

**UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**

**CAMPUS DE BOTUCATU**

**INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS**

**ÁCIDO GIBERÉLICO (GA<sub>3</sub>) NA INDUÇÃO DO FLORESCIMENTO DE  
ORQUÍDEAS**

**Jean Carlos Cardoso**

**Dissertação apresentada ao Instituto de  
Biotecnologia, Campus de Botucatu,  
UNESP, para obtenção do título de  
Mestre em Ciências Biológicas  
(Botânica), AC: Fisiologia Vegetal.**

**BOTUCATU – SP**

**-2007-**

**UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**

**CAMPUS DE BOTUCATU**

**INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS**

**ÁCIDO GIBERÉLICO (GA<sub>3</sub>) NA INDUÇÃO DO FLORESCIMENTO DE  
ORQUÍDEAS**

**JEAN CARLOS CARDOSO**

**PROF. DR. JOÃO DOMINGOS RODRIGUES  
ORIENTADOR**

**PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>. ELIZABETH ORIKA ONO  
Co-orientadora**

**Dissertação apresentada ao Instituto de  
Biociências, Campus de Botucatu,  
UNESP, para obtenção do título de  
Mestre em Ciências Biológicas  
(Botânica), AC: Fisiologia Vegetal.**

**BOTUCATU – SP**

**- 2007 -**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO  
DA INFORMAÇÃO  
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS DE BOTUCATU - UNESP  
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: SELMA MARIA DE JESUS

Cardoso, Jean Carlos.

Ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) na indução do florescimento de orquídeas /Jean Carlos  
Cardoso. – 2007.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de  
Biotecnologia de Botucatu, 2004.

Orientador: João Domingos Rodrigues

Co-orientadora: Elizabeth Orika Ono

Assunto CAPES: 20303009

1. Fisiologia vegetal

CDD 581.1

Palavras-chave: *Cattleya*; *Brassocattleya*; *Phalaenopsis*; Regulador Vegetal;  
Estresse hídrico; Indução floral.

## **AGRADECIMENTOS**

Inicio meus agradecimentos a Deus por permitir a realização deste trabalho e a conclusão de mais um passo na carreira profissional. Agradeço aos meus pais, João Batista Cardoso e Glace N. do Valle Cardoso, sempre presentes na vida pessoal e profissional, servindo como pais, amigos e conselheiros nos momentos difíceis. Agradeço ao meu irmão Jeferson T. Cardoso, minha noiva Fernanda de C. Israel e a todos os familiares e amigos que contribuíram de forma indireta no desenvolvimento de mais este trabalho.

Gostaria ainda de agradecer aos professores presentes e ocultos nesta dissertação. Agradeço aos orientadores Profs. Drs. Elizabeth Orika Ono e João Domingos Rodrigues pela paciência e tempo dedicados ao meu mestrado, a Profa. Dra. Martha Mischan que muito contribuiu para a realização das análises estatísticas, aos Profs. Drs. Norberto Silva, Armando Tavares e Carmen S. F. Boaro pela presença e tempos dedicados junto à qualificação e defesa da dissertação de Mestrado. Agradeço também a todos os professores, que na graduação me orientaram e prepararam para a realização do curso de mestrado.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b>	<b>4</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>5</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>6</b>
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA</b>	<b>8</b>
<b>3. CAPÍTULO 1</b>	
<b>3.1. Resumo/Abstract</b>	<b>15</b>
<b>3.2. Introdução</b>	<b>16</b>
<b>3.3. Material e Métodos</b>	<b>17</b>
<b>3.4. Resultados e Discussão</b>	<b>19</b>
<b>3.5. Referências</b>	<b>23</b>
<b>4. CAPÍTULO 2</b>	
<b>4.1. Resumo/Abstract</b>	<b>25</b>
<b>4.2. Introdução</b>	<b>26</b>
<b>4.3. Material e Métodos</b>	<b>27</b>
<b>4.4. Resultados e Discussão</b>	<b>28</b>
<b>4.5. Referências</b>	<b>32</b>
<b>5. CAPÍTULO 3</b>	
<b>5.1. Resumo/Abstract</b>	<b>33</b>
<b>5.2. Introdução</b>	<b>34</b>
<b>5.3. Material e Métodos</b>	<b>36</b>
<b>5.4. Resultados e Discussão</b>	<b>37</b>
<b>5.5. Referências</b>	<b>41</b>
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>43</b>
<b>7. CONCLUSÃO GERAL</b>	<b>44</b>
<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>45</b>
<b>9. ANEXOS</b>	<b>49</b>

CARDOSO, J.C. **Ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) na indução do florescimento de orquídeas.**

2007. 50p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências, UNESP - Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

**RESUMO-** A realização do trabalho objetivou desenvolver uma técnica comercial de aplicação do ácido giberélico via pulverização foliar para o controle da floração de orquídeas *Phalaenopsis*, *Cattleya* e *Brassocattleya*, além da redução do tempo para a primeira florada em *Phalaenopsis*, fatores limitantes no cultivo. Os experimentos foram realizados no Setor de Biotecnologia e Orquidicultura da Fundação Shunji Nishimura de Tecnologia, Pompéia-SP. Foram conduzidos três experimentos. Como híbridos foram utilizados *Cattleya* Ireni Holguim, *Brassocattleya* Marcela Koss, *Phalaenopsis* FSNT ‘Snow F1’ e *Phalaenopsis* FSNT ‘Dai-Itigô’. Para *C. Ireni* Holguim e *Bc. Marcela Koss* testaram-se 4 concentrações de GA<sub>3</sub> (125, 250, 500 e 1.000 mg L<sup>-1</sup>) em 4 aplicações com intervalos de 7 dias via pulverização foliar, nos meses de Outubro/Novembro para *Bc. Marcela Koss* e Janeiro/Fevereiro para *C. Ireni* Holguim, em plantas adultas, além de 2 condições hídricas (sem e com estresse hídrico). Não foi possível induzir a floração em *Cattleya* Ireni Holguim com o uso de GA<sub>3</sub>. Para *Bc. Marcela Koss*, a associação da aplicação de 250 mg L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub> e a colocação das plantas em condições de estresse hídrico induziu cerca de 83% das plantas a florescerem fora da época normal de florescimento. Na mesma concentração de GA<sub>3</sub>, porém em condições normais de irrigação, apenas 17% das plantas foram induzidas a florescer. O número e o tamanho das flores aumentaram com o aumento das concentrações de GA<sub>3</sub> utilizadas no experimento. Também se testou a utilização do ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) na indução floral fora de época e qualidade do florescimento de orquídeas adultas de *Phalaenopsis* FSNT ‘Snow F1’, híbrido de coloração branca. Foram realizadas duas e 4 aplicações de GA<sub>3</sub>, a intervalos de 7 dias nos meses de Novembro/Dezembro. O melhor resultado para a indução do florescimento ocorreu com a concentração de 125 mg L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub>, aplicado 2 vezes em plantas de *Phalaenopsis* (83% de plantas floridas). O número de flores aumentou com o aumento das doses de GA<sub>3</sub>, até a concentração de 1.000 mg L<sup>-1</sup> aplicado 2 vezes. A realização de 4 aplicações de GA<sub>3</sub> e o conseqüente aumento das concentrações do regulador vegetal nas plantas ocasionaram diminuição da qualidade das inflorescências e flores obtidas. Entre as anormalidades originárias da aplicação de concentrações elevadas de GA<sub>3</sub> estão a diminuição do tamanho das flores e pétalas e má formação das pétalas. No trabalho com plantas jovens de *Phalaenopsis* FSNT ‘Dai Itigô’, híbrido de coloração rósea foi avaliada a influência do ácido giberélico no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo deste híbrido. A aplicação do ácido giberélico foi feita via pulverização foliar nas concentrações de 125, 250, 500 e 1.000 mg L<sup>-1</sup>. O comprimento das folhas aumentou consideravelmente com o uso de GA<sub>3</sub> em baixas concentrações, porém houve diminuição do diâmetro foliar das plantas tratadas com esse regulador vegetal. A aplicação do GA<sub>3</sub> na concentração de 125 mg L<sup>-1</sup> apresentou os melhores resultados para a promoção do florescimento precoce e qualidade da floração deste híbrido de orquídea. Neste tratamento, cerca de 50% das plantas pulverizadas apresentaram floração cerca de 6-12 meses antes das plantas testemunhas. O GA<sub>3</sub> nesta concentração também promoveu aumento no número e qualidade das flores de *Phalaenopsis* FSNT ‘Dai-Itigô’.

**Palavras-chave:** *Cattleya*; *Brassocattleya*; *Phalaenopsis*; Regulador Vegetal; Estresse hídrico; Indução floral.

**CARDOSO, J.C.** Gibberellic acid in induction of blooming in orchids. 2007. 50p. Dissertation. Institute of Biosciences, UNESP, Botucatu.

**ABSTRACT-** The objective of this work was to develop a commercial technique to control blooming in orchids, via the use of foliar sprays with gibberellic acid in *Phalaenopsis*, *Cattleya*, and *Brassocattleya* orchids, in addition to reducing the time required for the first blooming in *Phalaenopsis*, which are factors that restrict growth. It was conducted three works. The influence of gibberellic acid and water stress on the induction and quality of flowering was tested in two hybrid genera of orchids, *Cattleya* and *Brassocattleya*. The experiment was conducted at the Biotechnology and Orchidculture Sector of the Shunji Nishimura Technology Foundation, in Pompéia, SP. As hybrids was use *Cattleya* Ireni Holguim, *Brassocattleya* Marcela Koss, *Phalaenopsis* FSNT ‘Snow F1’ and *Phalaenopsis* FSNT ‘Dai-Itigô’. In *C. Ireni* Holguim and *Bc. Marcela Koss*, four GA<sub>3</sub> concentrations (125, 250, 500, and 1,000 mg L<sup>-1</sup>) were tested in four applications at 7 day- intervals by foliar sprays on adult plants, in addition to two humidity conditions (with or without water stress). Applications were made in October/November in *Bc. Marcela Koss* and January/February in *C. Ireni* Holguim. It was not possible to induce flowering in *Cattleya* Ireni Holguim with gibberellic acid. In *Brassocattleya* Marcela Koss, the association between 250 mg L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> and plants grown under water stress conditions induced blooming in 83% of plants treated under adverse conditions. At the same GA<sub>3</sub> concentration, but without water stress, only 17% of the treated plants bloomed. The number and size of flowers increased as GA<sub>3</sub> concentration increased. Another objective of this work was to test the use of GA<sub>3</sub> to induce off-season flowering and improve blooming quality in adult *Phalaenopsis* FSNT ‘Snow F1’. Four GA<sub>3</sub> concentrations (125, 250, 500, and 1,000 mg L<sup>-1</sup>) in 2 and 4 applications (at 7-day intervals) were tested. Spray applications were made in the months of November/December. The best blooming induction result was obtained at 125 mg L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub>, applied twice on a white *Phalaenopsis* orchid hybrid (83% blooming plants). The number of flowers increased as GA<sub>3</sub> concentration increased, up to a concentration of 1,000 mg L<sup>-1</sup> applied twice. At 4 GA<sub>3</sub> applications, which resulted in increased plant growth regulator concentrations in the treated plants, there was a reduction in number of inflorescences as well as in flower quality. Among the observed abnormalities, flower and petal size decreased, together with petal malformations. In work with young *Phalaenopsis* FSNT ‘Dai-Itigô’ plants, a pink-colored hybrid, we also observed the influence of GA<sub>3</sub> on the vegetative and reproductive development of this hybrid. GA<sub>3</sub> was applied via foliar sprays at concentrations of 125, 250, 500, and 1,000 mg L<sup>-1</sup>. Leaf length increased with the use of low GA<sub>3</sub> concentrations, but leaf diameter decreased in plants treated with this plant growth regulator. The application of GA<sub>3</sub> at 125 mg L<sup>-1</sup> gave the best result in promoting early blooming and blooming quality in this orchid hybrid. In this treatment, about 50% of the sprayed plants bloomed 6 to 12 months earlier than control plants. At this concentration, GA<sub>3</sub> increased the number and quality of *Phalaenopsis* FSNT ‘Dai-Itigô’ flowers.

