benefícios podem ser muito importantes.

Tubérculos de plantas tratadas têm baixos teores de glicoalcaloides e apresentam taxas significativamente mais baixas de acúmulo de glicoalcaloides, durante o armazenamento, do que tubérculos de plantas não tratadas. Em plantas que estiverem se desenvolvendo em condições propícias para a síntese de glicoalcaloides, a aplicação de

MH pode ser benéfica, visto que glicoalcaloides podem dar sabor amargo aos tubérculos. Hidrazida maleica também aumentou a porcentagem de tubérculos classificados como número um.

Quanto ao modo de ação da MH, considera-se que ela ocorra pela inibição das divisões celulares, pela inibição da síntese de proteínas e de ácidos nucleicos.

Nos EUA, hidrazida maleica é usada em aproximadamente 20% das batatas de outono. Produtores de batatas nas regiões de produção do nordeste usam mais extensamente a MH do que os produtores do oeste. As áreas de produção do leste fazem mais uso do MH devido a seus métodos de produção e porque as condições de seus armazéns, frequentemente, não são adequadas para métodos alternativos para inibição de brotamento, com uso de vapor.

Em uma das primeiras referências da utilização de CIPC (isopropil-3-clorofenilcarbamato), os tubérculos foram imersos em uma solução aquosa 0,5 a 1,0%. Os resultados mostraram que CIPC era volátil e evaporou da superfície dos tubérculos mantidos sob temperatura ambiente. Uma solução 1% de CIPC, pulverizada sobre batatas de refugo amontoadas, impediu o brotamento e, desta forma, a disseminação de doenças por insetos e propágulos de patógenos da batata. As primeiras aplicações bem sucedidas de CIPC, por vaporização, para controle do brotamento de batatas armazenadas, foram relatadas em 1956. Este método de aplicação mostrou-se economicamente viável para armazenamento com fins comerciais por longos períodos. A maioria das aplicações envolve o aquecimento da formulação de CIPC e o uso de um gerador de aerosol para injeção do CIPC, na forma de gás, na atmosfera do local de armazenamento. Um segundo uso

do CIPC envolve uma formulação concentrada emulsificável, que é usada para tratar os tubérculos após armazenamento e lavagem. As batatas são, então, empacotadas para distribuição para os consumidores. Concentrações de 3,8 a 7,6 L por 122 toneladas métricas são recomendadas para aplicações na forma de aerossol e 0,95 L de uma emulsão 1% por 1,02 toneladas métricas de batatas. Sacos de papel, em que o CIPC tenha sido incorporado, têm sido usados com sucesso para controlar o crescimento de brotações de tubérculos.

O uso de CIPC para controle de brotamento, no armazenamento, tem sido associado a problemas de brotamento interno de tubérculos. Resultados de pesquisa indicam que CIPC pode provocar brotamento interno se os tubérculos são tratados com concentrações inadequadas de CIPC, ou se os tubérculos forem tratados após um período extenso de armazenamento, sem tratamento.

Um método simplificado tem sido divulgado para avaliar a concentração do produto nos tubérculos, necessária para controle do brotamento por longos períodos. Os resultados mostraram que é necessária uma concentração mínima de 20 mg L<sup>-1</sup> de resíduos de CIPC na casca dos tubérculos para inibição da brotação. Esta técnica pode ser usada como ferramenta para determinar se é necessária uma reaplicação do produto, se for preciso estender o período de armazenamento.

Este estudo também demonstrou que a distribuição do CIPC no interior dos montes de batatas e a duração dos resíduos de CIPC adsorvidos e absorvidos pelos tecidos dos tubérculos variam muito entre as instalações para armazenamento avaliadas.

Além da inibição do brotamento e redução da perda de peso, há referência sobre inibição do metabolismo de sacarose pelo CIPC e de redução da perda de vitamina C durante o armazenamento. O modo de ação do CIPC parece ser similar ao da MH, havendo inibição das divisões celulares por meio da inibição de síntese de proteínas ou por inibição da atividade enzimática necessária para o brotamento.

O objetivo do estudo original do uso de tetraclo-nitrobenzeno (TCNB) em batatas, foi o controle de *Rhizoctonia solani* em brotações de tubérculos utilizados como semente. Tubérculos tratados, armazenados durante o período do inverno, desenvolveram brotações curtas que não apresentavam lesões causadas por fungos, enquanto que tubérculos não tratados tinham brotações longas, severamente infectadas com *Rhizoctonia solani*. Em estudos realizados durante seis anos, com tratamento de batatas com TCNB, uma das formulações aplicadas inibiu completamente o brotamento das batatas semente. A produtividade dos tubérculos tratados foi significativamente maior que dos tubérculos não tratados e desbrotados antes do plantio. Estudos nos EUA compararam batatas semente desbrotadas e não desbrotadas e o tempo de tratamento com TNCB, na emergência e produção total de tubérculos. Sementes submetidas a tratamentos com TNCB foram plantadas na região nordeste dos EUA. Aplicações precoces (novembro, janeiro) de TNCB apresentaram a tendência de reduzir a produção, enquanto que aplicações em março resultaram em produções equivalentes àquelas obtidas de sementes não tratadas. Os dados dos experimentos sobre emergência e produção foram inconsistentes com respeito a variedades e locais. Os resultados indicaram que tratamentos com TNCB poderiam ser benéficos se as

sementes de batatas não fossem armazenadas a temperaturas inferiores a 7,6°C, que poderia resultar em brotamento dos tubérculos. Aplicações de TNCB a sementes de batatas também podem resultar em aumento de produção de batatas pequenas.

Aplicações comerciais, na proporção de 1 kg de TNCB (Fusarex) por 600 kg de batatas, são recomendadas para controlar o crescimento de brotações. Fusarex é usado em escala limitada por produtores de Nebraska e Long Island, NY, para inibição de brotamento de variedades com período curto de dormência, tanto aquelas próprias para sementes como para consumo de mesa.

A observação de que o ácido naftalenacético (NAA) e o naftalenacetato de potássio controlavam brotamento de batatas não dormentes foi relatada pela primeira vez em 1938, o que estimulou o autor a pesquisar o uso de metil éster de ácido naftalenacético (MENA). O uso de MENA para controle de brotamento em tubérculos teve grande sucesso devido a sua natureza volátil à temperatura ambiente. Deste modo, o simples armazenamento de tubérculos na presença de papéis impregnados com MENA inibe com sucesso o brotamento. Pesquisas posteriores com MENA envolveram seu uso em grandes volumes de tubérculos. A aplicação de MENA na forma de pó, polvilhado sobre os tubérculos, mostrou-se eficiente na prevenção do brotamento. Observou-se que a maior parte do MENA era adsorvido e absorvido na casca das batatas, com muito pouco ou nenhum resíduo do produto nos tecidos dos tubérculos. A concentração eficiente de MENA, necessária para prevenir brotamento foi de 0,9 g por 0,035 m<sup>3</sup>. A aplicação mostrou-se eficiente em todas as variedades testadas e não prejudicou a qualidade dos tubérculos. O uso de MENA para manter a qualidade dos tubérculos e inibir a brotação em

batatas armazenadas em instalações domésticas foi demonstrado com sucesso. A aplicação de MENA na forma de pó foi superior ao uso de papéis impregnados com o biorregulador.

O uso de MENA como inibidor do brotamento de batatas lavadas e embaladas para consumo de mesa foi eficiente quando aplicado na forma de emulsão cera-água. Aplicações na proporção de 3,8 L por 5,1 toneladas métricas de solução a 2,1%, mostraram-se adequadas para inibição de brotamento. A aplicação de MENA em tubérculos não dormentes resultou em danos aos tubérculos. No entanto, dados sobre os danos não se mostraram sempre consistentes com os tratamentos. A aplicação de MENA em pulverizações pré-colheita, em lavouras de batatas para controle do brotamento dos tubérculos após a colheita, teve sucesso limitado. Pulverizações das plantas em setembro, com 3500 a 7000 mg L<sup>-1</sup> de MENA, produziram uma limitada redução no brotamento de batatas após a colheita. Tanto aplicações precoces como tardias, reduziram a produção de tubérculos ou se mostraram ineficientes para controle do brotamento.

Estudos mais recentes sobre supressão de brotamento demonstraram que derivados de naftaleno (dimetil-naftaleno) parecem equivalentes no controle de brotamento de batatas para consumo de mesa e batatas para semente.

A observação de que substâncias voláteis, produzidas por maçãs maduras, inibiam o brotamento de batatas, pode ter sido estimulante para pesquisas subsequentes sobre redutores de brotamento. Um trabalho inicial sobre os efeitos do dióxido de carbono mostrou ação limitada na inibição de brotamento. Um relato identificando o álcool n-amílico como um dos produtos responsáveis pelo odor

característico das batatas incentivou autores a pesquisarem os efeitos de alcoóis na inibição do brotamento. Demonstrou-se que o álcool n-amílico era extremamente eficiente na prevenção do brotamento de tubérculos de batata, sendo que estudos com outros alcoóis mostraram que alcoóis monil e decil também eram eficientes inibidores do brotamento. A incorporação de vapores alcoólicos no sistema de ventilação, no armazenamento, mostrou-se um método economicamente viável para prevenção do brotamento. O uso de alcoóis como inibidores temporários para batata semente tem mostrado eficiência parcial, na medida em que se evaporam dos tubérculos. No entanto, em alguns casos, houve redução de produção. Trabalhos de pesquisa bem sucedidos sobre o uso de vapores alcoólicos para controle de brotamento e manutenção da qualidade do produto têm sido divulgados, embora o uso comercial destes métodos não tenha sido, ainda, incorporado nos programas de armazenamento de batatas nos EUA.

Recentemente, foi relatado excelente controle de brotamento usando alcaloides de camptotecina, derivados no tronco de *Camptotheca acuminata*. Tratamento por pulverização ou imersão em solução 0,5 nM foi suficiente para inibir o brotamento. Os alcaloides de camptotecina também reduziram a perda de peso e a respiração dos tubérculos tratados. Indicações preliminares mostram resposta varietal diferenciada, que poderia estar relacionada à retenção do produto na superfície dos tubérculos. O modo de ação parece ser a inibição das funções do tecido xilemático e suspensão de divisões celulares. Uma consideração favorável para o uso de reguladores de ocorrência natural é sua eficácia a baixíssimas temperaturas.

### 3.5 Beringela (*Solanum melongena* L.)

#### • Tratamento de sementes

A aplicação de ácido giberélico  $50 \text{ mg L}^{-1}$  nas sementes, antes do plantio, reduz o período de tempo para a florescência e aumenta o peso e o número de frutos produzidos. Este biorregulador também pode afetar favoravelmente o teor de ácido ascórbico no fruto.

Trataram-se sementes de beringela com ácido giberélico, chlormequat e hidrazida maleica 10, 50 e 100  $\text{mg L}^{-1}$ . Observou-se que a germinação foi antecipada pelo ácido giberélico e retardada pelos demais tratamentos. O ácido giberélico também aumentou a altura das plantas, o comprimento dos entrenós e o número de folhas, porém reduziu a espessura das folhas. Chlormequat e hidrazida maleica aumentaram a espessura das hastes e das folhas, a área foliar, o número de hastes e diminuíram o comprimento dos entrenós. O número de folhas foi aumentado pelo chlormequat e reduzido pela hidrazida maleica. O peso das plantas foi aumentado pelo ácido giberélico e chlormequat, sendo reduzido pela hidrazida maleica.