**Keywords:** *Brassocattleya*; *Cattleya*; *Phalaenopsis*; Vegetal Regulator; Water Stress; Blooming Induction

## 1- INTRODUÇÃO

Com exceção de algumas culturas como rosas e crisântemos, a produção comercial de flores no Brasil ainda pode ser considerada amadora se comparada a países como Holanda, Estados Unidos e outros. Isso se deve, em sua maior parte, pela falta de tradição no cultivo de espécies com fins ornamentais, falta de investimentos e dedicação a pesquisas aplicadas na área, subsídios para a produção, insumos agrícolas específicos e mão de obra especializada, já que a floricultura exige alto nível de tecnificação e especialização na produção.

Atender a todos esses quesitos leva tempo e recursos, muitas vezes, indisponíveis pela falta de incentivos. Além disso, a floricultura envolve muitas plantas de diferentes cultivares, espécies, gêneros e famílias, o que implica em técnicas de cultivo e exigências diversas, necessitando-se de trabalhos aplicados ao tipo de cultura que se deseja avaliar.

A floricultura brasileira vem a cada ano aumentando sua participação econômica no PIB do país. Como consequência desse aumento, outros benefícios como contratação de mão de obra, consumo de insumos agrícolas, desenvolvimento de novas tecnologias e pesquisa aplicada à floricultura vem aumentando gradativamente no Brasil, trazendo soluções sociais, econômicas, ambientais, educativas e tecnológicas positivas ao país.

A família Orchidaceae apresenta mais de 25.000 espécies e outras centenas de milhares de híbridos, originários dos mais diversos países do mundo, de locais ao nível do mar até os pontos altos de países como a Colômbia, Chile, Equador, Venezuela, Peru e outros, de pântanos a regiões áridas, de regiões extremamente quentes a locais onde a neve é comum (Suttleworth *et al.*, 1994). Todas estas diferenças levam a dificuldades em estabelecer uma técnica única de cultivo para a grande quantidade de espécies, levando à especialização dos produtores de orquídeas.

Dentre essas milhares de espécies e híbridos, muitos apresentam grande potencial e uso como ornamental e outras agradam a colecionadores no mundo inteiro, o que garante a produção e comercialização progressiva e ascendente de plantas dessa família (Silva, 1981). O Brasil detém boa parte dos recursos genéticos utilizados para aumentar a produtividade, melhorar a qualidade, além de outras características ornamentais e agrônômicas desejáveis que são favorecidas pelas condições climáticas de algumas regiões do país, reduzindo custos de produção e aumentando a produtividade. Além disso, a coincidência climática de alguns países asiáticos com o Brasil permite o cultivo de espécies comerciais e ornamentais que têm origem na Ásia.

Como exemplo, pode-se citar os gêneros *Cymbidium*, *Dendrobium* e *Phalaenopsis*, atualmente cultivados em grande parte do mundo, com grande aceitação comercial, não apenas pela beleza que cerca suas flores, mas também pela sua fácil hibridação e reprodução, diversidade de cores e durabilidade das flores, possibilitando a comercialização e o transporte a longas distâncias.

Pouco se conhece do fenômeno da floração, principalmente quanto aos aspectos fisiológicos do estímulo para a indução dessa fase crucial na produção comercial de muitas plantas ornamentais. Isso porque existem vários processos genéticos (intrínsecos) e ambientais (extrínsecos) que influenciam esse fenômeno. Para a família Orchidaceae o grande número de espécies de diferentes habitats e conseqüentemente de várias condições ambientais, os fenômenos envolvidos com a floração são diversos e envolvem respostas a temperatura, fotoperíodo, umidade, intensidade de luz e outros fatores climáticos diversos que podem atuar individualmente ou em conjunto, estimulando a conversão de gemas vegetativas em reprodutivas. Para as orquídeas, conhece-se pouco esse fenômeno e aqueles conhecidos são apenas para algumas espécies comerciais.

Alguns hormônios vegetais estão envolvidos nesse processo e a aplicação externa de produtos semelhantes como os reguladores vegetais vem sendo utilizados para induzir o florescimento em muitas espécies de plantas, incluindo, principalmente, plantas da família Araceae, nas quais o ácido giberélico supre a condição de frio necessária para que estas plantas recebam o estímulo floral. O ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) na maioria dos casos substitui os períodos prolongados de frio do qual as espécies que assim sofrem a indução recebem em seus locais de origem. A aplicação comercial dos reguladores vegetais já ocorre em várias espécies hortícolas, frutíferas e ornamentais, visando a produção de sementes e obtenção de plantas floridas fora de época, por ser de fácil aplicação e apresentando resposta satisfatória.

A aplicação, na maioria das vezes, é feita via pulverização foliar nas plantas, o que torna a técnica ainda mais viável, já que o produtor está habituado a esse tipo de aplicação, feita freqüentemente com produtos fitossanitários e fertilizantes nas plantas.

Assim, o presente trabalho objetivou cobrir uma lacuna que envolve a produção comercial de flores, o controle da indução do florescimento. Os argumentos anteriormente apresentados, embasaram o trabalho para o desenvolvimento de uma técnica de aplicação comercial para a floração de orquídeas, sem a dependência das condições climáticas ideais que, em geral, concentra o florescimento em uma determinada época do ano. Além disso, o trabalho permitirá aumentar o conhecimento

da fisiologia do florescimento e da tecnologia de aplicação de reguladores vegetais em algumas espécies e híbridos de orquídeas, técnica ainda pouco desenvolvida no Brasil, além de servir como base para futuros trabalhos com fisiologia de orquídeas e plantas de outras famílias. Para tanto, testou-se o efeito do ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) em diferentes concentrações, na indução e qualidade do florescimento de orquídeas adultas do gênero *Cattleya*, *Brassocattleya* e adultas e jovens de *Phalaenopsis*. Também, em *Cattleya* e *Brassocattleya* verificou-se a influência do estresse hídrico na indução do florescimento.

## 2 - REVISÃO DA LITERATURA

Em trabalho feito por Junqueira e Peetz (2003), analisando e comparando o mercado de flores nos anos de 2003, em relação aos de 2002 e 2001, verificaram que os resultados das exportações brasileiras de flores e plantas ornamentais estão em pleno crescimento, resultando no aumento de negócios realizados em 20,13%, totalizando em cerca de US\$ 20 milhões apenas com a exportação desses produtos.

No primeiro semestre de 2004 os valores de exportação de flores somaram US\$ 16,597 milhões, superando em 26,3% os valores obtidos no mesmo período de 2003 (Junqueira & Peetz, 2004). Os mesmos autores ainda concretizam que o mercado de mudas de flores é um dos mais promissores e responde por 48,28% do total do valor exportado, atingindo cerca de US\$ 8,013 milhões apenas nos primeiros oito meses de 2004. O Estado de São Paulo responde por cerca de 84,62% desse mercado, sendo os destinos a Holanda (45,62% do total), Itália (12,18%), EUA (11,05%) e Japão (10,54%).

Com um movimento médio da ordem de R\$ 6 milhões por mês e mais de 5 mil toneladas de produtos ofertados, o Mercado de Flores da Ceasa-Campinas vem registrando crescimento de 24% ao ano no volume de comercialização, principalmente, no setor de plantas ornamentais para jardinagem e paisagismo (CEASA Campinas, 2004).

As exportações de mudas de orquídeas acumularam vendas de US\$ 89,87 mil no primeiro semestre de 2004, com resultado superior em 106,8% aos verificados no mesmo período do ano passado. As maiores saídas de mercadorias ocorreram para os EUA (32,25%), Reino Unido (16,84%), Hong Kong (16,27%), Japão (13,74%), Alemanha (12,96%) e outros 8 países de destino. As mudas de orquídeas representam, atualmente, 0,46% das exportações (Junqueira & Peetz, 2004).

O florescimento em plantas ainda é uma incógnita em muitas espécies vegetais, sendo que o controle do florescimento depende de fatores intrínsecos e extrínsecos à planta. Na maioria dos casos, vários fatores atuam conjuntamente para que o fenômeno da floração ocorra, envolvendo diversos processos internos à planta e condições ambientais (Taiz & Zeiger, 2004).

Em muitas plantas, as giberelinas estão envolvidas na indução da floração. Segundo Cid (2000), as giberelinas são hormônios vegetais bioquimicamente caracterizados como ácidos diterpenóides tetracíclicos. As giberelinas aplicadas exogenamente promovem crescimento de pétalas e indução de floração em plantas de dias longos, sob condições de dias curtos, no entanto, o contrário não ocorre, apesar de algumas exceções.

Trabalhos com membros da família Araceae têm mostrado a indução de florescimento com a aplicação de ácido giberélico (Alamu & Macdavid, 1978; Harbagh, 1979), sendo que diversos trabalhos com diferentes espécies (*Zantedeschia sp.*, *Spathiphyllum sp.*, *Dieffenbachia sp.*) têm mostrado bons resultados com o uso desse regulador vegetal. Corr & Widmer (1987) verificaram que a imersão dos propágulos de *Zantedeschia elliottiana* e *Z. rehmannii* em solução de GA<sub>3</sub> à 500 mg L<sup>-1</sup> aumentou o número de brotos que emitiram flores e o de flores por broto emitido, entretanto, não foi possível induzir a floração com a aplicação foliar de GA<sub>3</sub>. Os autores concluem que a indução da floração ocasionada pela aplicação de GA<sub>3</sub> está relacionada à ativação da enzima  $\alpha$ -amilase que degrada e disponibiliza substrato suficiente para a promoção do florescimento.

Plantas de *Philodendron* 'Black Cardinal' foram induzidas a florescerem em condições não indutivas, com a aplicação de GA<sub>3</sub> nas concentrações de 125, 250, 500 e 1000 mg L<sup>-1</sup>, sendo que houve aumento na porcentagem de florescimento e número de inflorescências por planta com a elevação das concentrações empregadas (Chen *et al.*, 2003).

Em trabalho feito por Henny em 1980, com aplicação de ácido giberélico em *Dieffenbachia maculata* 'Perfection', realizando-se pulverização na parte de cima e de baixo das folhas com 0, 250, 500 e 1000 mg L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub> observou que, cerca de 70 dias após a aplicação, as plantas já apresentavam flores visíveis. Verificou-se também que a aplicação de GA<sub>3</sub> induziu a floração e apresentou aumento no número de inflorescências (6,6 com 250 mg L<sup>-1</sup>, 8,7 com 500 mg L<sup>-1</sup> e 9,3 com 1000 mg L<sup>-1</sup>) em relação à testemunha que não floresceu.

O florescimento em citros é promovido pela ocorrência de baixas temperaturas ou estresse hídrico, seguido pela restauração das condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento como temperaturas elevadas e precipitação adequada. Sugere-se que em citros, o florescimento possa ser controlado através da concentração de giberelinas endógenas (Monselise, 1985).

A ocorrência de baixas temperaturas e o estrangulamento do tronco elevaram o total de número de inflorescências e número de botões florais em plantas de pomelo (*Citrus grandis*). O aumento do número de inflorescências e flores foi precedido de um aumento na relação C/N das folhas de pomelo. O estrangulamento do tronco elevou os níveis de etileno endógeno, podendo este hormônio estar relacionado aos resultados obtidos (Yamanishi, 1995).

Em café (*Coffea arabica* L.) há necessidade de baixas temperaturas para que ocorra a indução de gemas florais. Porém, mesmo com baixas temperaturas não há desenvolvimento das inflorescências quando o fotoperíodo é maior que 13 horas (Drinnan & Menzel, 1995).

Em maçã foi possível induzir a produção de botões florais quando as brotações foram dobradas, causando estresse mecânico na planta o que elevou a concentração de etileno interno e diminuiu as concentrações de citocininas e o transporte de auxinas nos tecidos afetados. Os autores ainda afirmam que a formação de botões em macieira foi regulada por alguns destes hormônios vegetais analisados (Sanyal & Bangerth, 1998)

Hacket *et al.* (1974) verificaram indução de florescimento em *Pelargonium domesticum* quando as plantas eram expostas a temperaturas de 7,2°C e 540 lux (baixas temperatura e luminosidade) por seis semanas em câmara fria.

Dörr (1960), testando GA<sub>3</sub> no florescimento de várias espécies ornamentais, verificou que plantas de *Cyclamen* com menos de 1 ano de idade não respondem à aplicação do regulador vegetal. Em trabalho feito com a aplicação de GA<sub>3</sub> em seis cultivares de *Cyclamen persicum*, verificou-se de 28 a 35 dias de adiantamento na floração, incrementando a produção de flores por planta e uniformizando a floração. Foram utilizadas plantas com 20-25 cm de diâmetro, sendo que uma aplicação de 50 mg L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub> feita 65-70 dias antes da época de interesse da floração foi eficiente na indução do florescimento (Widmer *et al.*, 1974).

A aplicação foliar de poliaminas como arginina (50 mM), putrescina (10 ou 20 mM) e espermidina (10 ou 20 mM) elevaram o número de inflorescências e número de flores por broto em *Citrus sinensis*. A aplicação de 50 mM de arginina ou 20 mM de espermidina elevou significativamente a concentração de espermidina nas folhas, uma

semana após a aplicação e resultou em incremento de 42% e 87% no número de flores por árvore, respectivamente. Estes resultados foram acompanhados de redução no número de brotos vegetativos por árvore, confirmando o efeito da indução da floração pela aplicação de poliaminas (Ali & Lovatt, 1995).

Em experimento realizado por Aditya & Fordham (1995), com a aplicação de ácido giberélico e vernalização de couve-flor os autores obtiveram resultados satisfatórios no aumento de número de plantas floridas apenas quando o ácido giberélico foi aplicado a 100 mg L<sup>-1</sup> em associação com o frio (temperaturas de 10°C). A elevação da concentração de ácido giberélico para 1000 mg L<sup>-1</sup> não resultou em aumento da porcentagem de plantas floridas quando comparada à aplicação de 100 mg L<sup>-1</sup>.

Segundo Sheenan (1992), o grupo *Cattleya* se divide em dois tipos quanto ao hábito de florescimento: as do tipo *Cattleya gigas* que produzem novos brotos na primavera e florescem no verão, sendo que cada broto floresce independentemente. O segundo grupo é *Cattleya trianaei* que produz seus brotos na primavera, porém não floresce antes do outono. Nesse tempo as espatas ficam secas e todos os brotos originários florescem juntos. Essas características de floração são transmitidas para o 'offspring'. O segundo grupo pode ser manipulado fotoperiodicamente e chegam a florescer duas vezes ao ano.

Batchelor (1981) afirma que a floração em certas orquídeas é afetada pela duração da luz do dia ou fotoperíodo. O autor complementa que em algumas espécies de *Cattleya*, como em *Cattleya labiata*, *C. mossiae*, *C. trianaei* e outras a indução da floração ocorre em dias curtos e em contraste, outras como *C. dowiana*, *C. intermedia* e *C. granulosa* são consideradas por muitos, plantas de dias longos. Porém, muitas destas espécies diminuíram a floração quando submetidas a temperaturas noturnas acima de 18°C. Temperatura mínima noturna de 13°C foi freqüentemente necessária para a maioria das plantas florescerem. A indução da floração em orquídeas, independentemente da temperatura ainda não é bem conhecido. A maioria das orquídeas ainda não foi estudada quanto aos aspectos que envolvem a floração, entretanto, uma grande quantidade de híbridos parece ser de dias neutros, florescendo sem a influência do comprimento do dia ou da noite (Batchelor, 1981).

Algumas orquídeas testadas, insensíveis ao comprimento do dia, foram encontradas respondendo a baixas temperaturas, florescendo após serem expostas a temperaturas noturnas iguais ou abaixo de 13°C, sendo que as espécies de *Paphiopedilum* têm sido incluídas nessa categoria (Rotor & Gavino, 1959; Arditti, 1966, 1967).

Trabalhos relatam o efeito da intensidade de luz na floração, sendo que baixas intensidades acarretam floração de baixa qualidade e o aumento dessa, incrementa a floração (Arditti, 1966, 1967; Batchelor, 1981).

Segundo Wang (2000), as espécies e híbridos de *Phalaenopsis* necessitam de um período de 3 a 5 semanas de exposição a queda de temperatura, de 25°C para 15°C para iniciar a emissão das inflorescências. Entretanto, a aplicação externa de GA<sub>3</sub> em *Phalaenopsis* no verão não resulta em sucesso para a floração, pois não há formação de botões florais. Wang (2000) ainda observou que a aplicação de benzilaminopurina (BAP) ou uma mistura de citocinina e GA<sub>4+7</sub> não resultou em indução de florescimento em *Phalaenopsis*. Já Chen *et al.* (1997) relataram que é possível induzir florescimento em *Phalaenopsis* com a aplicação de GA<sub>3</sub>, mesmo em condições de temperaturas desfavoráveis ao florescimento.

Chen & Chang (1997) induziram o florescimento de *Phalaenopsis* Leda com a aplicação de ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) em condições de temperaturas elevadas, não indutivas. Os autores verificaram ainda que, para a obtenção de flores de melhor qualidade em temperaturas elevadas, foi necessário aplicar benziladenina (BA) alguns dias após a aplicação de GA<sub>3</sub>.

Orquídeas do gênero *Cymbidium* necessitam de baixas temperaturas durante certo tempo para iniciarem a floração. O tratamento com refrigeração (16-18°C) induz o florescimento de muitas espécies e híbridos desse gênero. Na Flórida tem se trabalhado com espécies de *Cymbidium* de fácil floração e adaptadas ao clima da região (32-37°C dia e 22-24°C noite), reduzindo os custos de produção (Dubois, 1984).

O florescimento de *Phalaenopsis* é consequência da condição de estresse causada usualmente pela estação do ano, envolvendo condições de luminosidade, temperatura e outras influências externas, onde elevações ou quedas de luminosidade, temperatura e combinações das duas ocasionam o florescimento. A exposição ao frio é necessária para que muitas espécies deste gênero possam florescer. Nos EUA, o florescimento de *Phalaenopsis* ocorre no período compreendido entre as estações de verão e outono quando as temperaturas começam a reduzir e em locais de clima tropical, o início da indução ocorre quando a temperatura do ar noturna diminui para 15°C ou menos (Gordon, 1989). O mesmo autor afirma que a indução de floração em *Phalaenopsis* envolve a manipulação da luz, temperatura, umidade, fertilização, circulação de ar e replantio. O aumento da intensidade de luz em 25-40%, redução da temperatura para 14-15°C, redução na quantidade de umidade do ar e irrigação, redução

da quantidade de adubação nitrogenada e incremento de fósforo e aumento na circulação de ar são fatores que induzem a floração de plantas de *Phalaenopsis*.

Segundo Northen (1973), algumas espécies de orquídeas são induzidas à floração por diferenças climáticas drásticas durante as estações e outras preferem situações mais constantes. Em algumas espécies de *Cattleya* os primórdios florais são formados quando os pseudobulbos estão na metade do seu total desenvolvimento e em outras quando esse atinge o seu tamanho total. A resposta à floração vem com uma combinação de fatores climáticos, como comprimento do dia e temperatura, sendo que alterações no fotoperíodo em particular podem ocasionar ou prevenir o florescimento. *Cattleya labiata* inicia sua floração em junho (primórdios florais), mas o desenvolvimento da inflorescência é impedido pelo contínuo aumento do comprimento do dia e pelas noites quentes de verão nos EUA e as gemas permanecem dormentes até o outono, período de florescimento, ocasionado pelos dias curtos e temperaturas frias. O mesmo autor relata sobre a possibilidade de se criar condições artificiais para adiantar o florescimento desta espécie em alguns meses e afirma que os híbridos originários da espécie *Cattleya labiata* recebem esta herança genética, sendo portanto, o florescimento controlado pela estação do ano. Porém, o controle em outras espécies de *Cattleya* não é simples e o esforço, muitas vezes, resulta apenas em florescimento imprevisível.

Em experimento com *Phalaenopsis* híbrido branco, houve influência da idade da planta, temperatura e comprimento do dia para a emergência da inflorescência. Nas plantas jovens e adultas cultivadas a 23°C, houve 27% e 54% de florescimento em plantas cultivadas sob condições de fotoperíodo longo e 46% e 75% de florescimento naquelas cultivadas em condições de fotoperíodo curto (8 horas de luz), respectivamente. Em condições de temperaturas elevadas, a 28°C não houve florescimento (Yoneda *et al.*, 1991).

Caster (1926), em trabalho com florescimento de *Dendrobium crumenatum*, relatou que a repentina queda na temperatura foi necessária para induzir o florescimento desta espécie. Entretanto, na natureza o florescimento ocorre na maioria dos casos em um período de chuvas e alterações na umidade do ar.

Kuijper (1933) verificou que a queda na temperatura de 4°C foi o bastante para induzir o florescimento em *Dendrobium crumenatum* e que o estímulo ocorre durante a exposição a essa temperatura por apenas algumas horas.

Orquídeas da espécie *Cymbidium niveo-marginatum* cultivadas *in vitro* e obtidas a partir de calos, floresceram quando houve redução na concentração de nitrogênio do meio de cultura, associado ao aumento de fósforo, aplicação de BAP e corte das raízes,

ocorrendo indução do florescimento nestas condições de cultivo, mostrando que mesmo em tecidos juvenis é possível induzir o florescimento, quando as condições nutricionais, hormonais e fisiológicas das plantas são ideais. Também foi possível induzir o florescimento em plantas de *Cymbidium ensifolium* var. *misericors* cultivadas *in vitro*, quando se empregou no meio de cultura elevadas doses de citocininas como o BAP, isopentil-adenina (2-ip) e thidiazuron (TDZ) (Chang & Chang, 2003).

Em *Phalaenopsis* Pink Leopard ‘Petra’ cultivado *in vitro*, a aplicação de BAP em concentrações elevadas, cerca de 10 vezes a recomendada no meio de cultura, induziu o florescimento em cerca de 75% do total das plantas cultivadas nestas condições (Duan & Yazawa, 1995).

### 3 - CAPÍTULO 1

## Ácido giberélico na indução do florescimento de orquídea *Phalaenopsis*

Jean C. Cardoso<sup>1</sup>; Elizabeth O. Ono<sup>2</sup>; João D. Rodrigues<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Setor de Biotecnologia e Orquidicultura – Fund. S. Nishimura de Tecnologia- CP 72, Pompéia, SP, [jcagrotech@nishimura.com.br](mailto:jcagrotech@nishimura.com.br); <sup>2</sup> Departamento de Botânica – IBB – Unesp de Botucatu, SP, [eoono@ibb.unesp.br](mailto:eoono@ibb.unesp.br).

#### RESUMO

O presente trabalho objetivou testar a utilização do ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) na indução floral fora de época e qualidade do florescimento de orquídeas *Phalaenopsis* FSNT ‘Snow F1’, híbrido de coloração branca, adultas com 3,5 anos de idade. O experimento foi realizado no Setor de Biotecnologia e Orquidicultura da Fundação Shunji Nishimura de Tecnologia, Pompéia, SP. Testaram-se 4 concentrações de ácido giberélico (125, 250, 500 e 1000 mg L<sup>-1</sup>) feitas 2 e 4 vezes via pulverização, com intervalos de 7 dias. As aplicações foram feitas nos meses de Novembro e Dezembro. O melhor resultado para a indução do florescimento, 83% de plantas floridas, ocorreu com a concentração de 125 mg L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub>, aplicado 2 vezes em plantas de *Phalaenopsis* FSNT ‘Snow F1’, híbrido de coloração branca. O número de flores aumentou com o aumento das doses de GA<sub>3</sub>, até a concentração de 1.000 mg L<sup>-1</sup> aplicado 2 vezes. A realização de 4 aplicações de GA<sub>3</sub> e o conseqüente aumento das concentrações do regulador vegetal diminuíram a qualidade das inflorescências e das flores obtidas. Entre as anormalidades originárias da aplicação de concentrações maiores de GA<sub>3</sub> estão a diminuição do tamanho das flores e das pétalas e forma inadequada das pétalas.