#### • Tratamento da planta

Observou-se que aplicação de ácido giberélico causou desenvolvimento irregular dos ovários das flores de beringela. Foi notada degeneração na corola das flores pulverizadas com o biorregulador. Hidrazida maleica inibiu o florescimento e reduziu a produção de frutos.

Na beringela 'Pusa Kranti' a aplicação de ureia a 2% e ácido indolilacético  $50 \text{ mg L}^{-1}$ , 15 dias após o transplante, resultou numa redução de 5 a 12 dias no período de tempo para a florescência e em uma diminuição no número de

sementes. A produção e o tamanho dos frutos também foram aumentados.

Notou-se que aplicação de ácido 2,4-diclorofenoxiacético 10 mg L<sup>-1</sup> induziu esterelidade masculina total em beringela sem causar esterelidade feminina, podendo o biorregulador ser utilizado na produção de sementes híbridas. Testou-se em duas localidades, o efeito de ácido 2,4-diclorofenoxiacético 2,5 mg L<sup>-1</sup> e ácido 4-clorofenoxiacético 21 mg L<sup>-1</sup> em plantas de beringela 'Black Queen'. Os dois compostos produziram maturação dos frutos mais precoce e uniforme.

A pulverização das flores promoveu precocidade na fixação dos frutos, sendo que a pulverização dos ápices reduziu o período de colheita. A melhor época para pulverização das flores foi no início da antese, seguida de nova aplicação cinco a sete dias depois. A pulverização dos ápices mostrou-se mais eficiente quando efetuada no estágio de 8 a 12 flores abertas, com uma segunda aplicação 15 a 25 dias depois. O ácido 4-clorofenoxiacético produziu um ligeiro decréscimo no desenvolvimento da planta. Observou-se que o crescimento dos frutos de beringela foi incrementado com a pulverização da planta com a forma amina do ácido 2,4-diclorofenoxiacético (1:300.000), após a remoção dos estames florais. Aplicou-se em beringela 'Pusa Kranti', ureia 0,1 a 2% e ácido indolilacético 0,5 a 100 mg L<sup>-1</sup>, 15 dias após o transplante. Observou-se redução de 5 a 12 dias no período de tempo para a florescência, sendo que a maior redução foi obtida com ureia 2% + ácido indolilacético 50 mg L<sup>-1</sup>. O número de sementes foi diminuído pela maioria dos tratamentos, principalmente por ureia 2% isoladamente ou em combinação com ácido indolilacético. O tamanho dos frutos e as produções foram aumentados pelos tratamentos,

sendo que os melhores resultados foram conseguidos em combinações dos produtos nas concentrações mais elevadas. Notou-se que o tratamento de plântulas de beringela com ácido indolilacético  $100 \text{ mg L}^{-1}$  e ácido naftalenacético  $10 \text{ mg L}^{-1}$ , seis vezes, com intervalos de quatro dias, retardou o crescimento e a diferenciação floral, aumentando o número de folhas para a primeira florescência e diminuindo o número de inflorescências por planta. Daminozide  $1000$  a  $2000 \text{ mg L}^{-1}$  retardou o crescimento, estimulou a diferenciação floral, diminuiu o número de folhas para a primeira florescência e aumentou o número de panículas. Daminozide  $4000 \text{ mg L}^{-1}$  retardou o crescimento da plântula e a diferenciação floral.

#### • **Aumentando a fixação dos frutos**

Culturas de beringela sob condições de campo produzem poucos frutos, quando temperaturas noturnas e intensidades luminosas são baixas. Tratamentos com ácido N-metalolilftalâmico a 0,5%, ácido 4-clorofenoxiacético (4-CPA) a 0,002% ou ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) a 0,00025%, com uma pulverização dirigida para as flores, quando existirem duas a três flores abertas, resultará em uma melhor fixação dos frutos, com produção de frutos sem sementes na ausência de polinização completa.

Efetuararam-se aplicações de várias auxinas nos cultivares Yotvata e Ein Gedi de beringela, visando aumentar a fixação dos frutos. Em 'Yotvata', durante o lento crescimento vegetativo no inverno, os ápices não foram afetados pelas pulverizações, sendo que o desenvolvimento foi ligeiramente retardado. Em 'Ein Gedi', as aplicações resultaram em forte inibição no crescimento, sendo que o ácido 2,4-diclorofenoxiacético causou declínio da planta. A porcentagem de fixação dos frutos foi incrementada com

ácido 2,4-diclorofenoxiacético 2 mg L<sup>-1</sup>, ácido 4-clorofenoxiacético 20 mg L<sup>-1</sup> e Duraset 0,5%. O desenvolvimento dos frutos foi acelerado em 'Ein Gedi' por ácido 4-clorofenoxiacético e Duraset, mas não em 'Yotvata'. O ácido 2,4-diclorofenoxiacético causou deformação em considerável proporção de frutos.

### **3.6 Cebola (*Allium cepa* L.)**

Apesar do ácido naftalenacético e do ácido 2,4,5-triclorofenoxiacético retardarem o crescimento das brotações de batatas armazenadas e de algumas hortaliças de raízes úteis, eles não possuem efeito inibitório aparente nas brotações de cebolas. Isto, talvez, devido aos pontos de crescimento em cebolas estarem firmemente protegidos por camadas de folhas basais, impedindo que os produtos possam atingir os meristemas.

Duas aplicações de campo com 480 mg L<sup>-1</sup> de ethephon, iniciadas quando 75% das plantas tiverem os pendões visíveis, têm o efeito de reduzir a altura desses pendões ou hastes. Não ocorrem efeitos adversos na produção de sementes ou na germinação. Este tratamento pode ser usado para se evitar o acamamento e consequentes perdas de sementes, além de facilitar a colheita mecanizada das sementes de cebola.

#### **• Inibindo as brotações**

Pela pulverização de cebola espanhola com cinco diferentes biorreguladores, duas semanas antes da colheita em condições de campo, esperava-se induzir a translocação dos reguladores até as regiões meristemáticas. Após a colheita, as cebolas foram curadas a 29°C por duas semanas e, então, guardadas por um mês a 2°C e por quatro meses a 13°C. Após cinco meses de

armazenagem, não se verificaram brotações em bulbos de plantas previamente pulverizadas com hidrazida maleica na concentração de 2500 mg L<sup>-1</sup> e ocorreu redução significativa na brotação de plantas tratadas em pré-colheita com esse produto na dosagem de 500 mg L<sup>-1</sup>. Ácido naftalenacético e ácido benzotiazol-2-oxiacético não inibiram a brotação dos bulbos. Queda na qualidade durante o armazenamento foi também reduzida como resultado do tratamento com hidrazida maleica.

O uso de hidrazida maleica em cebolas produz um efeito antibrotante, permitindo sua conservação, após a cura, por vários meses. As cebolas devem ser tratadas antes da colheita (cerca de 15 dias), para que o biorregulador seja translocado para as zonas meristemáticas. A concentração pode variar de 500 a 2500 mg L<sup>-1</sup>, sendo que se obtiveram resultados significativos com a concentração de 500 mg L<sup>-1</sup>. Depois da colheita, a cura é feita normalmente, assim como a armazenagem. Este tratamento, introduzido em 1950, tem sido adotado pela agroindústria como um meio de expansão do comércio internacional, aumentando o período de armazenagem em aproximadamente três meses. Este método eficiente e comprovado não somente tem aumentado o período de armazenamento para cebolas colhidas, mas também os sistemas de armazenagem, promovendo aumento da produção doméstica, para adequar-se à expansão do mercado internacional.

### **3.7 Cucurbitáceas (*Cucumis* spp.)**

Foi demonstrado que o hidrocarboneto acetileno induz a formação de flores femininas em pepino (*Cucumis sativus*). Verificou-se que o etileno é o regulador natural da expressão do sexo do melão (*Cucumis melo*). Um dos primeiros estudos efetuados com ethephon mostrou

resultados surpreendentes na mudança da expressão do sexo de pepino. Foi notado que a aplicação do biorregulador deve ser realizada em plântulas de cucurbitáceas com uma a cinco folhas definitivas, sendo que os resultados mais eficientes foram obtidos com concentrações de 100 a 500 mg L<sup>-1</sup> de ethephon.

Aplicação de ethephon em pepino resultou na produção de flores femininas de forma sucessiva na haste principal, até o 19º nó, causando um aumento no número destas flores em relação ao controle. Tanto cultivares de pepino ginóico e monóico, como aqueles de elevada predominância de flores masculinas, responderam com aumento de flores femininas à aplicação de ethephon. Esse biorregulador promove a localização das flores femininas em nós mais basais, podendo, ainda, causar uma floração mais concentrada.

Outro efeito do ethephon é inibir ou reduzir o florescimento masculino. Aplicação de 50 a 100 mg L<sup>-1</sup> de ethephon inibiu a produção de flores masculinas nos oito nós basais consecutivos; em seguida, desapareceu o efeito do biorregulador. Os diversos cultivares de pepino respondem diferentemente às aplicações de ethephon. Assim, os cultivares Marketer e Wisconsin responderam aumentando significativamente o número de flores femininas, não ocorrendo o mesmo nos cultivares de pepino Tokyo e Marketmore.

O ethephon tem também, um efeito considerável na frutificação do pepino, pois em cultivares monóicos a produção de frutos é consequência direta da floração feminina. Foram obtidos aumentos significativos na produção de pepino para picles. Verificaram-se, também, aumento do número de frutos com aplicação de ethephon no início do florescimento. Sugeriu-se que um aumento na

efetividade de polinizadores naturais ou uma melhor nutrição, poderiam resultar da aplicação de ethephon. Foi observado que os pepinos ginóicos de plantas tratadas com ethephon apresentavam-se mais curtos, sendo que o biorregulador não afetou o aspecto gosto ou textura dos frutos. O ethephon pode, também, retardar o crescimento da planta de pepino. O biorregulador não afetou a viabilidade das sementes das plantas tratadas.

Observou-se que o ethephon aumentou significativamente o número de frutos por planta, nas concentrações de 200 e 400 mg L<sup>-1</sup>. A antese da primeira flor feminina foi adiantada, sendo que a antese da primeira flor masculina foi atrasada. As flores femininas surgiram em nós localizados nas regiões basais da planta, sendo que as masculinas apareceram nos nós apicais do pepino 'Aodai'. Verificou-se que aplicação de ethephon 500 mg L<sup>-1</sup> em plântulas de pepino 'Aodai', seguida por duas pulverizações com 250 mg L<sup>-1</sup> do produto, mostrou-se capaz de transformar plantas monóicas em plantas totalmente ginóicas. Em condições de campo, observou-se que uma aplicação de ethephon 250 mg L<sup>-1</sup>, em pepino na fase de plântula, revelou-se suficiente para aumentar a produção precoce de frutos por hectare.

*Cucumis sativus* 'Model', 'Chipper', 'SC 19' e 'SC 23' receberam aplicações única e múltiplas de ethephon nas concentrações de 120, 180 e 240 mg L<sup>-1</sup>. Verificou-se que o padrão usual de florescimento do 'SC 23', sob condições de casa de vegetação, mostrou que os nós 3, 9 e 16 produziram flores femininas, enquanto que os nós 17 e 20 produziram flores masculinas. A razão de alteração feminina para masculina foi de aproximadamente 10:1. Entretanto, as plantas tratadas com ethephon produziram flores femininas em nós 1 a 16; a razão de alteração masculina para feminina

ficou entre 1:6 até 1:14, dependendo da concentração de ethephon. Nesses experimentos, duas aplicações de ethephon, em condições de campo, numa concentração de 240 mg L<sup>-1</sup> no 'Model' resultaram exclusivamente em flores femininas durante as primeiras duas semanas e meia da época de colheita.