**Palavras-chave:** *Phalaenopsis*, giberelina, pulverização, flores

#### ABSTRACT

**Gibberellic acid in the floral induction of *Phalaenopsis* orchid** - The objective of present work it was test the use of gibberellic acid (GA<sub>3</sub>) in out-time floral induction and quality of blooming of adult *Phalaenopsis* FSNT ‘Snow F1’ orchid, with 3,5 years age. The experiment it was realize in the Biotechnology and Orchidculture Sector of Shunji Nishimura Technology Foundation, Pompéia, SP. It was test 4 concentrations of gibberellic acid (125, 250, 500 and 1.000 mg L<sup>-1</sup>) applied 2 and 4 times way pulverization, with 7 days of interval. The applications were make in the months of November and December. The best result for blooming, 83% of blooming plants

induction, happened with 125 mg L<sup>-1</sup> concentration of GA<sub>3</sub>, applied for 2 times in white hybrid of *Phalaenopsis* orchid. The number of flowers increased with the elevation of GA<sub>3</sub> concentration, to a concentration of 1.000 mg L<sup>-1</sup> applied for 2 times. The use of 4 applications of GA<sub>3</sub> and the consequent elevation of concentration of the vegetal regulator in treated plants, caused reduction of inflorescences and flowers quality. Among the abnormalities it was the reduction of flowers and petals and badly-formation of petals.

**Key-words:** *Phalaenopsis*, gibberellins, pulverization, flowers

## INTRODUÇÃO

A floricultura brasileira vem a cada ano aumentando sua participação econômica no PIB do país. Como consequência disso, outros benefícios como contratação de mão de obra, consumo de insumos agrícolas, desenvolvimento de novas tecnologias e pesquisa aplicada à floricultura vem aumentando gradativamente no Brasil, trazendo soluções sociais, econômicas, ambientais, educativas e tecnológicas positivas ao país. As orquídeas apresentam aumento na comercialização acima de 100% por ano e com interesse do mercado externo, um setor em plena expansão (Junqueira & Peetz, 2004).

A família Orchidaceae compreende mais de 30.000 espécies espalhadas por todo o mundo e mais de 100.000 híbridos produzidos naturalmente e com auxílio do homem (Suttleworth et al., 1994). Dentre as variedades requisitadas pelo mercado estão os gêneros *Cattleya*, *Laelia*, *Phalaenopsis*, *Oncidium*, *Cymbidium*, *Dendrobium* e seus inúmeros híbridos (Silva, 1981).

A grande variabilidade genética das orquídeas não permite o estabelecimento de uma única técnica que seja eficiente para muitas espécies, sendo necessário trabalhar com grupos de plantas botanicamente semelhantes. Poucos são os trabalhos dedicados a estudar as exigências nutricionais e de cultivo do topo da cadeia evolutiva das plantas superiores. Os fatores que influenciam no florescimento também são pouco conhecidos, principalmente quanto ao estímulo da floração.

Simão (1998) afirma que o período de florescimento tem início quando o meristema apical, em vez de produzir folhas, passa a produzir flores.

As giberelinas são hormônios vegetais bioquimicamente caracterizados como ácidos diterpenóides tetracíclicos e quando aplicadas exogenamente, através de reguladores vegetais, promovem o crescimento de pétalas e induzem floração em

plantas de dias longos sob condições de dias curtos, no entanto, o contrário não ocorre, apesar de algumas exceções (Cid, 2000).

Diversos experimentos demonstram a influência da temperatura na síntese de GA<sub>3</sub> em diferentes espécies de plantas, sendo que temperaturas baixas favorecem o acúmulo de giberelinas nas plantas, principalmente, naquelas que apresentam órgãos de reserva. O GA<sub>3</sub> por consequência é um ativador de enzimas como a  $\alpha$ -amilase que degradam as moléculas de amido, aumentando a relação C/N dentro das plantas e levando-as à indução do florescimento (Davies, 1995). Na ausência de frio, o ácido *ent*-caurenóico é acumulado em grandes quantidades nos ápices caulinares, local onde também ocorre a percepção do estímulo ao frio. Após a realização de um tratamento com frio e o retorno para temperaturas elevadas, o ácido *ent*-caurenóico é convertido em GA<sub>9</sub>, giberelina mais ativa no estímulo da resposta ao florescimento (Taiz & Zeiger, 2004).

Plantas de *Philodendron* 'Black Cardinal' foram induzidas a florescerem em condições não indutivas, com a aplicação de GA<sub>3</sub> nas concentrações de 125, 250, 500 e 1.000 mg L<sup>-1</sup>, sendo que houve aumento na porcentagem de florescimento e número de inflorescências por planta, com o aumento das concentrações empregadas (Chen et al., 2003).

Segundo Wang (2000), as espécies e híbridos de *Phalaenopsis* necessitam de um período de 3 a 5 semanas de exposição a queda de temperatura, de 25°C para 15°C para iniciar a emissão das inflorescências. Entretanto, o autor relata que a aplicação externa de GA<sub>3</sub> em *Phalaenopsis* no verão, para induzir a emissão de inflorescências não resultam em sucesso, pois não há formação de botões florais. Já Chen et al. (1997) relataram que é possível induzir o florescimento em *Phalaenopsis* com a aplicação de GA<sub>3</sub>, mesmo em condições de temperaturas elevadas e desfavoráveis a emissão de flores.

Assim, o objetivo do trabalho foi verificar a influência de doses e número de aplicações de ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) na indução do florescimento e qualidade das flores de plantas adultas de orquídeas *Phalaenopsis* FSNT 'Snow F1', híbrido de coloração branca em condições de temperaturas elevadas, época desfavorável ao florescimento.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido junto ao orquidário da Fundação Shunji Nishimura de Tecnologia, localizada no município de Pompéia-SP nos anos de 2005 e 2006.

Utilizou-se como material vegetal, plantas adultas de *Phalaenopsis* FSNT ‘Snow F1’, híbrido de coloração branca, que já haviam florido pelo menos uma vez em seu ciclo de cultivo e com 3,5 anos de idade. As mudas foram provenientes do laboratório de cultura de tecidos, sendo plantas originárias de sementes de um mesmo cruzamento.

A seleção das plantas para o experimento foi realizada na época de floração anterior à aplicação do GA<sub>3</sub>, selecionando-se plantas com floração uniforme e com qualidade para o comércio de flores, com o objetivo de uniformizar o lote utilizado no experimento quanto aos aspectos genéticos da floração. As plantas selecionadas foram cultivadas em estufas agrícolas, em condições de cultivo adequadas. O sombreamento utilizado foi de 80%, a irrigação foi intercalada com intervalos de 2 dias e feita através de microaspersores e a fertilização das plantas consistiu no uso 1g L<sup>-1</sup> das fórmulas Yogen® n°3 N-P-K, 20-10-10 e Ouro Verde® N-P-K 15-15-20, feitas semanalmente e intercaladas na irrigação, mantendo-se constantes, durante todo o experimento.

Como tratamentos foram utilizadas a testemunha e 4 concentrações de GA<sub>3</sub> (125; 250; 500 e 1.000 mg L<sup>-1</sup>) e 2 frequências de aplicações, 2 e 4 vezes, sendo o intervalo entre as aplicações de 7 dias, totalizando 10 tratamentos dispostos em blocos ao acaso e em esquema fatorial 5x2. No experimento foram utilizados 3 blocos com 2 plantas cada, totalizando 6 plantas por tratamento. O período compreendido do experimento entre a realização das aplicações, coleta e análise dos resultados do experimento foi de 12 meses.

O produto utilizado foi o ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) com mínimo de 95% de pureza. O produto foi diluído em 4 mL de álcool hidratado 92,8°GL e nesta solução foram adicionados 1 mL de Tween 20® (Monolaurato de Sorbitan Etoxilado – surfatante não iônico) por litro de solução, antes de se completar a solução com água. As testemunhas foram tratadas com água, mais Tween 20® à 0,1%.

As pulverizações foram feitas em Novembro e Dezembro de 2005, no período da manhã, entre as 7:00 e 8:00h, momento em que a umidade relativa do ar é mais alta, favorecendo a absorção do produto. Para a pulverização foliar foi utilizado pulverizador costal de 20 L marca Jacto®, acoplado com bico tipo cônico X2. No momento da aplicação, as plantas que receberam a pulverização foram separadas das demais para evitar contaminação com resíduos. Foram aplicadas em ambas as faces das folhas, cerca de 50 mL da solução por planta, havendo escorrimento do produto para as raízes.

Para a avaliação do efeito do regulador vegetal (GA<sub>3</sub>) foram analisados vários aspectos da produção de flores, como a porcentagem de florescimento, o número de inflorescências e flores obtidas, o diâmetro de flores e pétalas das plantas analisadas

(cm) e a presença de defeitos, sendo as flores classificadas quanto à qualidade em boa, com atribuição de nota 3, regular, designada como nota 2 e, finalmente ruim, com atribuição de nota 1 (Figura 2).

Os resultados foram submetidos à análise de variância do fatorial (teste F), sendo as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade para diâmetro de flores e pétalas e realizada análise de regressão para porcentagem de florescimento e número de flores para efeitos das doses de ácido giberélico. O programa utilizado foi o SAS para a realização das análises estatísticas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade não se observaram diferenças entre as médias obtidas no experimento e para a análise de regressão não houve significância para a comparação de doses e número de aplicações de GA<sub>3</sub> e a taxa de florescimento obtida (Figura 1). No entanto, através dos dados biológicos percebe-se a importância do GA<sub>3</sub> para a floração desta orquídea.

Para a taxa de florescimento houve elevação na porcentagem de plantas floridas em todas as concentrações utilizadas de GA<sub>3</sub>, sendo o melhor resultado obtido na aplicação de 125 mg L<sup>-1</sup> por 2 vezes na planta, induzindo 83,0% das plantas submetidas a aplicação a florescerem em comparação a 17,0% da testemunha (Figura 1). A elevação das concentrações acima de 125 mg L<sup>-1</sup> ou do número de aplicações de GA<sub>3</sub> diminuiu a porcentagem de florescimento desta orquídea, ficando esta entre 30 e 50% de plantas floridas por tratamento, mesmo assim, acima da taxa de florescimento da testemunha (17%).

Chen et al. (1994) verificaram que plantas de *Phalaenopsis amabilis*, espécie que deu origem a todos os híbridos brancos comercializados atualmente foram induzidas a florescerem quando foi aplicado GA<sub>3</sub> em condições não indutivas, 30°C dia/25°C noite.

O número de inflorescências não variou com os tratamentos, mantendo-se 1 inflorescência por planta em todos os tratamentos realizados, inclusive nas plantas testemunhas que floresceram. Já o número de flores variou com as doses de GA<sub>3</sub> aplicadas, sendo que para 2 aplicações de GA<sub>3</sub> houve incremento no número de flores por planta com o aumento das concentrações de GA<sub>3</sub> empregadas (Tabela 1). Com o uso de 4 aplicações do ácido giberélico houve aumento no número de flores na concentração de 125 mg L<sup>-1</sup> (12,5 flores planta<sup>-1</sup>) e a partir de 250 mg L<sup>-1</sup>, ocorreu redução do número

de flores em relação à concentração anterior. A testemunha apresentou média de 9,5 flores planta<sup>-1</sup>.

Os hormônios vegetais são substâncias orgânicas que atuam na expressão genética das plantas. A aplicação dos reguladores vegetais, exogenamente e em concentrações adequadas, auxilia na expressão do máximo potencial genético das plantas, quando os hormônios estão em baixas concentrações devido a fatores diversos do ambiente de cultivo. Assim, o aumento gradativo do número de flores por planta com o aumento das concentrações de GA<sub>3</sub> no experimento, revelam a expressão do potencial genético das plantas de *Phalaenopsis* híbrido tratadas com este regulador vegetal. Porém, doses elevadas podem levar a efeitos inadequados as plantas, o que pode explicar a redução do número de flores com o uso de 4 aplicações do GA<sub>3</sub> em doses acima de 125 mg L<sup>-1</sup>. Também as inflorescências foram alongadas excessivamente nas doses acima descritas, passando de 100cm, com perda da qualidade visual das plantas (Tabela 1).