Tem-se sugerido a utilização do ethephon no melhoramento genético do pepino. O florescimento feminino permite precocidade e aumento na produção de sementes. As respostas do pepino monóico às aplicações de ethephon são afetadas pelo sistema genético que controla a tendência feminina, sendo que o biorregulador tem influência sobre o gene *Acr*, estimulando a mudança da expressão do sexo em direção ao feminino.

Pode-se realizar a aplicação de ethephon na concentração de 125 mg L<sup>-1</sup>, em pulverização, quando a planta já tiver desenvolvido duas folhas verdadeiras, com a finalidade de induzir a produção precoce de flores femininas. Este tratamento modifica a expressão do sexo floral, facilitando a produção de sementes híbridas. Ethephon estimula a formação de flores femininas e entrenós curtos, onde, normalmente, somente flores masculinas são formadas em pepinos e abóboras ginóicos. A modificação da sexualidade é somente temporária, sendo necessário se fazer novas pulverizações, particularmente se os cultivos são viáveis. Pode ocorrer uma inibição temporária do crescimento, resultando em encurtamento dos entrenós.

Na produção de pepino para pickles, o ethephon na concentração de 125 mg L<sup>-1</sup> pode ser utilizado em forma de pulverização, com o objetivo de promover um incremento na precocidade de fixação dos frutos. A aplicação deve ser realizada quando a segunda folha verdadeira estiver expandida, o que promoverá a indução de flores femininas.

A aplicação faz com que os primeiros 5 a 15 nós sejam femininos, estando, portanto, disponíveis para polinização. Consequentemente, as flores dos nós mais baixos fixam-se quase simultaneamente e os frutos crescem até um tamanho desejável, a uma taxa semelhante de crescimento. Uma boa produção de frutos, com uma uniformidade razoável, concentrada perto do centro da planta, pode ser obtida, permitindo efetuar-se a colheita de uma só vez, mecanicamente.

- **Frutos sem sementes**

Provavelmente, esta cultura é a segunda em importância, no que se refere às respostas favoráveis de valor econômico e comercial, no uso de biorreguladores, perdendo apenas para a cultura do tomateiro. As giberelinas aceleram marcadamente o processo de formação de flores estaminadas no pepino. Combinações das giberelinas GA<sub>4</sub> e GA<sub>7</sub> são particularmente eficientes. Plantas com todas as flores masculinas resultam de tratamentos apropriados de espécies monóicas, e plantas completamente femininas (espécies ginóicas) podem ser induzidas por giberelinas para produzir flores masculinas com pólen viável. Assim, flores estaminadas podem ser produzidas ou selecionadas de linhagens ginóicas, utilizando-se sementes parentais F1 para produção de sementes híbridas de pepino, para produção de picles e para mesa.

A quantidade de semente híbrida produzida nos EUA, usando a técnica de indução de flores masculinas com giberelina em linhagens ginóicas, é de aproximadamente 225 mil kg, anualmente. O controle da expressão do sexo floral em pepinos para picles, com giberelina, tem tornado possível a produção de híbridos que se adaptam à colheita mecanizada. Também tem sido possível aumentar a

produção. Giberelinas variam grandemente quanto a sua especificidade para indução de flores estaminadas em pepinos. É inteiramente possível que tipos superiores de giberelina, para indução de flores estaminadas em linhagens ginóicas, possam ser encontradas entre aquelas até agora identificadas. Os efeitos de outros produtos químicos como os ftalimidas, AVG, MCEB e nitrato de prata não devem ser ignorados com respeito ao seu potencial para a indução de flores estaminadas em plantações de pepino ginóico para produção de sementes híbridas.

Em pepino para mesa faz-se a recomendação de ácido giberélico na concentração de  $1,0 \text{ g L}^{-1}$ , aplicado com uma escova em pontos de crescimento, em duas ou três ocasiões, para estimular a produção de flores masculinas de pepino. O primeiro tratamento pode ser efetuado quando existem uma ou duas folhas verdadeiras presentes na planta. Na Califórnia, a dose de  $50 \text{ mg L}^{-1}$  é recomendada para cultivares ginóicos de pepinos para picles e deve ser aplicada quando a primeira folha verdadeira expandir dois a cinco cm de diâmetro e cinco dias mais tarde.

Tratamento das plantas de pepino com ácido giberélico aumentou o número de flores masculinas produzidas pelo pepino monóico. Aplicou-se ácido giberélico numa concentração de  $100 \text{ mg L}^{-1}$  em plântulas jovens de pepino cultivar Wisconsin SMR-12, durante duas semanas de exposição a nove horas diárias de luz. Flores femininas, geralmente, são formadas precocemente, em nós basais, quando as plantas de pepino são cultivadas sob um fotoperíodo preferivelmente curto. O efeito do fotoperíodo curto na formação precoce de flores femininas foi reduzido notavelmente pelo biorregulador. O efeito do ácido giberélico foi oposto àquele do fotoperíodo curto e estimulou os efeitos de um fotoperíodo longo.

Sugeriu-se a utilização de ácido giberélico em pepino ginóico para induzir o florescimento masculino, possibilitando, assim, a manutenção de linhas ginóicas. Além da indução de flores masculinas em pepino, observou-se que as plantas velhas responderam menos que as plantas novas e que as plantas monóicas fortemente femininas, responderam menos que as fracamente femininas.

Considerou-se que o ácido giberélico tem um papel importante na modificação da expressão do sexo do pepino, pois plântulas e raízes apresentavam níveis mais altos de substâncias semelhantes ao ácido giberélico em pepinos monóicos do que em ginóicos.

Tendo em vista que as auxinas induzem a formação de flores femininas e as giberelinas induzem o aparecimento de flores masculinas, atribuiu-se a expressão do sexo das cucurbitáceas à influência do equilíbrio entre auxinas e giberelinas endógenas.

Aplicação de chlormequat  $500 \text{ mg L}^{-1}$  por duas vezes, em plântulas de pepino, causou uma menor produção de flores masculinas. Aplicações de  $1000$  e  $2000 \text{ mg L}^{-1}$  do retardador de crescimento, aumentaram o florescimento feminino. Sugeriu-se que o chlormequat promove diminuição na concentração de giberelinas endógenas, alterando, em consequência, a expressão do sexo, favorecendo o aparecimento de flores femininas.

A produção de flores estaminadas pode ser conseguida através de pulverizações de linhagens ginóicas de pepino com soluções de nitrato de prata entre  $100$  a  $200 \text{ mg L}^{-1}$ . É recomendado que as plantas não sejam tratadas até que a quarta folha esteja com  $3 \text{ cm}$  de diâmetro, devendo a segunda aplicação ser realizada  $7$  a  $10$  dias mais tarde.

Um importante efeito favorável de biorreguladores para melões, reside no potencial de manutenção de linhagens ginóicas para produção de sementes de melões híbridos através do uso de AVG, MCEB e nitrato de prata. Tratamentos apropriados com cada um destes produtos químicos, induzem a formação de flores perfeitas em tipos ginóicos de melão.

Outro produto químico que pode ser utilizado em pepinos para pickles é o chlorflurecol-metil entre 72 a 112 g em 760 a 930 L ha<sup>-1</sup>, na forma de pulverização total das plantas (folhas e frutos), com o intuito de produzir frutos sem sementes em cultivares de flores femininas. Nos EUA e Holanda, este tratamento é recomendado para induzir frutos sem sementes, além de aumentar a produção e uniformidade de pepinos para pickles, como auxiliar da colheita mecanizada. O produto deve ser aplicado somente em cultivares femininos, já que monóicos e híbridos predominantemente femininos podem ser revertidos para cultivares masculinos. Polinização deve ser evitada, já que ela pode aumentar o número de frutos não comercializáveis, além de causar a paralisação da frutificação da planta. Para evitar a polinização cruzada, os campos devem ser isolados pelo menos 2,5 km, de outra variedade de pepino. A irrigação é recomendada, já que o chlorflurecol é ineficiente quando as plantas de pepino estão sob condições de estresse hídrico.

Um dos mais importantes usos de biorreguladores nesta cultura é o tratamento da lavoura com geradores de etileno para uniformização e concentração da colheita. O efeito é similar àquele para tomates e pimentas, sendo que, agora, existem recomendações para certas variedades e localidades.

### 3.8 Morangueiro (*Fragaria* spp.)

Efetuararam-se três pulverizações em morangueiros, durante o florescimento, com daminozide, nas concentrações de 500 a 8000 mg L<sup>-1</sup>. Dosagens acima de 2000 mg L<sup>-1</sup> promoveram efeitos adversos nas dimensões dos frutos, na colheita e na resistência à infecção fúngica. A porcentagem de frutos não comercializáveis aumentou com aplicações de dosagens acima de 1000 mg L<sup>-1</sup>. Não se observaram efeitos significativos na época de maturação, peso dos frutos, textura ou no conteúdo de açúcar. O número de estolhos por planta e seu comprimento foram reduzidos com aplicações de daminozide 4000 mg L<sup>-1</sup> e doses superiores. Concentrações acima de 500 mg L<sup>-1</sup> reduziram o comprimento do pecíolo e a área foliar, aumentando a espessura das folhas.

#### • Produção de estolhos

Observou-se que daminozide pode aumentar a produtividade do morangueiro, sob determinadas condições. O biorregulador parece tornar as plantas mais tolerantes à seca e afetar a precocidade de produção. Encontraram-se evidências de que a requeima pelo frio em plantas de morangueiro 'Northwest' pode ser reduzida pela daminozide. Verificou-se que a concentração de 5000 mg L<sup>-1</sup> mostrou-se mais adequada; considerou-se, ainda, que daminozide promove uma proteção dos botões florais. Observou-se que aplicação de chlormequat em morangueiro pode controlar o desenvolvimento dos estolhos; o tratamento reduziu o número e o comprimento dos estolhos secundários. Aplicações de 3 a 4% de chlormequat promoveram as melhores respostas na produção. Verificou-se que o chlormequat 3% aumentou a produtividade dos cultivares Cambridge Vigour e Oranda. Dosagens de 4 a 5% de

chlormequat promoveram efeitos não significativos ou depressivos na produção.

Observou-se que aplicação de ácido giberélico 550 mg L<sup>-1</sup>, em morangueiro, estimulou a produção de estolhos. A aplicação de ácido giberélico, 30 dias antes do florescimento, causou precocidade de duas semanas no aparecimento das últimas flores. Aplicação de ácido giberélico durante a antese floral promoveu precocidade na maturação dos frutos e aumento no comprimento dos pecíolos e pedúnculos. Observou-se que tratamento de morangueiro com ácido giberélico nas dosagens de 25 e 50 mg L<sup>-1</sup> aumentou o número de estolhos e de folhas por planta. Concentrações de 100 e 200 mg L<sup>-1</sup> de ácido giberélico promoveram inibição no desenvolvimento dos estolhos.

#### • **Aumentando a produção**

Notou-se precocidade de 7 a 17 dias no florescimento e de 7 a 25 dias na colheita do morangueiro, com aplicação de ácido giberélico 75 mg L<sup>-1</sup>. O produto causou, também, aumento na alongação do pedúnculo e no número de frutos por planta. Observou-se que o tratamento de morangueiros nos estádios iniciais de desenvolvimento, com ácido giberélico, aumentou o crescimento e o florescimento. Na maioria dos casos, o ácido giberélico reduziu as produções, mas melhorou substancialmente a qualidade dos frutos, aumentando os teores de vitamina C e açúcar. Verificaram-se que os melhores resultados no aumento da produção de frutos de morangueiro, nos primeiros estádios da colheita, foram obtidos com três aplicações de ácido giberélico 10 mg L<sup>-1</sup>, em intervalos semanais, no início do florescimento. Observou-se maior produção de flores no início do período de florescimento, promovendo, conseqüentemente, precocidade na colheita do cultivar Sparkle. Notaram-se que,

apesar do acentuado aumento de produção nas três primeiras colheitas, a produtividade final mostrou-se semelhante. Na terceira colheita, observou-se que o peso dos frutos tratados revelou-se ocasionalmente inferior ao controle, mas não ocorreu diferença no tamanho dos frutos, considerando-se a totalidade das colheitas.

Aplicação de ácido indolilacético ou ácido giberélico 10 mg L<sup>-1</sup> na antese das primeiras flores da primeira cimeira do morangueiro, repetindo-se por duas vezes com intervalos semanais, promove aumento na produtividade do cultivar Monte Alegre.

### 3.9 Pimentão (*Capsicum annuum* L.)

#### • Regulação hormonal

Verificou-se que o uso de sombreamento e aplicação de chlormequat 250 mg L<sup>-1</sup>, 14 dias após o transplante, tiveram efeitos favoráveis no desenvolvimento e produção das plantas de pimentão 'Ikeda'. Os tratamentos também diminuiram em 30% o número de frutos não comercializáveis. Verificou-se que diferentes formas de aplicação de chlormequat em pimentão 'California Wonder' causaram reduções na altura das plantas e aumento no número de hastes e folhas. Observou-se, também, aumento no peso da matéria seca da parte vegetativa das plantas. Notou-se aumento na fixação dos frutos de pimentão utilizando-se chlormequat. O biorregulador também promoveu precocidade e aumentos na produção. Chlormequat melhorou a qualidade dos frutos aumentando o peso da matéria fresca e seca, as dimensões e o conteúdo de ácido ascórbico, promovendo redução na acidez.

Notaram-se que aplicações de hidrazida maleica 3000 ou 3700 mg L<sup>-1</sup> e ethephon 250 mg L<sup>-1</sup>, em plantas de

pimentão, no final da estação de crescimento, inibiram o florescimento de cinco cultivares. Isto resultou em variações no número e peso dos frutos, tendo-se mostrado mais promissor o tratamento com hidrazida maleica  $3000 \text{ mg L}^{-1}$ .

Foram pulverizadas flores de pimentão desprovidas de estames com n-hexil éster de morfactina, clorofluorenol, verificando-se que nas plantas controle e naquelas tratadas com morfactina  $1 \text{ mg L}^{-1}$  os botões florais e os ovários se enrugaram e caíram em uma semana. Nos demais tratamentos com morfactina, os frutos se desenvolveram após uma semana e mostraram uma alongação incomum do tecido placentar; a  $100 \text{ mg L}^{-1}$  o tecido placentar proliferou em estruturas abortivas semelhantes a sementes. Quando se efetuou a remoção das pétalas, estames, estigmas e estiletos e aplicou-se morfactina  $1000 \text{ mg L}^{-1}$ , em pasta de lanolina, novamente o biorregulador produziu frutos com pseudo-sementes, enquanto que os ovários não tratados enrugaram e caíram. Notou-se que aplicação de clorofluorenol em plantas de pimentão 'Jawala' reduziu o crescimento da haste principal e a área foliar, diminuindo a dominância apical, aumentando o crescimento e o número de ramos laterais, além de reduzir o desenvolvimento e o número de estames. Ocorreu diminuição no tamanho, viabilidade e germinação dos grãos de pólen. Clorofluorenol causou aumento na fixação dos frutos até a concentração de  $150 \text{ mg L}^{-1}$ , acompanhado por aumento na produção. Clorofluorenol promoveu a ocorrência de partenocarpia.

Verificou-se que aplicações foliares de ácido giberélico  $10$  a  $20 \text{ mg L}^{-1}$  prolongaram o período de colheita dos frutos de pimentão, retardando a senescência e a abscisão foliar. As primeiras colheitas não foram afetadas, as intermediárias foram reduzidas e as últimas foram

consideravelmente aumentadas. Observou-se que o tratamento de plantas de pimentão com pulverizações foliares de NPK e aplicação de ácido giberélico  $10 \text{ mg L}^{-1}$  + cinetina  $5 \text{ mg L}^{-1}$  promoveu aumento no teor de capsaicina nos frutos e incrementos na produção. Foi conseguido bom resultado com o uso de adubação foliar + cinetina  $5 \text{ mg L}^{-1}$ , sendo que ácido indolilacético  $50$  ou  $500 \text{ mg L}^{-1}$  mostrou-se desfavorável. Tratamento com ácido giberélico ou cinetina, sem adubação foliar, revelou-se menos eficiente. O aumento em capsaicina por planta deveu-se ao incremento na produção de frutos. Notou-se que tratamentos de plantas de pimentão 'Vinedale', com ácido giberélico  $10^{-3} \text{ M}$ , por duas vezes, impediu a abertura das pétalas e induziu a carpelização dos estames. Verificou-se que pulverização com ácido giberélico  $10.000 \text{ mg L}^{-1}$  na inflorescência e dez dias após, causou a formação de frutos partenocárpicos, sendo que as sementes também podem ser produzidas através de polinização manual.

Foram pulverizadas, por duas vezes, antes da florescência, plantas de pimentão com ácido naftalenacético  $50$  ou  $75 \text{ mg L}^{-1}$  e ácido beta-naftoxiacético  $20$  ou  $40 \text{ mg L}^{-1}$ ; e somente uma vez com ácido giberélico  $10 \text{ mg L}^{-1}$ , ácido clorofenoxiacético  $40 \text{ mg L}^{-1}$ , ácido 2,4-diclorofenoxiacético  $10 \text{ mg L}^{-1}$  ou ácido 2,4,5-triclorofenoxiacético  $10 \text{ mg L}^{-1}$ . Ácido naftalenacético, ácido beta-naftoxiacético e ácido 2,4,5-triclorofenoxiacético aumentaram a produção, enquanto que ácido clorofenoxiacético produziu efeito inverso. Ácido beta-naftoxiacético e ácido 2,4,5-triclorofenoxiacético também elevaram o conteúdo de água, fósforo e ácido ascórbico nos frutos, diminuindo o teor de açúcares. Tratamento com ácido clorofenoxiacético aumentou o nível de açúcares, reduzindo o teor de água e de fósforo. Notou-se que aplicação de ácido naftalenacético

20 mg L<sup>-1</sup>, dez dias após o transplante das plantas de pimentão, causou aumentos na produção da ordem de 5,8% no cultivar Local Blue e de 132,9% em 'Kantari'. Observou-se que aplicação de ácido naftalenacético em plantas de pimentão promoveu florescimento precoce e maior fixação, além de aumento no tamanho e produção de frutos. A concentração mais adequada do biorregulador foi da ordem de 200 mg L<sup>-1</sup>.

Verificou-se que aplicação de ethephon 250 mg L<sup>-1</sup>, em condições de campo, aumentou a proporção de frutos vermelhos de pimentão. Observou-se que ethephon pode aumentar a fixação de frutos de pimentão. O biorregulador pode, também, incrementar a produção e a qualidade dos frutos. Ethephon promoveu aumento nas dimensões e no peso da matéria seca dos frutos, além de elevar o teor de ácido ascórbico e reduzir a acidez. Notou-se que aplicação de ethephon 2000 mg L<sup>-1</sup>, em plantas de pimentão que apresentam dois frutos totalmente coloridos, aumentou em 30% a porcentagem de maturação dos frutos, sendo que concentrações mais altas pioraram a qualidade dos frutos. Observou-se uma tendência no aumento do número e peso dos frutos de pimentão híbrido 'Tanebrás' com aplicação de Atonik 0,5 ml L<sup>-1</sup> em pós-fixação dos frutos.

### **3.10 Tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.)**

#### **• Plantio de mudas**

No plantio do tomateiro em condições de campo, é desejável manter-se um espaçamento uniforme com plantas que tenham um desenvolvimento vigoroso, porém controlado, o que facilita sobremaneira a mecanização e os tratos culturais. Aplicação de daminozide 3000 mg L<sup>-1</sup> ou chlormequat 1000 mg L<sup>-1</sup> ou, ainda, ethephon 300 mg L<sup>-1</sup>, 10

a 15 dias após o transplante, reduziu a altura das plantas, manteve os tomateiros compactos e tendeu a aumentar a resistência aos déficits hídricos. Chlormequat promoveu precocidade na abertura das flores, sendo que o ácido tolifthalâmico aumentou o número de flores no rácimo.

Daminozide na concentração de 0,60 a 3,34 kg ha<sup>-1</sup> pode melhorar o desenvolvimento das plantas de tomateiro, retardando a alongação da haste, em transplantes para cultivos em casa de vegetação ou campo. Este retardamento da alongação da haste faz com que a planta venha a produzir frutos precoces, produzindo todos os frutos em uma mesma época, concentrando assim o período de maturação. Podem ser aplicadas uma ou duas pulverizações foliares. A primeira pulverização deve ser efetuada quando a planta possuir uma ou duas folhas verdadeiras e a segunda pulverização, se necessária, duas semanas mais tarde. A aplicação deve ser retardada se existir expectativa de chuvas por um período de até 12 horas após a aplicação.

#### • **Aumentando a produção**

Pulverizações com daminozide ou chlormequat podem ser utilizadas com as finalidades de aumentar a produção do tomateiro e promover uma maturação mais uniforme durante um curto período de colheita. O tratamento mais eficiente foi realizado com daminozide 2500 mg L<sup>-1</sup>, aplicada nos estádios de desenvolvimento da primavera ou quarta folha verdadeira, ou em ambas as ocasiões. A concentração e precocidade da colheita têm sido obtidas com aplicação de daminozide 5000 mg L<sup>-1</sup>, como inibidor da produção de frutos, após a fixação da quantidade desejada de frutos. Esse tratamento mostra implicações desejáveis para a colheita mecanizada, pois virtualmente elimina o

aparecimento de frutos verdes e reduz o desenvolvimento da planta, causando concentração da produção, devido a maturação mais rápida dos frutos. Aumentos em produção são atribuídos a uma nova combinação de efeitos, incluindo resistência aos estresses hídricos e de temperatura, aumento do número de flores por rácimo e de frutos por planta.

Daminozide também pode ser aplicada na dosagem de 5,6 kg ha<sup>-1</sup> em 900 L de água, em pulverização foliar, durante a fixação dos frutos, para estimular seu desenvolvimento e aumento de uniformidade. Este tratamento é registrado na Flórida e deve ser aplicado somente uma vez, quando 15 a 30% dos frutos por planta estiverem fixados, mas antes de algum fruto mostrar a coloração vermelha. Os frutos maduros devem ser colhidos dentro de sete dias, a partir da aplicação. O tamanho do fruto é aumentado, resultando em uma alta porcentagem de frutos com tamanho grande.