A qualidade das flores de *Phalaenopsis* FSNT 'Snow F1' foi influenciada pelas concentrações e número de aplicações do ácido giberélico (Figura 2). A realização de 2 aplicações de GA<sub>3</sub> levou a uma leve redução no diâmetro das flores até a concentração de 500 mg L<sup>-1</sup>, porém não afetando a qualidade visual do conjunto floral, voltando a se elevar a partir da concentração de 1000 mg L<sup>-1</sup>. Ao contrário, com a utilização de 4 aplicações de GA<sub>3</sub>, o tamanho das flores aumentou com a elevação da concentração de GA<sub>3</sub> até 500 mg L<sup>-1</sup> (Tabela 1). A largura das pétalas foi reduzida com a aplicação de GA<sub>3</sub>, seja este aplicado em concentrações baixas ou mais elevadas quando comparado à testemunha. No entanto, até a concentração de 500mg L<sup>-1</sup> feita em 2 aplicações, não houve diminuição da qualidade visual das flores. Ao contrário, com 4 aplicações, mesmo as doses mais baixas afetaram a qualidade das flores obtidas. Esses resultados mostram um efeito causado pelo GA<sub>3</sub> para a floração de orquídeas, que é o alongamento dos órgãos das plantas, sendo que neste caso as pétalas e sépalas das flores, principalmente quando o GA<sub>3</sub> foi utilizado em altas concentrações, como no caso do uso de 4 aplicações, onde houve em média, manutenção do tamanho das flores com redução da largura das pétalas, implicando em flores de baixa qualidade para o mercado.

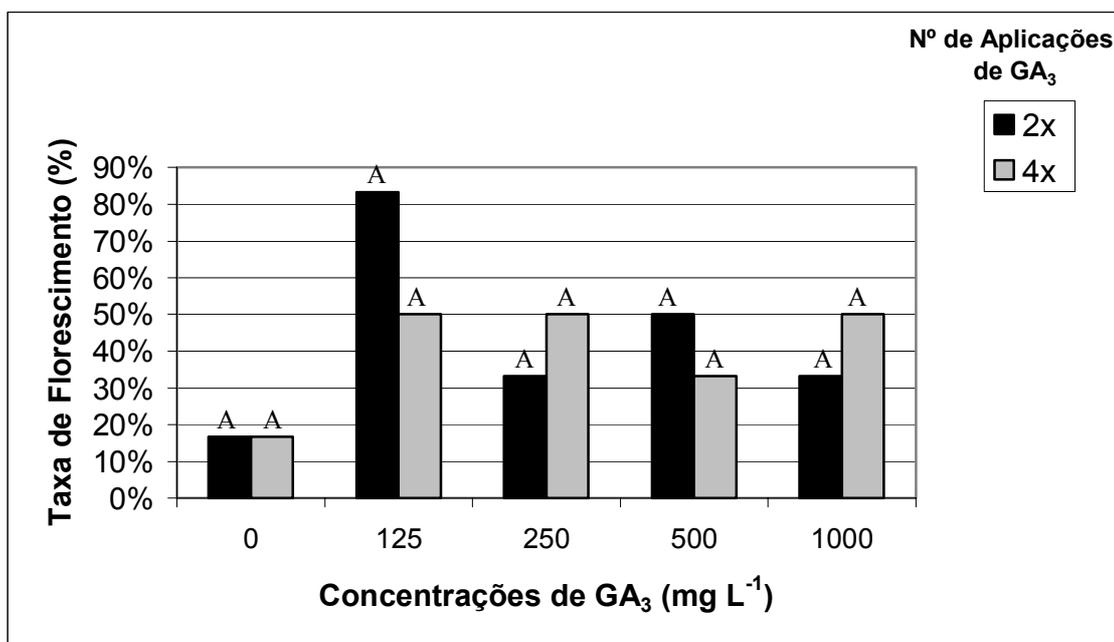
No caso de *Phalaenopsis*, o tamanho das flores e a largura das pétalas são de grande importância na seleção de materiais com floração de boa qualidade, sendo aqueles com formato mais próximo do circular (comprimento=largura) os que apresentam maior impacto visual e, conseqüentemente, melhor qualidade de flores para o comércio. Plantas com pétalas finas e/ou curtas são consideradas de baixa qualidade,

sendo comercializadas a preços mais baixos. Outro fator relacionado ao desenvolvimento inadequado das flores são as temperaturas elevadas naturais do verão. Chen et al. (1997) verificaram a necessidade de aplicação de benziladenina em adição ao GA<sub>3</sub> para o desenvolvimento adequado das flores nesse período. Foi verificado que, apesar da indução do florescimento pelo GA<sub>3</sub>, as temperaturas elevadas na época de desenvolvimento das flores ocasionavam defeitos graves na qualidade das flores. Apenas com a aplicação de baixas concentrações de benziladenina foi possível obter flores com a mesma qualidade daquelas que florescem naturalmente no outono e inverno.

O ácido giberélico aplicado 2 vezes intercaladas via pulverização a 125mg L<sup>-1</sup> induziu a floração de *Phal.* FSNT ‘Snow F1’, sem alterar praticamente o número de flores obtidas por inflorescência e mantendo a qualidade de floração desejada para o comércio de híbridos deste gênero. O trabalho com este híbrido de *Phalaenopsis* permitiu conhecer melhor os aspectos envolvidos na floração deste gênero de orquídeas e proporcionou uma técnica de fácil aplicação no cultivo, para a indução da floração em condições não indutivas de florescimento.

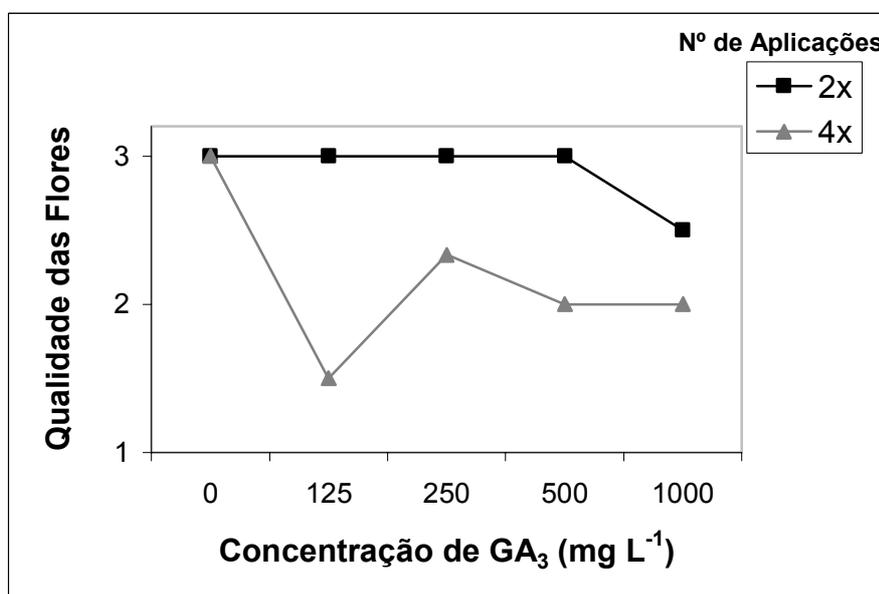
**Tabela 1.** Número de flores planta<sup>-1</sup> e comprimento da inflorescência (cm) em orquídeas *Phalaenopsis* FSNT ‘Snow F1’, híbrido branco, tratadas com diferentes concentrações de GA<sub>3</sub> e dois números de aplicações, 2 e 4 vezes.

Concentração de GA <sub>3</sub> (mg L <sup>-1</sup> )	Nº de Flores Planta <sup>-1</sup>		Diâmetro Flores (cm)		Diâmetro de Pétalas (cm)	
	2x	4x	2x	4x	2x	4x
<b>0</b>	9,5	9,5	11,5	11,5	7,1	7,1
<b>125</b>	9,2	12,5	10,7	11,4	6,3	6,5
<b>250</b>	10,5	10,3	10,9	11,7	6,8	6,6
<b>500</b>	10,5	9,0	10,6	11,8	6,7	6,7
<b>1000</b>	13,0	7,5	11,0	11,2	6,6	6,0
<b>F (Concentrações de GA3)</b>	1,81ns		1,16ns		1,84ns	
<b>F (Nº Aplicações)</b>	0,28ns		0,06ns		0,01ns	
<b>F (Interação)</b>	0,42ns		0,42ns		0,70ns	



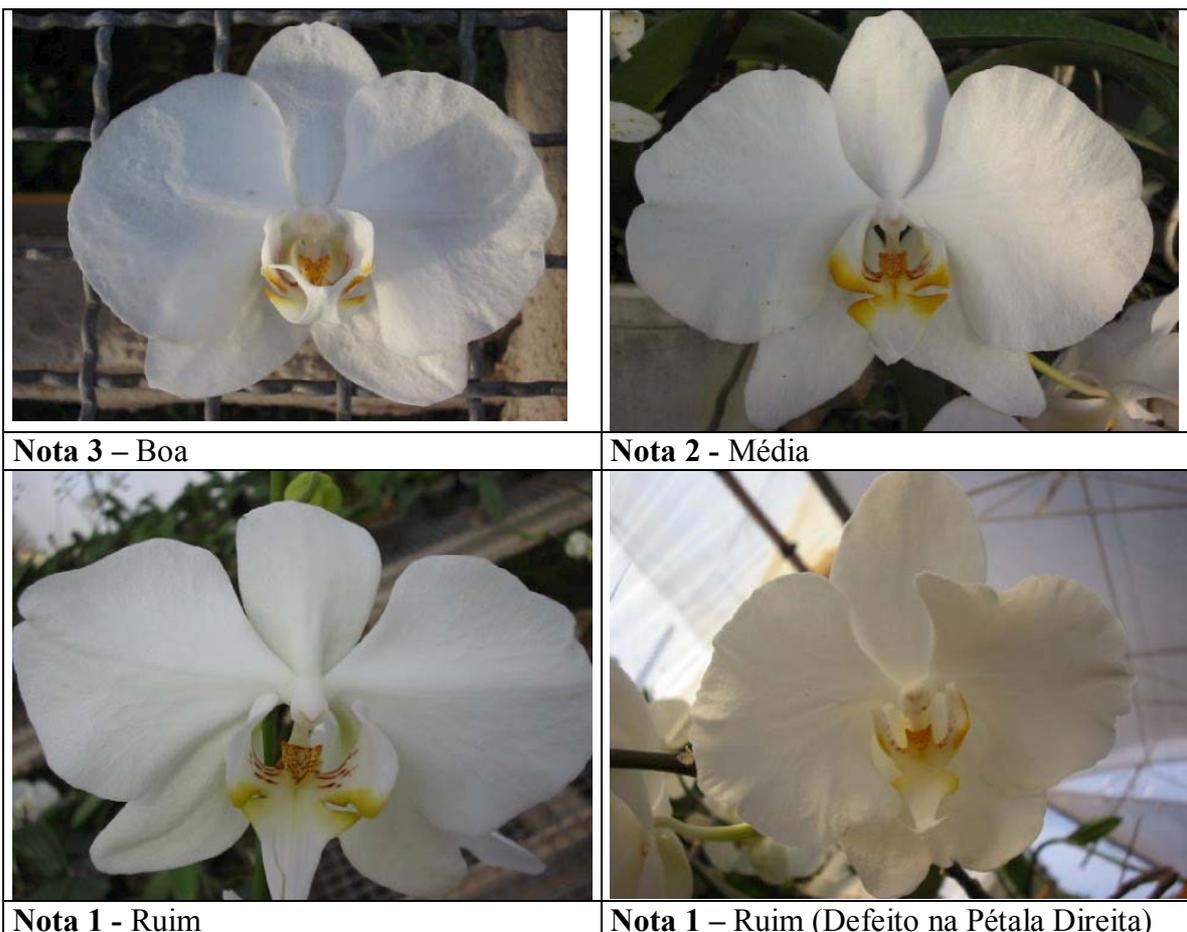
F(concentrações de GA<sub>3</sub>)=2,00    F(nº de aplicações)=0,09    F(conc.x nºaplic.)=0,76

**Figura 1-** Taxa de florescimento de plantas de *Phalaenopsis* híbrido de coloração branca em diferentes concentrações de GA<sub>3</sub>, aplicadas via pulverização foliar. Pompéia, maio/2007.