Alguns dos importantes biorreguladores utilizados na cultura do tomateiro são aplicados na fixação dos frutos, sendo os principais o ácido 4-clorofenoxiacético e o ácido 2-naftoxiacético. Estes produtos podem ser aplicados na forma de pulverização nas flores ou adotando-se um procedimento utilizado na China, de mergulhá-las nos produtos químicos.

A fixação de frutos induzida por produtos químicos é conseguida em casa de vegetação e em condições de campo. Atualmente, esta é uma prática largamente adotada e tem sido usada nos últimos 30 anos para produção de tomate precoce nos EUA, resultando em frutos sem sementes ou parcialmente sem sementes. Sob condições de casa de vegetação, a fixação de frutos devido à produtos químicos não é recomendada para tomates, em função do amolecimento do fruto e da perda da qualidade no

embalamento e transporte. Em condições de campo, um aumento notável na fixação dos frutos e precocidade de produção podem ser encontrados sob primavera fria ou quando as temperaturas noturnas caem abaixo de 15°C.

O ácido 2-hidroximetil 4-clorofenoxiacético, aplicado na concentração de 300 mg L<sup>-1</sup>, através de pulverização dirigida aos rácimos, no momento da antese floral no primeiro racimo, aumentou o peso médio dos frutos e antecipou a produção. Esta auxina, aplicada na dosagem de 10 a 20 ml L<sup>-1</sup>, diminuiu o número de flores abortadas, sendo que a dose mais elevada aumentou a porcentagem de frutos partenocárpicos.

A produção de tomates em condições de casa de vegetação tem sido prejudicada por uma queda excessiva de flores dos primeiros rácimos que, do ponto de vista econômico, são os mais importantes. Temperaturas noturnas abaixo de 13°C dificultam a produção de pólen, assim como a sua germinação e o desenvolvimento do tubo polínico. Por outro lado, condições de baixa intensidade luminosa ou de dias curtos, também contribuem para aumentar a abscisão floral. O ácido para-clorofenoxiacético (25 a 50 mg L<sup>-1</sup>) pulverizado durante a abertura floral do primeiro rácimo, induz a fixação dos frutos que, frequentemente, mostram-se partenocárpicos. Se as temperaturas noturnas continuam mantendo-se baixas, recomenda-se repetir o tratamento a cada 5 ou 10 dias. Aplicação do ácido para-clorofenoxiacético na dosagem de 20 ml L<sup>-1</sup>, na antese das duas primeiras flores dos três primeiros rácimos, aumentou a fixação, número, comprimento e peso dos frutos, que, além disso, atingiram melhor classificação. Pulverização com ácido giberélico 10 a 100 mg L<sup>-1</sup> também promove a fixação dos frutos, que podem mostrar-se menores.

Foi observado aumento no número e no peso de frutos produzidos em tomateiro tratado com o estimulante vegetal Atonik 0,5 ml L<sup>-1</sup>, pulverizado sobre os três ramos, quando os frutos do primeiro ramo mostravam-se desenvolvidos, repetindo-se a aplicação por duas vezes, com sete dias de intervalo.

Aplicação de ácido 3-clorofenoxipropiônico 50 mg L<sup>-1</sup>, quatro semanas após a antese das primeiras flores, aumentou o número de frutos e tendeu a elevar o peso dos frutos de tomateiro. Pulverização com ácido 3-clorofenoxipropiônico 100 mg L<sup>-1</sup> aumentou a produção nas primeiras colheitas e melhorou o tamanho dos frutos.

Foi verificado que a aplicação do estimulante vegetal Cytozime 5 ml L<sup>-1</sup>, 70 e 84 dias após o plantio, aumentou o número de flores e o número e comprimento dos frutos.

#### • **Antecipando a produção**

Aplicações de 1000, 2000 e 4000 mg L<sup>-1</sup> de ethephon em tomateiro promovem epinastia, abscisão foliar e alta precocidade na maturação. O cultivar NY903 foi pulverizado com ethephon nas concentrações de 0, 1000, 5000 e 10000 mg L<sup>-1</sup>, duas semanas antes da colheita. Verificou-se que, quando a concentração do biorregulador aumenta, a proporção de frutos maduros cresce e a proporção de frutos verdes diminui, mas não houve nenhuma alteração na quantidade de frutos passados. Na colheita, o rendimento de frutos verdes das plantas pulverizadas com ethephon nas concentrações de 0, 1000, 5000 e 10000 mg L<sup>-1</sup> foi, respectivamente, de 7,47; 4,50; 1,44 e 0,95 kg por parcela. O rendimento correspondente dos frutos maduros foi de 18,45; 17,73; 22,32 e 22,19 kg por parcela. Não ocorreram diferenças significativas no rendimento dos frutos passados ou no rendimento total, entre os tratamentos. Embora as

concentrações altas de ethephon resultassem na epinastia e clorose da folhagem, a aparência do fruto não foi afetada. A aplicação de ethephon pode facilitar a produção dos frutos comercializáveis no início da estação, quando a demanda é alta. Considerou-se que a eficiência na colheita mecanizada poderia ser aumentada pela aplicação de ethephon, já que uma proporção maior dos frutos estaria madura no momento da colheita.

Pode-se fazer uma aplicação de ethephon a 0,048%, em pulverização de alto volume ( $1000 \text{ L ha}^{-1}$ ), no final da estação de amadurecimento, aproximadamente 17 dias antes da data final de liberação da casa de vegetação. Se necessário, a folhagem pode ser retirada para assegurar o molhamento dos frutos. A casa de vegetação deve ser mantida a uma temperatura máxima noturna de  $15,5^\circ\text{C}$ . A pulverização não deve ser efetuada com luz solar forte, o que pode provocar manchas e defeitos de coloração nos frutos. As pulverizações são recomendadas ao início da manhã ou bem à tarde. Ethephon pode também, ser utilizado na mesma dosagem, aplicado em forma de pulverização direta, para amadurecimento de tomates das partes inferiores da planta. Frutos comercializáveis devem ser colhidos quando estiverem maduros, porém não antes de cinco dias após a aplicação.

Sob condições de campo, a dosagem recomendada é de  $1,0$  a  $2,0 \text{ kg ha}^{-1}$  em  $1000 \text{ L}$  de água, aplicada em forma de pulverização uniforme sobre as folhas e frutos. O momento correto para a aplicação é quando 5 a 10% dos frutos estão vermelhos ou rosados, sendo que a eficiência é reduzida quando uma alta porcentagem dos frutos estão vermelhos e maduros. A cultura deve ser pulverizada quando a temperatura do ar está entre  $16$  a  $32^\circ\text{C}$ . Algumas folhas podem amarelecer ou serem perdidas

ocasionalmente, após o tratamento, sendo que, quando altas temperaturas são mantidas, podem ocorrer algumas queimaduras dos frutos. Isto deve ser minimizado com um sombreamento e colheita assim que possível. Os frutos devem ser colhidos na maturidade adequada, geralmente 14 a 20 dias após o tratamento. Em algumas variedades, pode ocorrer uma senescência excessiva das folhas, sob certas condições de estresse.

### **3.11 Aprendendo um pouco mais sobre o assunto**

A maioria das informações contidas nesta publicação resultam de uma série de estudos e pesquisas que estão sendo desenvolvidos ao longo dos anos. Caso você deseje conhecer outros aspectos relacionados à aplicação de biorreguladores na olericultura, de forma mais técnica e detalhada, as obras mais indicadas são as seguintes:

CASTRO, P.R.C. **Efeitos de reguladores de crescimento em tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.)**. 1976. 148 p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1976.

CASTRO, P.R.C.; AWAD, M.; CHURATA-MASCA, M.G.C. Utilização de reguladores vegetais em hortaliças. In: CONGRESSO BRASILEIRO, 24.; REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE OLERICULTURA, 1., 1984, Jaboticabal. **Palestras...** Jaboticabal: UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 1984. p. 60-74.

NICKELL, L.G. **Plant growth regulating chemicals**. Chicago: CRC Press, 1988. 2 v.

STALLKNECHT, G.F. **Aplicação de fitorreguladores de crescimento em batatas: produção e pesquisa:** fisiologia do crescimento. 1994. 22 p. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Agrônômica) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1994.

TAGLIAFERRO, F.S. **Utilização de reguladores vegetais em hortaliças:** fisiologia do crescimento. 1996. 33 p. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Agrônômica) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

THOMAS, T.H. Vegetable crops. In: \_\_\_\_\_. (Ed.). **Plant growth regulator potential and practice.** Wellesbourne: BCPC Publ., 1982. p. 109-122.

TUKEY, H.B. (Ed.). **Plant regulators in agriculture.** New York: John Wiley, 1954.

WEAVER, R.J. **Plant growth substances in agriculture.** San Francisco, W.H. Freeman, 1972. 594 p.

WITTEWER, S.H. Phytohormones and chemical regulators in agriculture. In: LETHAN, D.S.; GOODWIN, P.; HIGGINS, T.J.V. (Ed.). **Phytohormones and related compounds:** a comprehensive treatise. Amsterdam; Elsevier/North-Holland, 1978. v. 2.

#### 4.1 Azaleia (*Rhododendron simsii* Planch)

- **Enraizamento de Estacas**

Utilizou-se o IBA (ácido indolbutírico) no enraizamento de estacas herbáceas de azaleia, e testaram-se as concentrações de 0, 250, 500 e 1000 mg L<sup>-1</sup> em material plantado em areia lavada sob sistema de nebulização intermitente. Verificou-se que a melhor concentração de IBA foi a de 50 mg L<sup>-1</sup> para as estacas do tipo apical, com seis folhas cortadas ao meio e apical com seis folhas inteiras. Para diferentes concentrações, as estacas tratadas com 500 mg L<sup>-1</sup> de IBA apresentaram maior produção. O melhor tipo de estaca foi do tratamento apical com seis folhas inteiras.

- **Plantas envasadas**

Na produção de azaleia como flor de vaso, os biorreguladores mais utilizados são chlormequat e a daminozide, devendo ser pulverizados seis semanas após o “pinch” (pressionar os ápices), pela manhã. A daminozide deve ser aplicada na dosagem de 2500 a 3000 mg L<sup>-1</sup> e o chlormequat a 2500 mg L<sup>-1</sup>, duas vezes após o “pinch”, devendo a segunda aplicação ser realizada uma semana após a primeira. O objetivo é produzir plantas mais compactas. Verificou-se que os retardadores de crescimento Phosphon-D, chlormequat e daminozide suprimem o crescimento vegetativo e promovem rápida iniciação de botões florais em diversos cultivares de azaleia. Daminozide e chlormequat são os produtos mais eficientes em retardar o crescimento de azaleia. Uma aplicação de daminozide na concentração de 2500 mg L<sup>-1</sup>, ou duas pulverizações na concentração de 1500 mg L<sup>-1</sup>, com uma semana de intervalo, são suficientes; uma

aplicação de chlormequat nas concentrações de 1844 a 2305 mg L<sup>-1</sup> pode ser realizada, ou duas com uma semana de intervalo.

- **Processo de floração**

Quando se deseja obter precocidade na floração e tamanho compacto, pode-se recorrer à aplicação de 0,1 a 0,2 g por planta de Phosphon-D via solo, em azaleia cultivada a 18°C, sob condições de dias longos. Após três a quatro meses, com o aparecimento das gemas florais, muda-se o ambiente para dias curtos de oito horas e temperaturas de 10 a 13°C para estimular a floração por oito a dez semanas e retorna-se, finalmente, ao ambiente natural onde a floração deverá ocorrer dentro de quatro a oito semanas.

Plantas de azaleia tratadas com 1000 mg L<sup>-1</sup> de ácido giberélico, em temperatura mínima de 16°C, apresentam resultados significativos na uniformização da floração sem a necessidade de tratamento com baixa temperatura, para os cultivares Hexe e Sweatheart-Supreme. Realizada a combinação de 100 a 500 mg L<sup>-1</sup> de ácido giberélico e 100 mg L<sup>-1</sup> de cinetina, aplicados no cultivar Red Wing, em intervalos de 4 dias, antecipou-se a floração. A aplicação isolada de cinetina não causou alteração na floração; provavelmente, a combinação desses produtos atue em sinergismo.

Visando o aumento de resistência às baixas temperaturas, plantas de azaleia dos cultivares Red Wing, Alasca, Sweatheart e Triumph foram tratados com duas aplicações de daminozide, em concentrações de 1515 mg L<sup>-1</sup>, espaçadas em 37 dias, e duas de chlormequat (2260 mg L<sup>-1</sup>). Após o tratamento com vernalização, as plantas tratadas mostraram-se resistentes ao frio, conservando as folhas e tendo um maior índice de sobrevivência do que o controle.

## 4.2 Begônia (*Begonia* spp.)

### • Processo de florescimento

A aplicação de chlormequat a 0,08M, via foliar na irrigação, em plantas cultivadas sob temperatura de 21°C e fotoperíodo de 24 horas, promoveu a floração precoce e a formação de maior número de flores. Produtos como Phosphon-D e daminozide não tiveram bons resultados, sendo que a daminozide provocou atraso no florescimento, sob as mesmas condições, no cultivar Mork Marina. O ácido giberélico e o ácido indolilacético aumentaram a concentração de auxina, produzindo maior quantidade de flores femininas. O chlormequat (que restringe a síntese de giberelina endógena) promoveu a formação de um número maior de flores masculinas.

### • Plantas compactas

Plantas de *Begonia semperflorens*, propagadas por estacas apicais, foram cultivadas em areia, sob casa de vegetação, com noite interrompida por quatro horas de luz, irrigadas e adubadas. A daminozide foi aplicada nas concentrações de 0, 1000 e 2000 mg L<sup>-1</sup>, via solo, com 60 ml por planta, ou via foliar, pulverizada com 0,1% de espalhante Extravon 200. O retardador reduziu as dimensões da planta, sendo a aplicação via solo mais eficiente que a foliar. A máxima redução da parte aérea foi obtida com a concentração de 200 mg L<sup>-1</sup>, aos 60 dias da aplicação. O caule teve redução de 21% no comprimento, 55% no diâmetro da base, 64% na matéria seca, enquanto o número de nós foi acrescido em até 33%. As folhas tiveram redução de 45% no número, 60% na matéria seca e 76% na área foliar. O sistema radicular teve sua redução máxima no comprimento, sob 1000 mg L<sup>-1</sup> de

daminozide, já aos 30 dias da aplicação. Por outro lado, o volume de matéria seca foi menor nos tratamentos de 2000 mg L<sup>-1</sup>, também aos 30 dias, reduzindo-se de 80% a 88%, respectivamente.

### **4.3 Bico-de-papagaio** **(*Euphorbia pulcherrima* Willd.)**

- **Plantas compactas**

Em bico-de-papagaio, a aplicação de 3000 mg L<sup>-1</sup> de chlormequat, via solo, ou 2000 mg L<sup>-1</sup>, via foliar, produz plantas com tamanho reduzido de hastes, uma copa compacta e de tamanho homogêneo.

Para obtenção de plantas mais compactas, coloração verde mais escura e brácteas de tamanho uniforme é recomendada a aplicação de daminozide na concentração de 0,3%. Desejando-se plantas mais curtas, deve-se aumentar a concentração para 0,6%. A aplicação deve ser feita quando as plantas estiverem com 5 a 7,5 cm de altura, sendo repetida após duas semanas.

### **4.4 Calceolaria (*Calceolaria herbeo hybrida*)**

- **Aumento de vigor**

Para produzir plantas mais robustas sem prejudicar a floração, aplica-se chlormequat a 1000 mg L<sup>-1</sup>, via foliar, uma semana após o início do tratamento com dias curtos. A aplicação é feita no início da diferenciação floral visível ou quando aparecem os primeiros botões precoces.

## 4.5 Crisântemo (*Dendranthema morifolium* (Ramat.) Tzevelev)

### • Enraizamento de estacas

Estudou-se o enraizamento de estacas de crisântemo (*Dendranthema morifolium* cv. Yellow Reagan 622), tratadas com ácido indolbutírico adicionado em talco (meio sólido) e meio líquido, na concentração de 500, 1000 e 2000 mg L<sup>-1</sup> para ambos. No meio sólido, o tratamento foi efetuado encostando-se a base da estaca no talco e, no meio líquido, foi feita a imersão da base das estacas durante cinco segundos, 30, 60 e 90 minutos. As avaliações foram efetuadas aos 10, 12 e 14 dias após o plantio das estacas. Conclui-se que o enraizamento de estacas de crisântemo é dependente da dosagem de IBA, tempo de imersão, do veículo utilizado e das idades de transplante. Os melhores resultados foram detectados nas combinações entre 0 e 500 mg L<sup>-1</sup> de IBA e imersão durante cinco segundos ou até, no máximo, 30 minutos. O veículo sólido foi mais eficiente que o veículo líquido. O transplante aos 12 dias apresentou melhores resultados na produção.

Estacas de hastes de *Dendranthema morifolium*, tratadas com soluções aquosas de ethephon e IBA, foram submetidas à mergulhia e duas pulverizações, utilizando os cultivares Mrs. Roy e Clipper. Ethephon 1 mg L<sup>-1</sup> promoveu o crescimento de raízes e a ramificação. Esses cultivares são de difícil enraizamento, sendo que o tratamento não causou efeito também sobre o cultivar Improved Mifo, que é de fácil enraizamento. O IBA promoveu aumento no número de raízes dos cultivares Clipper e Improved Mifo. Acredita-se que o ethephon e o IBA atuam em diferentes estádios de enraizamento; o IBA promove a

iniciação do enraizamento, enquanto o ethephon estimula a alongação e ramificação.

Comparou-se o efeito do IAA, IBA e NAA no enraizamento de estacas de crisântemos, utilizando-os isoladamente e também combinados com duas substâncias não auxínicas. Verificou-se que houve enraizamento quando se aplicou cada auxina isoladamente. A mistura de IAA com naftol demonstrou ação sinérgica assim como a combinação do IBA com ácido salicílico tânico e catecol também apresentou efeito sinérgico.

#### • Controle de crescimento

Retardadores de crescimento vegetal, podendo controlar o desenvolvimento, promovem menores perdas de plantas envasadas e tornam-nas mais atrativas. O tamanho das plantas de crisântemo pode ser reduzido pela aplicação de cloreto 2,4-diclorobenzil tributilfosfônico (Phosfon-D), em irrigação, no vegetal recentemente plantado. O produto mostrou-se eficiente quando aplicado na dosagem de 200 a 250 ml de uma solução diluída de Phosfon-D (uma parte do biorregulador a 10% em 160 a 800 partes de água) por recipiente de 15 cm. Daminozide revelou-se também eficiente e pode ser aplicado em pulverização foliar nas concentrações de 2500 a 5000 mg L<sup>-1</sup>, duas semanas antes de iniciar os dias curtos, para redução da altura das plantas envasadas. Ela também pode ser aplicada no momento do desabrochamento para retardar a alongação do pedicelo, melhorar a forma da flor e aumentar seu tamanho.

O tratamento com ancimidol em crisântemo cultivar Yellow Mandalay e Royal Trophy, a 0,5 mg por vaso, reduziu o tamanho de Yellow Mandalay em 99% e o de Royal Trophy

em 30%. A aplicação foliar de daminozide 5 g L<sup>-1</sup> de água, reduziu em 27% o tamanho do cultivar Yellow Mandalay e em 47% o de Royal Trophy, quando comparados ao controle. Pode-se utilizar o IBA, a 200 mg L<sup>-1</sup> e chlormequat, a 3000 mg L<sup>-1</sup>, com o número de aplicações variando de uma a quatro vezes (normalmente duas), dependendo do cultivar, das condições climáticas, nutricionais e do controle fitossanitário.

Pulverizações com 15 ou 30 mg de uniconazole ou 30 ou 60 mg de paclobutrazol por litro (20 ml por 1,5 litro de vaso), foram aplicadas para inibir o alongamento de hastes de crisântemo. A aplicação foi realizada 0, 2 e 4 semanas após a poda de plantas de 'Bright Golden Anne'. As plantas foram podadas e os reguladores foram aplicados precocemente. As plantas responderam melhor ao uniconazole, requerendo concentração quatro vezes menor do que a de paclobutrazol para alcançar a mesma altura. O tempo para florescimento foi adversamente afetado nas aplicações precoces, ocorrendo um atraso de três dias ou mais com relação ao controle. O diâmetro das flores foi pouco afetado pelos tratamentos.

## **4.6 Aprendendo um pouco mais sobre o assunto**

A maior parte das informações contidas nesta publicação é resultado de uma série de estudos e pesquisas que vêm sendo desenvolvidas ao longo dos anos. Caso você deseje conhecer, de maneira mais detalhada e técnica, questões relacionadas à aplicação de biorreguladores em plantas ornamentais, as obras mais indicadas são as seguintes:

CARRER, C.R.O. **Efeitos de reguladores vegetais no comportamento e produtividade de *Setaria anceps* Stapf ex. Massey cv. Kazungula**. 1989. 91 p.  
Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1989.

HARTMANN, H.T.; KOFRANEK, A.M.; RUBATZKY, V.E.; FLOCKER, W.J. **Plant science: growth, development and utilization of cultivated plants**. Prentice Hall: Regents, 1988. 674 p.

HEINS, R.D.; WIDMER; WILKINS, H.F. **Growth regulator effective on floricultural crops**. Saint Paul: University of Minnesota, Department of Horticultural Science and Landscape Architecture, 1978. 25 p.

LARSON, R.A. Growth regulators in floriculture. **Horticultural Reviews**, Westport, v. 7, p. 399-481, 1985.  
NICKELL, L.G. **Plant growth regulating chemicals**. Chicago: CRC Press, 1988. 2 v.

PATERNIANI, R.S. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura: gramados e pastagens; fisiologia do crescimento**. 1996. 31 p. Monografia (Curso de Pós-Graduação em Fisiologia e Bioquímica de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

SÃO JOSÉ, A.R. **Uso de reguladores vegetais em flores de vaso:** fisiologia do crescimento. 1994. 11 p.

Monografia (Curso de Pós-Graduação em Fisiologia e Bioquímica de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1994.

WEAVER, R.J. **Plant growth substances in agriculture.** San Francisco, W.H. Freeman, 1972. 594 p.

YAMADA, D. Fitorreguladores. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 1., Maringá, 1992. **Anais...** p. 79-90.



### **5.1 Algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.)**

- **Redução no crescimento**

A restrição no crescimento do algodoeiro é importante para a mecanização dos tratos culturais do cultivo, mantendo a planta mais compacta, evitando o desenvolvimento de ramificações e folhas, no sentido de que a formação dos capulhos e das fibras seja predominante na força de dreno dos carboidratos, aumentando a produção.