Notas Atribuídas	Características Morfológicas das Flores
3 Qualidade Boa	Tamanho de flores e pétalas proporcionais, sem defeitos de formação e bom aspecto visual
2 Qualidade Média	Tamanho de flores e pétalas proporcionais, com pétalas levemente alongadas e/ou defeitos leves de formação
1 Qualidade Ruim	Tamanho de flores e pétalas desproporcionais, com

	pétalas alongadas e finas e/ou defeitos graves de formação
--	--



**Nota 3 – Boa** **Nota 2 - Média**  
**Nota 1 - Ruim** **Nota 1 – Ruim (Defeito na Pétala Direita)**

**Figura 2-** Qualidade das flores de plantas de *Phalaenopsis* FSNT ‘Snow F1’, híbrido de coloração branca, em diferentes concentrações de GA<sub>3</sub> aplicada via pulverização foliar. Pompéia, maio/2007.

## REFERÊNCIAS

- CHEN, W.S.; LIU, H.Y.; LIU, Z.H.; YANG, L.; CHEN, W.H. Gibberellin and temperature influence carbohydrate content and flowering in *Phalaenopsis*. **Physiol. Plant.**, v.90, p.391-395, 1994.
- CHEN, W.S.; CHANG, H.W.; CHEN, W.H.; LIN, Y.S. Gibberellic acid and cytokinin affect *Phalaenopsis* flower morphology at high temperature. **Hortscience**, v.32 (6), 1069-1073, 1997.
- CHEN, J., HENNY, R.J., MCCONNELL, D.B., CALDWELL, R.D. Gibberellic Acid affects growth and flowering of *Philodendron* ‘Black Cardinal’. *Plant Growth Regulation*, v.41, p.1-6, 2003.

- CID, L.P.B. *Introdução aos hormônios vegetais*. Brasília- EMBRAPA- Recursos Genéticos e Biotecnologia, 180p. 2000.
- DAVIES, P.J. *Plant hormones: Physiology, Biochemistry and Molecular Biology*. 2ª Edithion, Kluwer Academic Publishers, 833p., 1995.
- JUNQUEIRA, A.H.; PEETZ, M.S. *Análise conjuntural das Exportações de flores e plantas ornamentais do Brasil*. [www.ibraflor.com.br](http://www.ibraflor.com.br). 2004.
- SILVA, W. *Cultivo de Orquídeas no Brasil*. Editora Nobel. 6ª ed. 96 p. 1981.
- SUTTLEWORTH, F.S., ZIM, H.S., DILLON, G.W. *Orquídeas: Guia dos orquidófilos*. Ed. Expressão e Cultura, Rio de Janeiro-RJ, 158 pág., 1994.
- WANG, Y.T. Gibberellic Acid on *Phalaenopsis*. *Am. Orchid Soc. Bulletin*, v.64, 7, p.744-745, 1995.

## 4 - CAPÍTULO 2

### Ácido giberélico no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo de orquídea híbrida *Phalaenopsis*

Jean Carlos Cardoso<sup>1</sup>; Elizabeth Orika Ono<sup>2</sup>; João Domingos Rodrigues<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Setor de Biotecnologia e Orquidicultura – Fund. S. Nishimura de Tecnologia- CP 72, Pompéia, SP, [jcagrotech@nishimura.com.br](mailto:jcagrotech@nishimura.com.br); <sup>2</sup> Departamento de Botânica – IB – Botucatu – UNESP, [eoono@ibb.unesp.br](mailto:eoono@ibb.unesp.br)

#### RESUMO

Verificou-se no presente trabalho a influência do ácido giberélico no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo de plantas jovens de *Phalaenopsis* FSNT ‘Dai Itigô’, híbrido de coloração rósea. A aplicação do ácido giberélico foi feita em Novembro e Dezembro de 2005 através de 2 pulverizações foliares nas concentrações de 125, 250, 500 e 1.000 mg L<sup>-1</sup>. O comprimento das folhas aumentou com o uso de GA<sub>3</sub> em baixas concentrações, porém houve diminuição do diâmetro foliar das plantas tratadas com esse regulador vegetal. A aplicação do GA<sub>3</sub> na concentração de 125 mg L<sup>-1</sup> apresentou os melhores resultados para a promoção do florescimento precoce e qualidade da floração deste híbrido de orquídea. Neste tratamento, cerca de 50% das plantas pulverizadas apresentaram floração cerca de 6-12 meses antes da floração das plantas testemunhas. O GA<sub>3</sub> nesta concentração também promoveu aumento no número e qualidade das flores de *Phalaenopsis*.

**Palavras-chave:** *Phalaenopsis*; plantas jovens; parte aérea; precocidade; florescimento; qualidade.

#### ABSTRACT

**Gibberellic acid in the vegetative and reproductive development of *Phalaenopsis* orchid hybrid** - It was verify at present work the influence of gibberellic acid in vegetative and reproductive development of juvenile plants of *Phalaenopsis* FSNT ‘Dai-Itigô’, a pink colored hybrid. The application of gibberellic acid was make in November and December of 2005 way 2 foliar pulverizations at concentrations of 125, 250, 500 and 1.000 mg L<sup>-1</sup>. The length of leafs increased with the use of low concentrations of GA<sub>3</sub>, but it had reduction of foliar diameter of treated plants with this

vegetal regulator. The application of GA<sub>3</sub> at 125 mg L<sup>-1</sup> was the best result for the early blooming promotion and quality of blooming of this orchid hybrid. In this treatment, about 50% of sprayed plants, blooming 6 to 12 months early than control plants. The GA<sub>3</sub> in this concentration increased the number and the quality of flowers of *Phalaenopsis*.

**Key words:** *Phalaenopsis*; juvenile plants; development; precocious; blooming; quality

## INTRODUÇÃO

Dentre as dezenas de milhares de espécies e híbridos de orquídeas, muitos apresentam aspecto ornamental e outras milhares agradam a colecionadores no mundo inteiro, o que garante a produção e comercialização ascendente de plantas da família Orchidaceae (Suttleworth *et al.*, 1994)

A semelhança climática de alguns países asiáticos com o Brasil permite o cultivo de espécies com interesses comerciais e ornamentais que tem seu centro de origem na Ásia. Como exemplo, podem ser citados os gêneros *Cymbidium*, *Dendrobium* e *Phalaenopsis*, atualmente cultivados em grande parte do mundo, com grande aceitação comercial, não apenas pela beleza que cerca suas flores, mas também pela sua fácil hibridação e reprodução, diversidade de cores e durabilidade das flores, possibilitando a comercialização e o transporte a longas distâncias.

As giberelinas são hormônios vegetais bioquimicamente caracterizados como ácidos diterpenóides tetracíclicos. As giberelinas aplicadas exogenamente promovem o crescimento de pétalas e induz a floração em plantas de dias longos, sob condições de dias curtos, no entanto o contrário não ocorre, apesar de algumas exceções (Cid, 2000).

O ácido giberélico promove o crescimento das células através da degradação de substâncias da parede celular pela ativação de enzimas hidrolíticas (Taiz & Zeiger, 2004).

Em experimento com *Phalaenopsis* híbrido branco, houve influência da idade da planta, temperatura e comprimento do dia na época para emergência da inflorescência. Em plantas jovens e adultas cultivadas a 23°C, houve 27% e 54% de florescimento em plantas cultivadas sob condições de fotoperíodo longo (16h de luz) e 46% e 75% de florescimento naquelas cultivadas em condições de fotoperíodo curto (8 horas de luz), respectivamente. Em condições de temperaturas elevadas (28°C) não houve florescimento das plantas (Yoneda *et al.*, 1991).

Segundo Wang (2000), as espécies e híbridos de *Phalaenopsis* necessitam de um período de 3 a 5 semanas de exposição a queda de temperatura, de 25°C para 15°C para iniciar a emissão das inflorescências.

Chen *et al.* (1997) relataram que é possível induzir o florescimento em *Phalaenopsis* em condições de temperaturas altas (condições não indutivas), obtendo resultados positivos na indução do florescimento de *Phalaenopsis* Leda com a aplicação de ácido giberélico (GA<sub>3</sub>).

O objetivo do trabalho foi avaliar o desenvolvimento vegetativo e a indução do florescimento precoce de orquídeas do gênero *Phalaenopsis*, com o uso de diferentes concentrações de ácido giberélico aplicados via pulverização foliar.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Pompéia-SP, junto ao Setor de Biotecnologia e Orquidicultura da Fundação Shunji Nishimura de Tecnologia e a duração do experimento foi de 12 meses.

O material vegetal constou de um híbrido de *Phalaenopsis* de coloração rósea, obtido através de semeadura *in vitro*, com idade de 8 meses a partir da retirada das plantas do laboratório e com nome comercial de *Phalaenopsis* FSNT 'Daí-Itigô'. Dentro do lote foram selecionadas plantas com características de crescimento semelhantes e tamanho uniforme, visando a redução da influência genética sobre os tratamentos realizados.

Os tratamentos constaram da utilização de 5 concentrações de GA<sub>3</sub> (0; 125; 250; 500 e 1.000 mg L<sup>-1</sup>) aplicados por duas vezes sob pulverização foliar em plantas de *Phalaenopsis* com 8 meses de idade, sendo o intervalo entre as aplicações de 15 dias. Foram utilizadas 3 repetições com 2 plantas cada, com delineamento experimental em blocos casualizados.

O produto utilizado foi o ácido giberélico com mínimo de 95% de pureza. O produto foi diluído em 4 mL de álcool hidratado 92,8°GL e nesta solução foram adicionados 1 mL de surfatante não iônico Tween 20® (Monolaurato de Sorbitan Etoxilado) por litro de solução, antes de se completar a solução com água. As testemunhas foram tratadas com água mais Tween 20® a 0,1%.

As pulverizações foram realizadas em Novembro e Dezembro de 2005, no período da manhã, entre 7:00 e 8:00 horas, período em que a umidade relativa do ar é

maior, favorecendo a absorção do produto. Para a pulverização foi utilizado pulverizador costal de 20 L marca Jacto® acoplado com bico tipo cônico X2.

No momento da aplicação, as plantas que receberam a pulverização foram separadas das demais para evitar a contaminação com resíduos. As soluções de tratamento foram aplicadas, principalmente, na face adaxial das folhas com cerca de 40 mL da solução por planta, havendo escorrimento do produto para as raízes.

Para avaliar o efeito do regulador vegetal foram analisados o diâmetro e o comprimento das folhas novas, além de aspectos da produção de flores, como a taxa de florescimento (%), o número de inflorescências e de flores obtidas nos respectivos tratamentos e o diâmetro de flores e pétalas das plantas analisadas (cm). Os resultados obtidos de diâmetro e comprimento das folhas, taxa de florescimento e número de flores foram submetidos à análise de regressão, sendo que os demais resultados foram submetidos à análise de variância (teste F) e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, sendo utilizado o programa SAS para a realização das análises estatísticas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A regressão para o comprimento e diâmetro de folhas de *Phalaenopsis* foi significativa ao nível de 5% de probabilidade (Figura 1) e para os demais resultados obtidos no experimento não foram significativos.

Houve influência das concentrações de GA<sub>3</sub> sobre as dimensões das folhas de *Phalaenopsis* FSNT 'Daí Itigô', híbrido de coloração rósea. O comprimento das folhas aumentou com a utilização de GA<sub>3</sub>, passando de 11,0 cm (testemunha) para 17,8 cm no tratamento com GA<sub>3</sub> a 250 mg L<sup>-1</sup>. O uso de concentrações mais elevadas do ácido giberélico não aumentaram o comprimento foliar das plantas, sendo que em relação ao melhor tratamento houve leve redução com o aumento das concentrações utilizadas. O diâmetro das folhas reduziu com o uso e aumento das concentrações de GA<sub>3</sub>, diminuindo de 5,73 cm (testemunha) para 4,23 cm com o uso de 1.000 mg L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub> (Figura 1).

Este crescimento das folhas fez com que as plantas de *Phalaenopsis* tratadas com GA<sub>3</sub>, mesmo jovens com cerca de 1 a 2 meses após a aplicação, parecessem visualmente com plantas de idade superior, adultas e prontas para o florescimento.

O ácido giberélico promove o crescimento das células através da degradação de substâncias da parede celular pela ativação de enzimas hidrolíticas. O alongamento

celular promovido pelas giberelinas promovem o alongamento de tecidos e órgãos, tornando folhas e caules mais finos e longos (Taiz & Zeiger, 2004).

Estatisticamente, para a taxa de florescimento a utilização de GA<sub>3</sub> não promoveu efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade. Porém, percebe-se aumento da porcentagem de plantas floridas com o uso do ácido giberélico, podendo o mesmo ser utilizado para a aceleração do florescimento de *Phalaenopsis* FSNT 'Dai Itigô', híbrido de cor rósea. As plantas jovens de *Phalaenopsis* pulverizadas com GA<sub>3</sub> floresceram em sua época normal de florescimento (Maio/Junho), porém cerca de 6 a 12 meses antes das plantas não tratadas com esse regulador vegetal, demonstrando efeito indireto do ácido giberélico na indução de precocidade do florescimento deste gênero de orquídea. O efeito foi considerado indireto devido as plantas tratadas não florescerem imediatamente após a sua aplicação e sim, apenas 3 a 4 meses após as pulverizações. Entre as aplicações e o florescimento, houve crescimento foliar significativo, principalmente em comprimento, o que pareceu ter deixado as plantas jovens de *Phalaenopsis* aptas a receberem o estímulo floral, transformando-as em plantas maiores e com aspecto adulto. No momento do florescimento, as plantas tinham 12 a 13 meses de idade, sendo o florescimento adiantado em cerca de 6 a 12 meses (Figura 4).

O tratamento com ácido giberélico na concentração de 125 mg L<sup>-1</sup>, feito com 2 pulverizações com intervalo de 15 dias, apresentou o melhor resultado para a taxa de florescimento, resultando em 50% das plantas jovens de *Phalaenopsis* floridas. Sem o uso de GA<sub>3</sub>, as plantas pulverizadas com água não floresceram no mesmo período. O aumento das concentrações de GA<sub>3</sub> não levou ao aumento na porcentagem de florescimento, sendo que em concentrações maiores do produto, apenas 33% das plantas floresceram no mesmo período.

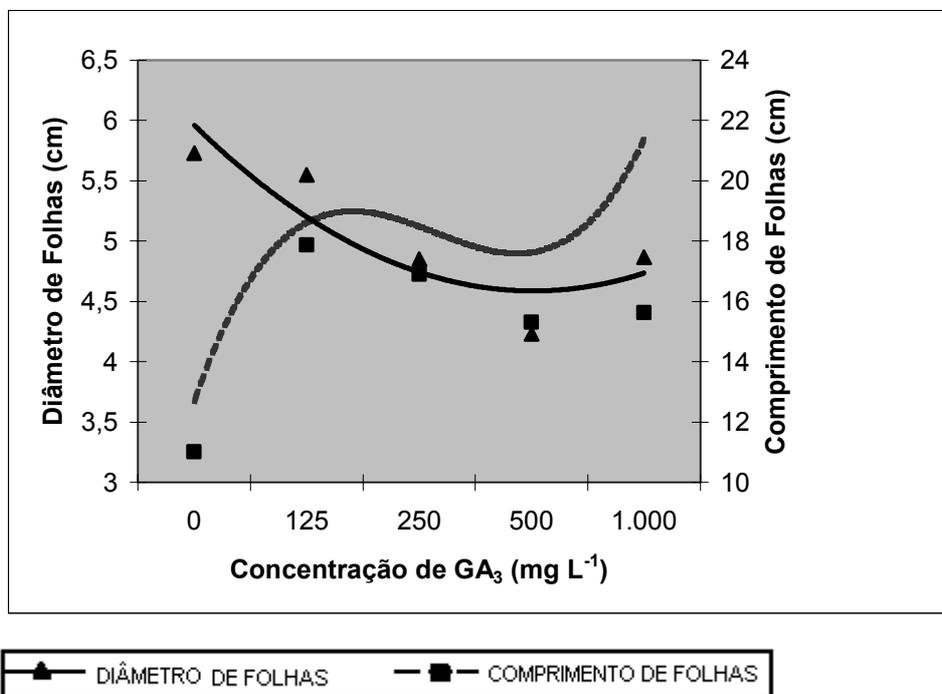
O número de inflorescências foi o mesmo em todas as plantas observadas, sendo 1 inflorescência planta<sup>-1</sup>, porém o comprimento das inflorescências e o número de flores de forma geral, aumentaram com os tratamentos realizados, apesar das diferenças não terem sido significativas à 5% de probabilidade (Figuras 2 e 4).

Plantas de *Philodendron* 'Black Cardinal' foram induzidas a florescerem em condições não indutivas, com a aplicação de GA<sub>3</sub> nas concentrações de 125, 250, 500 e 1000 mg L<sup>-1</sup>, sendo que houve aumento na porcentagem de florescimento e número de inflorescências por planta, com a elevação das concentrações empregadas (Chen et al., 2003).

O melhor resultado para diâmetro das flores ocorreu com o uso de 125 mg L<sup>-1</sup> de ácido giberélico aplicado 2 vezes, via pulverização foliar em *Phalaenopsis* FSNT 'Dai

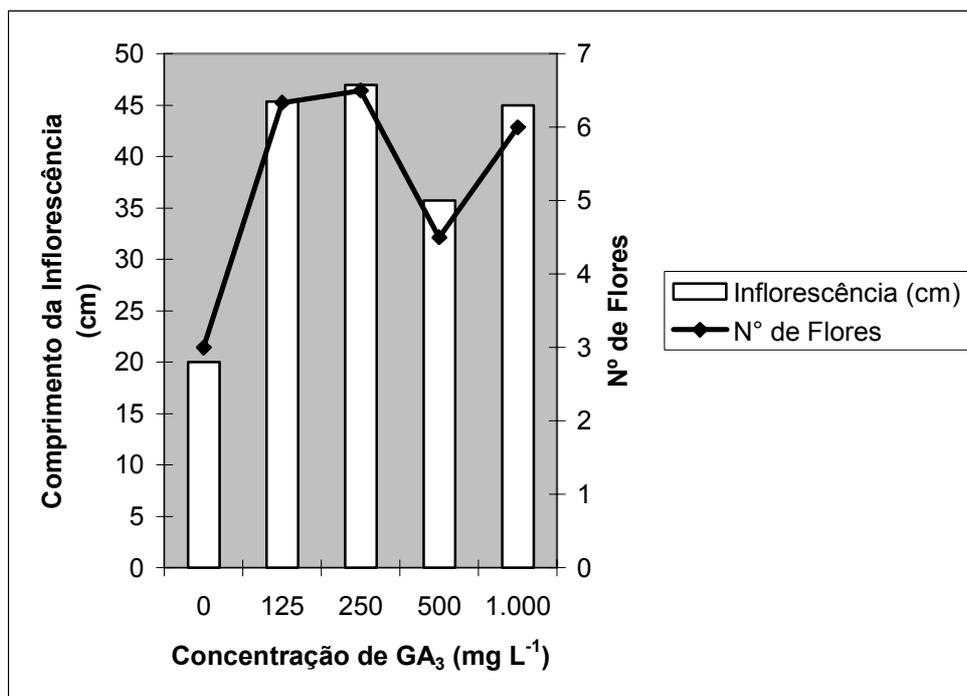
Itigô', híbrido de coloração rósea (Figura 3). A aplicação do regulador vegetal nesta concentração permitiu que as flores apresentassem diâmetro vertical e horizontal quase 1 cm maior que as flores obtidas naturalmente, além do aumento das pétalas, fatores que geram um aspecto visual de maior impacto, incrementando a qualidade do produto. Concentrações maiores de GA<sub>3</sub> levaram à redução tanto no tamanho das flores, como no diâmetro das pétalas, não sendo interessante o seu uso.

O experimento realizado mostrou resultados satisfatórios para o uso de GA<sub>3</sub> no cultivo de *Phalaenopsis* híbrido colorido, reduzindo o tempo para a primeira floração em 6 a 12 meses e aumentando a qualidade da primeira florada, que em condições normais de cultivo e sem aplicação do regulador vegetal, em geral, é de baixa qualidade, apresentando poucas flores e inflorescência curta, atrasando ainda mais o comércio desta flor, seja para corte ou vaso. Com a técnica desenvolvida é possível obter de um lote, cerca de 50% de plantas floridas de *Phalaenopsis* com 12 meses de idade, diminuindo o tempo para a comercialização do produto. Além disso, o ácido giberélico na concentração de 125 mg L<sup>-1</sup> promovem o aumento das inflorescências, flores e pétalas e incrementaram o número de flores obtidos por inflorescência, aumentando a qualidade da floração e, conseqüentemente, facilitando a colocação do produto no mercado.

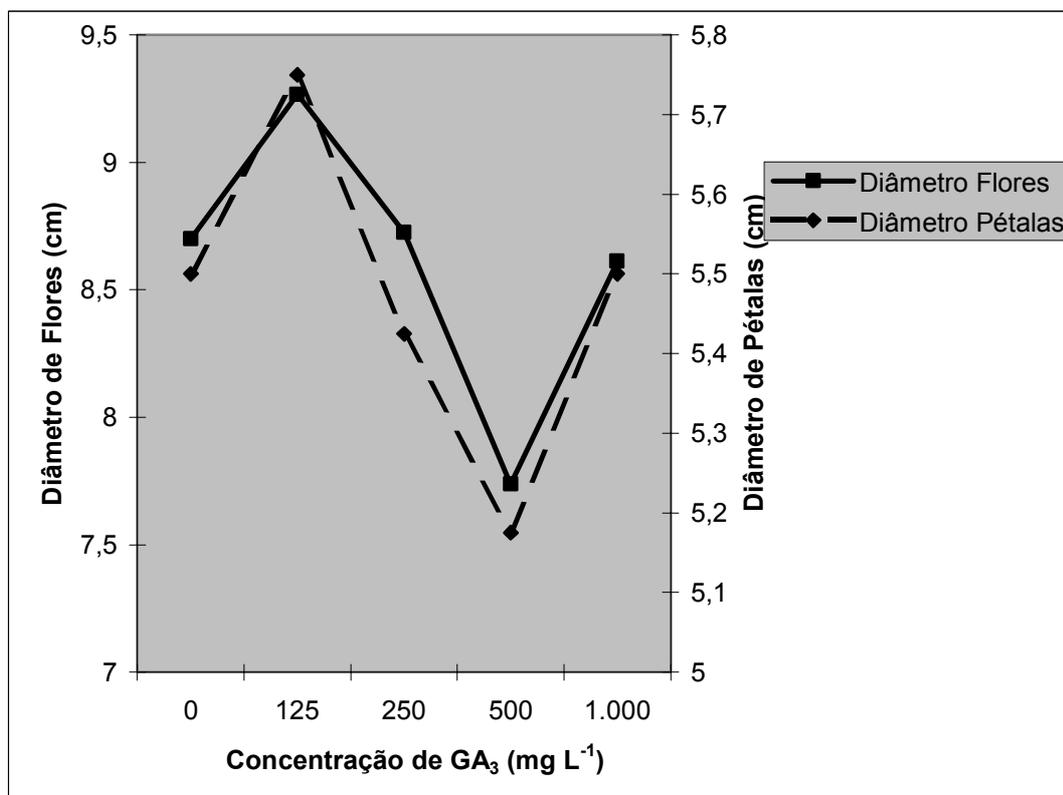


**Figura 1-** Comprimento e diâmetro de folhas (cm) de *Phalaenopsis* FSNT 'Dai Itigô' tratadas com diferentes concentrações de GA<sub>3</sub>, via pulverização foliar. Pompéia, Junho de 2006.