A utilização de biorreguladores é importante devido à regulação do desenvolvimento das plantas em solos de fertilidade variável, visando obter melhores condições de cultivo e facilidade na colheita mecanizada, sem prejudicar a qualidade das fibras.

Atualmente são aplicados no algodoeiro o cloreto de mepiquat (1 a 1,5 L ha<sup>-1</sup>) e o chlormequat (Tuval 1000 a 2000 mg L<sup>-1</sup>). Ao ser aplicado no algodoeiro, o cloreto de mepiquat promove redução da altura das plantas, folhas de coloração verde mais escura que nas plantas não tratadas e diminui o crescimento vegetativo.

### **5.2 Arroz (*Oryza sativa* L.)**

- **Crescimento de raízes e parte aérea**

Estudos indicam que o ácido jasmônico deve estar envolvido na formação das raízes laterais de plântulas de arroz em desenvolvimento. Este biorregulador, aplicado nas concentrações de 0,016 a 50 µmol L<sup>-1</sup> em plântulas do híbrido IR8 aumenta o número de raízes laterais na região da raiz seminal formada durante e após o tratamento (região distal), mas quando aplicado em concentrações menores de 2 µmol L<sup>-1</sup> não apresenta efeito ou diminui o

número de raízes laterais na região já formada antes do tratamento (região basal). Além disso, o desenvolvimento dos pelos radiculares na região distal também foi inibido, e mesmo bloqueado pela aplicação de ácido jasmônico na concentração de  $1 \mu\text{mol L}^{-1}$ .

Em estudo com citocinina (cinetina e trans-zeatina), foi observado o efeito inibitório sobre a iniciação de raízes laterais e o efeito estimulante sobre o alongamento das mesmas na concentração de  $1 \mu\text{mol L}^{-1}$ .

O etileno pode tanto promover quanto suprimir o crescimento da parte aérea em arroz, dependendo da umidade do ambiente, sendo que estas ações podem ser mediadas por meio da modulação da responsividade da parte aérea à giberelina. Produto à base de ethephon já foi comercializado para restringir o crescimento da planta de arroz, possibilitando maior disponibilidade de carboidratos para a granação e levando à precocidade da produção.

### 5.3 Cafeeiro (*Coffea arabica* L.)

- **Florescimento**

Dias longos e ácido giberélico ( $\text{GA}_3$ ) estimulam o alongamento de ramos de alguma forma, retardam ou inibem a iniciação da gema floral.

Foi induzida a abertura das flores do cafeeiro aplicando-se ácido giberélico nos botões dormentes. A água da chuva ou da irrigação aumenta a concentração de ácido giberélico nos botões que estavam sofrendo deficiência hídrica.

- **Maturação**

Ethephon 200 a  $300 \text{ mg L}^{-1}$  pode ser útil no cafeeiro, com o objetivo de acelerar a maturação e concentrar a colheita,

desde que os frutos e as sementes estejam completamente formados, ou seja, fisiologicamente desenvolvidos, no momento da aplicação. Uma vez que este biorregulador acelera a maturação da polpa (pericarpo), mas não afeta o desenvolvimento da semente, que é a parte comercial do cafeeiro, pode-se obter um café de baixa qualidade se as sementes ou grãos não tiverem alcançado o completo desenvolvimento no período da pulverização com ethephon.

## 5.4 Cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.)

### • Emergência e perfilhamento

A utilização de biorreguladores na cultura da cana-de-açúcar visa o controle do desenvolvimento vegetal, do florescimento e da maturação. Através desses controles objetiva-se aumentar a produção, principalmente em termos de açúcar produzido.

Dependendo do processo fisiológico em estudo, determinados biorreguladores podem ser utilizados. Para melhorar a germinação, a emergência da nova planta e o perfilhamento, pode-se utilizar: arginina (aminoácido) e ethephon 3 L ha<sup>-1</sup>. No alongamento dos ramos pode ser utilizado o ácido giberélico 50 mg L<sup>-1</sup>.

### • Florescimento e maturação

Em estudos de florescimento Diquat 2 L ha<sup>-1</sup> e ethephon (Ethrel 240), 2 L ha<sup>-1</sup> mostram-se suficientes.

Glifosate 0,3 a 0,5 L ha<sup>-1</sup> ou fuzilade 0,3 a 0,4 L ha<sup>-1</sup>, são capazes de levar a cana desenvolvida à maturação em 30 dias. Mais adequados que esses inibidores, o uso de ethephon (Ethrel 240, 2 L ha<sup>-1</sup>) ou etil-trinexapac (Moddus, 250g i.a. ha<sup>-1</sup>) ou sulfometuron metil (Curavial 20g i.a. ha<sup>-1</sup>), aplicados em março, são retardantes

eficientes para maturação em 60 dias, em nossas condições tropicais.

No florescimento, existem perdas na tonelagem de cana não só devido à paralisação do crescimento, mas também pelo decréscimo do teor de umidade nos entrenós superiores, com conseqüente aumento no teor de fibras. Além da redução na produção de açúcar, há um transporte de material inútil para a indústria, dificultando a ação do esmagamento da cana pela moenda, a extração do açúcar torna-se difícil e, quando a inflorescência seca, ocorre brotação lateral, o que acentua mais ainda a formação do isopor (parênquima sem caldo). Quando o desponte é alto, tecido meristemático é levado para a usina, aumentando o teor de goma e sais, dificultando o cozimento do caldo.

A utilização de biorreguladores na cultura da cana-de-açúcar tem tido um incremento relativamente grande, pois se sabe que os diferentes cultivares reagem diferentemente a esses produtos. É também conhecido que a temperatura, o fotoperíodo, o aspecto nutricional, a umidade do solo e do ambiente e o estágio de desenvolvimento vegetativo da cana-de-açúcar influenciam diretamente na atuação dos diferentes maturadores.

## 5.5 Eucalipto (*Eucaliptus* spp.)

### • Propagação

A germinação de sementes de *E. regnans* x *E. pauciflora* em 50 mg L<sup>-1</sup> de ácido giberélico alterou significativamente o crescimento das plântulas. Dentre os efeitos verificados estão o estímulo à produção de folhas e extensão de ramos, sensível redução no crescimento radicular, redução da matéria seca e espessura das folhas. Em *E. camaldulensis* o tratamento das sementes com ácido

giberélico estimulou o crescimento do hipocótilo, efeito atribuído à maior taxa de divisões celulares.

Verificou-se que estacas de *E. grandis*, quando coletadas no inverno e tratadas com IBA em imersão rápida, nas doses de 6000 a 8000 mg L<sup>-1</sup> apresentaram 64% de enraizamento, ao passo que estacas coletadas na primavera apresentaram 42% de enraizamento quando tratadas com dose de 8000 mg L<sup>-1</sup> de IBA. Por outro lado, em *E. tereticornis* a dose de 2000 mg L<sup>-1</sup> de IBA promoveu acréscimo de 37,5% no enraizamento das estacas.

#### • **Florescimento**

A aplicação de paclobutrazol, um inibidor da biossíntese de giberelinas, representa uma importante ferramenta na produção de sementes de eucalipto, pois é capaz de induzir florescimento precoce e abundante sem influenciar a qualidade das sementes. Inicialmente testado em *E. globulus* como regulador do crescimento vegetativo, o paclobutrazol demonstrou ser eficaz na intensificação do florescimento de *E. globulus* x *E. nitens* e induzir a espécie *globulus* ao florescimento com menos de dois anos de idade, ou seja, três anos na frente de seu desenvolvimento reprodutivo normal. Contudo, foi relatado que embora o paclobutrazol seja mais efetivo na redução dos níveis de GA em plantas de *E. nitens* em relação ao chlormequat ou prohexadione, a sua aplicação não foi suficiente para induzir o florescimento precoce, como verificado em *E. globulus*.

### **5.6 Pinus (*Pinus* spp.)**

#### • **Propagação**

Observou-se que o teor de auxina era mais elevado em árvores novas de *Pinus*, em rápido crescimento do que nas

de crescimento lento. A utilização do ácido indolbutírico, que provoca o crescimento de raízes, não surtiu efeito em *Pinus taeda*.

Sobrevivência do *Pinus caribaea* var. *caribaea* e var. *hondurensis* mostrou-se superior quando a enxertia foi realizada por garfagem em fenda completa no topo. A melhor sobrevivência do *Pinus caribaea* var. *caribaea* e var. *hondurensis* foi alcançada quando se utilizou como proteção o saco plástico recoberto por saco de folha de alumínio. As condições necessárias para se ter uma alta probabilidade de sucesso na enxertia de coníferas do gênero *Pinus*, devem incluir um porta-enxerto com sistema radicular bem formado e boa vegetação, e no caso do porta-enxerto envasado, só efetuar a enxertia após o completo pegamento do porta-enxerto. Deve-se conseguir uma perfeita aderência entre o enxerto e o porta-enxerto, para o que, especial cuidado deve ser dispensado na coincidência das regiões cambiais. Após o tratamento das estacas com ácido indolbutírico, ácido propiônico e carvão, as estacas foram levadas e colocadas em areia lavada a fim de se observar o efeito daquelas substâncias sobre o número de indivíduos enraizados. Os resultados, no período de quatro meses de observações, permitiram concluir que não ocorreram grandes diferenças no número de estacas enraizadas, pelo uso das substâncias anteriormente citadas.

## 5.7 Seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.)

### • Enraizamento e desenvolvimento

O ácido indolbutírico (IBA) ou o ácido naftalenacético (NAA), nas concentrações de 1000 a 2000 mg L<sup>-1</sup>, têm estimulado o enraizamento de estacas com folhas de seringueira, com 35 cm de comprimento.

Seringueiras tratadas com ácido giberélico (GA) mostraram ganho significativo em altura. Por outro lado, GA apresentou tendência para reduzir o crescimento em perímetro do tronco, enquanto que o ácido indolilacético (IAA), ácido beta-naftalenacético e ácido triiodobenzoico (TIBA), resultaram em incremento do perímetro do tronco. Não houve incremento do número de anéis de vasos laticíferos pela aplicação destes produtos, porém o IAA e o TIBA atuaram na divisão cambial, resultando na produção de células de parênquima e de esclerênquima. Entre os produtos utilizados para indução da brotação de gemas laterais, a benziladenina (BA) mostrou-se mais eficiente.

#### • Indução de látex

A sangria da seringueira é realizada em espiral descendente da esquerda para a direita. O corte em meia espiral (metade da volta completa do tronco), denominado “S/2”, é o mais usado e tem-se adaptado bem a diversas situações e cultivares. O corte em quarto de espiral, denominado “S/4”, tem sido usado em plantas jovens para permitir uma boa taxa de crescimento das árvores, ou em árvores em sangria ascendente em painel alto, para evitar cortes longos e consequente escorrimento de látex para fora da canaleta e da tijela.

Para os sistemas de sangria mais utilizados, a concentração mais adequada tem sido de 2,5% de ethephon. Concentrações superiores a 5% condicionam produções futuras declinantes e maior incidência de secamento de painel. Concentrações de 5% a 10% são somente utilizadas em sistemas especiais de sangria, como por exemplo, em sangria por puntura, em sangria em baixíssima frequência e em sangria final de árvores senescentes.

Entretanto, a quantidade aplicada por planta é também de crucial importância, pois concentrações baixas aplicadas em maiores quantidades, resultam nos mesmos efeitos negativos provocados por concentrações altas. O volume normalmente utilizado é de 1 mL da mistura a 2,5% de ethephon, por árvore, em cada aplicação.

O Ethrel é um estimulante da produção de látex que possui como princípio ativo o ácido 2-cloroetilfosfônico, conhecido tecnicamente como ethephon, mantido estável na forma ácida, mas quando aplicado no painel de sangria, em contato com o tecido vegetal, com pH acima de 3,5 permite a evolução do biorregulador gasoso denominado etileno. O etileno liberado possui a capacidade de manter os vasos laticíferos com paredes mais rígidas e espessas, evitar a oclusão dos laticíferos rompidos no corte da sangria e inibir a coagulação do látex.

Para árvores em início de produção, sangradas a cada três dias (sistema D/3), são realizadas 4 aplicações por ano. A resposta em produção ao tratamento com estimulantes está intimamente relacionada com a disponibilidade de água para a planta. Em situações de déficit hídrico acentuado, o incremento de produção, provocado por efeito do estimulante, é muito pequeno. Assim, as aplicações devem ser efetuadas durante o período chuvoso, a intervalos nunca inferiores a 45 dias.

## 5.8 Soja (*Glycine max* L. Merrill)

### • Efeito regulador

Demonstrou-se que alguns biorreguladores podem aumentar e outros podem reduzir a absorção de água e de nitrogênio na forma de nitrato pela planta de soja. Considerou-se que os produtos que aumentam a absorção

podem ser aplicados na florescência ou no período de enchimento das vagens para permitir maior translocação de assimilados para as sementes em desenvolvimento. Um retardador de crescimento poderia ser utilizado no início do período vegetativo para redução da necessidade hídrica, a qual seria conservada para a florescência e o desenvolvimento das vagens, levando ao aumento da produção.

Observa-se uma melhoria nas produções de soja pela utilização de biorreguladores e isso tem recebido ênfase em pesquisas na indústria, em universidades e institutos de pesquisa. No entanto, o desenvolvimento de compostos potencialmente ativos, que poderiam aumentar significativamente as produções, tem sido limitado por diversos fatores, tais como variáveis fisiológicas como fotossíntese e eficiência da fixação de nitrogênio. Fatores ambientais também modificam o desenvolvimento da semente e a maturação. Dessa forma, a habilidade do biorregulador em favorecer o desenvolvimento ou evitar as limitações em produção, pode não aumentar significativamente a produtividade, desde que outros fatores (umidade, temperatura e radiação) sejam limitantes.

#### • **Desenvolvimento e acamamento**

Alguns experimentos mostraram a atividade do ácido giberélico (GA) sobre cultivares de soja, como o aumento da altura de plantas e melhoria da eficiência de utilização de ferro. O desenvolvimento de gemas cotiledonares em plantas de soja é controlado por interação entre hormônios, sendo dependente da idade da planta e da atividade meristemática das gemas. Aplicação de 5 a 10 mg L<sup>-1</sup> de GA, no início do desenvolvimento das plantas de soja, que produzem vagens nas proximidades do colo,

pode elevar essas vagens, facilitando a colheita mecanizada.

O TIBA não possui propriedades florigênicas, pois não induz florescência em planta de soja em estado vegetativo. No entanto, pode aumentar de maneira significativa a florescência em resposta à indução fotoperiódica. Respostas morfológicas de plantas de soja no estado vegetativo à TIBA, como redução no comprimento dos meritalos, perda de dominância apical, epinastia de folhas novas, abscisão prematura das folhas e brotações apicais, sugeriram que o TIBA provocou anomalias no comportamento das auxinas no interior da planta.

Verificou-se que TIBA reduziu a altura do cultivar Hawkeye e aumentou a produção de sementes. No entanto, altas concentrações desse biorregulador tendem a reduzir a produção de sementes, bem como seu teor de proteínas. Nas folhas, ocorre a redução do conteúdo de nitrogênio e nas vagens um aumento de sua fixação, mas diminuição do número de sementes por vagem. Verificou-se que a aplicação de TIBA 30 mg L<sup>-1</sup>, em V4, na soja 'Pintado' reduziu a altura das plantas, evitando acamamento.

#### • **Florescimento**

Sabe-se que há necessidade de equilíbrio entre auxina e florígeno para ocorrer florescência em soja e que pulverização das plantas de soja com sulfato de nicotina induziu florescência precoce, florescência em nós mais basais e aumento no número de flores por inflorescência. Além disso, IAA evitou efeitos tóxicos de altas concentrações de sulfato de nicotina, sugerindo ação antagonista.

## 5.9 Tabaco (*Nicotiana tabacum* L.)

### • Inibição da brotação lateral

Devido ao desenvolvimento de pequenas folhas apicais inaproveitáveis, após a formação das demais folhas, costuma-se cortar o ápice da planta, evitando-se o desenvolvimento das folhas do ápice. Para evitar o aparecimento de novos drenos inúteis pela quebra da dominância apical, procede-se a utilização de substâncias, principalmente do grupo dos inibidores de crescimento, para restringir novas brotações laterais. Geralmente efetua-se a aplicação da solução no ápice cortado da planta e essa solução percorre todo o caule, atingindo as gemas dormentes, aproveitando-se a disposição escalariforme das folhas do tabaco.

Muitas substâncias podem ser utilizadas como biorreguladores. Óleos emulsionáveis à base de petróleo controlam o crescimento de brotações, entretanto, causam queimaduras nas folhas e nas gemas axilares, prejudicando a cultura. Emulsões de metil ésteres de ácidos graxos de cadeias longas de carbono, hidrazida maleica, n-Decanol e Off-Shoot T, proporcionam um bom controle na brotação axilar e não danificam as folhas. Utilizam-se o produto de contato Royaltac (n-Decanol) aplicado aos 40 dias de ciclo no cultivar Criollo. A dosagem de 15 L ha<sup>-1</sup> se mostrou efetiva no controle das gemas axilares, não afetando o rendimento e qualidade do tabaco.

Outro biorregulador que vem sendo utilizado é brassinosteróide (BR). São substâncias esteróides, presentes nos vegetais, podendo atuar em diferentes órgãos, momentos e estádios. Determinou-se o efeito do brasinosteróide DAA-6 estudando-se três dosagens de 0,01; 0,05 e 0,1 mg L<sup>-1</sup> aplicadas 20 e 50 dias após o transplante. A dosagem de 0,05 mg L<sup>-1</sup> apresentou melhor resposta,

aumentando área foliar, o diâmetro da haste e a massa seca total das folhas. Estudando-se o efeito do déficit hídrico na concentração de ABA nas folhas basais e apicais do tabaco, encontraram-se um efeito semelhante com a seca. Porém, como a capacidade de retenção de água e recuperação das folhas apicais é maior do que das folhas basais, as folhas basais entraram em senescência.

## 5.10 Trigo (*Triticum aestivum* L.)

### • Reduzindo o acamamento

No caso do trigo, em especial, os biorreguladores são aplicados visando evitar o acamamento, o que pode tornar a colheita impossível. Normalmente, essa prática é restrita a cultivares de porte alto, com maiores tendências a acamamento e em solos com alta fertilidade; não sendo indicada para casos de deficiência hídrica na fase inicial do desenvolvimento da cultura.

Para tornar a planta menos suscetível ao acamamento, o uso de chlormequat pode reduzir o comprimento da haste por retardar a alongação dos entrenós. Com o mesmo propósito, a comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo indica aplicações dos produtos Tuval 500 A, na dose de 2 L ha<sup>-1</sup> e Moddus, na dose de 0,4 L ha<sup>-1</sup>, quando a planta estiver no estágio 6 da escala de Feeks & Large, que compreende o aparecimento do primeiro nó.

## 5.11 Aprendendo um pouco mais sobre o assunto

A maioria das informações deste capítulo é resultado de numerosos estudos e pesquisas. Caso deseje conhecer mais detalhadamente questões envolvendo biorreguladores em cultivos anuais e perenes, indicamos:

BARBOSA, L.M. **Efeitos de reguladores vegetais em algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. IAC – 17)**. 1983. 97 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1983.

CASTRO, P.R.C. **Efeitos de reguladores de crescimento em soja (*Glycine max* (L.) Merrill cv. Davis)**. 1980. 174 p. Tese (Livre Docência) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1980.

\_\_\_\_\_. **Fisiologia aplicada à cana-de-açúcar**. Piracicaba: STAB, 2016. 208 p.

CASTRO, P.R.C.; KLUGE, R.A.; PERES, L.E.P. **Manual de fisiologia vegetal: fisiologia de cultivos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2008.

CASTRO, P.R.C.; VIRGENS FILHO, A.C. Fisiologia da seringueira. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DA SERINGUEIRA NO ESTADO DE SÃO PAULO, 1986, Piracicaba. Campinas: Fundação Cargill, 1986. p. 253-270.

KRAMER, P.J.; KOZLOWSKI, T.T. **Physiology of wood plants**. New York: Academic Press, 1979. 631 p.

RENA, A.B.; MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. In: RENA, A.B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Ed.). **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFÓS, 1986. p. 13-85.

WHITWHEAD, D.; BEADLE, C.L. Physiological regulation of productivity and water use in *Eucalyptus*: a review. **Forestry Ecology and Management**, Amsterdam, v. 193, p. 113-140, 2004.

YOSHIDA, S. Rice. In: ALVIM, P.T.; KOZLOWSKI, T.T. (Ed.). **Ecophysiology of tropical crops**. New York: Academic Press, 1977. p. 57-87.

## **INFORMAÇÕES AOS AUTORES**

A Série Produtor Rural é editada desde 1997 pela Divisão de Biblioteca da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP e tem como objetivo publicar textos acessíveis aos produtores com temas diversificados e informações práticas, contribuindo para a Extensão Rural.

### **Pode publicar**

- Pesquisadores e docentes da ESALQ e CENA;
- Alunos cujos textos serão revisados por orientadores ou quem o Presidente da Comissão de Cultura e Extensão designar;
- Demais pesquisadores, porém, com a chancela da Comissão de Cultura e Extensão que avaliará os textos previamente.

### **Requisitos para publicação**

- Texto redigido em Word, com linguagem simples, acessível e didática a ser encaminhado para: [referencia.esalq@usp.br](mailto:referencia.esalq@usp.br)
- Ilustrações e figuras em alta resolução, facilitando a compreensão do texto.

**[www4.esalq.usp.br/biblioteca/publicacoes-a-venda/serie-produtor-](http://www4.esalq.usp.br/biblioteca/publicacoes-a-venda/serie-produtor-)**

### **COMO ADQUIRIR**

Para adquirir as publicações, depositar no Banco do Brasil, Agência 0056-6, C/C 306.344-5 o valor referente ao(s) exemplare(s), acrescido de R\$ 7,50 para o envio, posteriormente enviar via fax (19) 3429-4340, e-mail ou correspondência o comprovante de depósito, o(s) título(s) da(s) publicação(ões), nome e endereço completo para fazermos o envio, ou através de cheque nominal à Universidade de São Paulo - ESALQ.

Acesse nosso site

**[www4.esalq.usp.br/biblioteca](http://www4.esalq.usp.br/biblioteca)**

# Série Produtor Rural

USP/ESALQ/DIBD

A Série Produtor Rural é editada desde 1997 pela Divisão de Biblioteca da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP e tem como objetivo publicar textos acessíveis aos produtores com temas diversificados e informações práticas, contribuindo para a Extensão Rural.