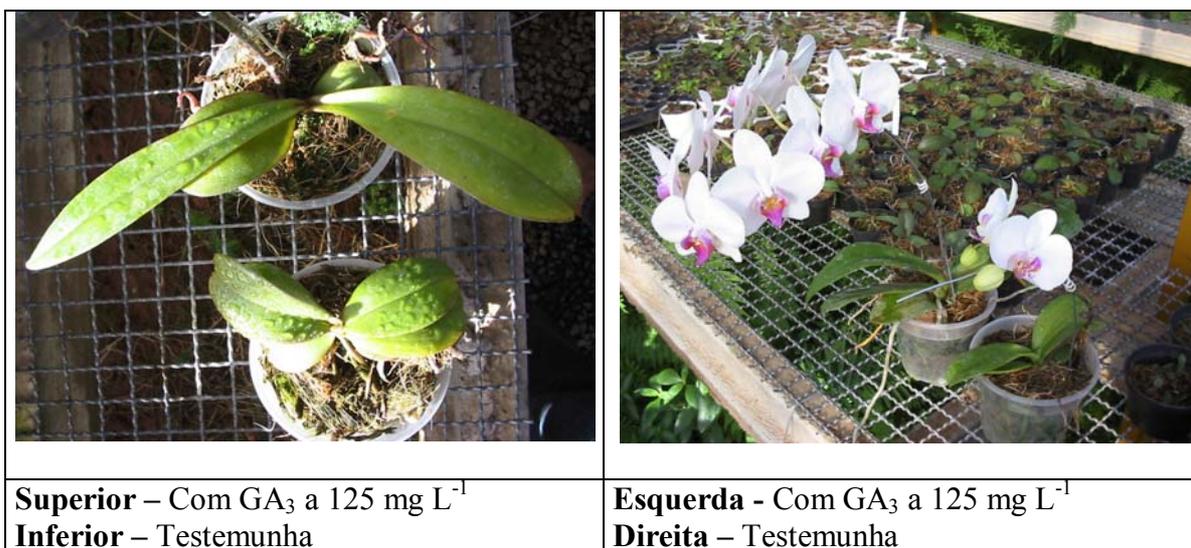
$$y_c = 0,00000010x^3 - 0,0001487x^2 + 0,05769x + 12,84; \quad y_d = 0,000001032x^2 - 0,0025867x + 5,89$$



**Figura 2-** Comprimento da inflorescência (cm) e nº de flores de *Phalaenopsis* FSNT ‘Dai-Itigô’ tratadas com diferentes concentrações de GA<sub>3</sub>, via pulverização foliar. Pompéia, junho de 2006.



**Figura 3-** Diâmetro das flores (cm) e pétalas (cm) de plantas de *Phalaenopsis* FSNT ‘Dai Itigô’ tratadas com diferentes concentrações de GA<sub>3</sub>, via pulverização foliar. Pompéia, Junho 2006.



**Figura 4-** Aspectos morfológicos de plantas testemunhas e com o uso do ácido giberélico (GA<sub>3</sub>), aplicado via pulverização foliar

### REFERÊNCIAS

- CHEN, W.S.; CHANG, H.W.; CHEN, W.H.; LIN, Y.S. Gibberellic acid and cytokinin affect *Phalaenopsis* flower morphology at high temperature. *Hortscience*, v.32 (6), 1069-1073, 1997.
- CHEN, J., HENNY, R.J., MCCONNELL, D.B., CALDWELL, R.D. Gibberellic Acid affects growth and flowering of *Philodendron* ‘Black Cardinal’. *Plant Growth Regulation*, v.41, p.1-6, 2003.
- CID, L.P.B. *Introdução aos hormônios vegetais*. Brasília- EMBRAPA- Recursos Genéticos e Biotecnologia, 180p. 2000.
- SUTTLEWORTH, F.S., ZIM, H.S., DILLON, G.W. *Orquídeas: Guia dos orquidófilos*. Ed. Expressão e Cultura, Rio de Janeiro-RJ, 158 pág., 1994.
- YONEDA, K.; MOMOSE, H.; KUBOTA, S. Effects of daylength and temperature on flowering in juvenile and adult *Phalaenopsis* plants. *Journal Japanese Society of Horticultural Science*, v.60 (3), p.651-657, 1991.
- TAIZ, L; ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal*. 3ª Edição, Porto Alegre- Artmed, 719p., 2004.
- WANG, Y.T. *Phalaenopsis* orchid light requirement during the induction of spiking. *Hortscience*, 30(1), p.59-61, 1995.

## 5 - CAPÍTULO 3

### Ácido giberélico na indução do florescimento de orquídeas *Brassocattleya* e *Cattleya* híbridas

Jean Carlos Cardoso<sup>1</sup>; Elizabeth Orika Ono<sup>2</sup>; João Domingos Rodrigues<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Setor de Biotecnologia e Orquidicultura – Fund. S. Nishimura de Tecnologia- CP 72, Pompéia, SP, [jcagrotech@nishimura.com.br](mailto:jcagrotech@nishimura.com.br); <sup>2</sup> Departamento de Botânica – IBB – Unesp de Botucatu, SP

#### RESUMO

Testou-se a influência do ácido giberélico e do estresse hídrico na indução e qualidade do florescimento de duas orquídeas híbridas dos gêneros *Cattleya* e *Brassocattleya*. O experimento foi realizado no Setor de Biotecnologia e Orquidicultura da Fundação Shunji Nishimura de Tecnologia, Pompéia-SP. Testaram-se 4 concentrações de GA<sub>3</sub> (125, 250, 500 e 1.000 mg L<sup>-1</sup>) em 4 aplicações consecutivas via pulverização foliar, em plantas adultas que já haviam florido ao menos 1 vez, além de 2 condições hídricas (sem e com estresse hídrico). As aplicações foram feitas nos meses de outubro e novembro para *Bc. Marcela Koss* e janeiro e fevereiro para *C. Ireni Holguim*. Não foi possível induzir a floração em *Cattleya Ireni Holguim* com o uso de ácido giberélico. Para *Bc. Marcela Koss*, a associação da aplicação de 250 mg L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub> e a colocação das plantas em condições de estresse hídrico induziu cerca de 83% das plantas a florescerem fora da época normal de florescimento. Na mesma concentração de GA<sub>3</sub>, porém em condições normais de irrigação, apenas 17% das plantas foram induzidas a florescerem. O número e o tamanho das flores aumentaram com o aumento das concentrações de GA<sub>3</sub> utilizadas no experimento. A realização deste trabalho permitiu desenvolver uma técnica comercial com o uso de reguladores vegetais para a indução do florescimento de determinados híbridos de orquídeas. No entanto, cada híbrido deve ser testado individualmente, visando avaliar os efeitos específicos do tratamento.

**Palavras-chave:** Indução, Florescimento, Regulador Vegetal, Estresse hídrico

#### ABSTRACT

**Gibberellic acid in the flower induction of *Brassocattleya* and *Cattleya* orchid hybrid** - It was test the influence of gibberellic acid and water stress in induction and

quality of the flowering of two hybrids genus of orchids, *Cattleya* and *Brassocattleya*. The experiment was made in Biothechnology and Orchidculture Sector of the Shunji Nishimura of Technology Foundation, Pompéia, SP. It was test four concentrations of GA<sub>3</sub> (125, 250, 500 e 1.000 mg L<sup>-1</sup>) in four consecutive applications by foliar pulverization in adult plants, beyond two hydric conditions (with or without water stress). The applications were make in october and november in *Bc. Marcela Koss* and January and February in *C. Ireni Holguim*. It was impossible to induce the flowering in *Cattleya Ireni Holguim* with gibberellic acid. In *Brassocattleya Marcela Koss* the association of 250mg L<sup>-1</sup> of GA<sub>3</sub> and the growing plants in water stress conditions induced 83% of treated plants to blooming in adverse conditions. In the same GA<sub>3</sub> concentration, but without water stress, only 17% of plants treated were bloom. The number and size of flowers increase with the rise of GA<sub>3</sub> concentration. This work allows develop a commercial technique with the use of fitorregulators for blooming induction of *Brassocattleya* orchid hybrid genus. However, each hybrid must be test individually.

**Key words:** Induction; Blooming; Vegetal regulator; Hydric Stress

## INTRODUÇÃO

O aumento gradativo da produção de flores no Brasil, visando tanto o mercado interno como o externo, vem por conseqüência, demonstrando o aumento de investimentos em tecnologia dos produtores ligados a esse setor e ao de plantas ornamentais, em geral. Em 2003, apenas o setor de exportação gerou em torno de US\$ 20 milhões, sendo que em 2004 este valor chegou aos US\$ 25 milhões. As orquídeas ainda possuem pequena participação nesse total, porém com aumentos anuais de mais de 100% na exportação e comércio interno, sendo um enorme potencial, principalmente para o mercado externo (Junqueira & Peetz, 2004).

A família Orchidaceae apresenta mais de 30.000 espécies e outros tantos milhares de híbridos, originários dos mais diversos países do mundo, de locais ao nível do mar até os pontos mais altos de países como a Colômbia, Chile, Equador, Venezuela, Peru e outros, de pântanos a regiões áridas, de regiões extremamente quentes a locais onde a neve é corriqueira (Suttleworth *et al.*, 1994). Todas estas diferenças acarretam em dificuldades para estabelecer uma única técnica de cultivo para a grande quantidade de espécies, o que leva a especialização dos produtores de orquídeas.

Dentre as orquídeas, o gênero *Cattleya*, incluindo seus híbridos intergenéricos é um dos mais atraentes para o mercado de mudas e flores, devido a sua alta variabilidade genética, que leva a produção de flores de tamanho, formato e cores atrativas. Porém, é um dos gêneros de orquídeas com maior tempo para o primeiro florescimento, o que atrasa a comercialização e onera os custos do produto. Além disso, apesar das exceções, apresenta sua floração exuberante apenas uma vez ao ano, sendo a durabilidade das flores de 7 a 30 dias (Cardoso & Israel, 2005).

Segundo Sheenan (1992), o grupo *Cattleya* se divide em dois tipos quanto ao hábito de florescimento: as do tipo *Cattleya gigas* que produzem novos brotos na primavera e florescem no verão, sendo que cada broto floresce independentemente. O segundo grupo é o de *Cattleya trianaei* que produz seus brotos na primavera, porém não floresce antes do outono. Nesse tempo as espatas ficam secas e todos os brotos originários florescem juntos. Essas características de floração são transmitidas para os híbridos descendentes de cruzamentos com estas espécies. O segundo grupo pode ser manipulado fotoperiodicamente e chegam a florescer duas vezes ao ano.

As giberelinas são hormônios vegetais bioquimicamente caracterizados como ácidos diterpenóides tetracíclicos que quando aplicadas exogenamente, promovem o crescimento de pétalas e induzem a floração em plantas de dias longos sob condições de dias curtos, no entanto o contrário não ocorre, apesar de algumas exceções (Cid, 2000).

Plantas de *Philodendron* 'Black Cardinal' foram induzidas a florescerem em condições não indutivas, com a aplicação de GA<sub>3</sub> nas concentrações de 125, 250, 500 e 1.000 mg L<sup>-1</sup>, promovendo aumento na porcentagem de florescimento e número de inflorescências por planta, com a elevação das concentrações empregadas (Chen *et al.*, 2003).

Chen *et al.* (1997) relataram que é possível induzir o florescimento em *Phalaenopsis* Leda com a aplicação de ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) em condições de temperaturas altas, não indutivas ao florescimento.

Segundo Jones & Jones (1991), o estresse pode ser definido em sentido geral como uma pressão excessiva de algum fator adverso que apresenta a tendência de inibir o normal funcionamento dos sistemas nas plantas.

Em espécies de citros no Estado de SP, a ocorrência do florescimento é dependente de uma condição de estresse hídrico e/ou a ocorrência de temperaturas noturnas baixas, causada pelo período frio e seco compreendido entre os meses de junho e agosto, com posterior restauração das condições hídricas das plantas, causadas pelo período chuvoso, que ocorre a partir de Setembro (Ribeiro *et al.*, 2006).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos do ácido giberélico em diferentes concentrações e do estresse hídrico sobre a indução e qualidade do florescimento fora de época de orquídeas dos gêneros *Cattleya* e *Brassocattleya*.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido junto ao orquidário da Fundação Shunji Nishimura de Tecnologia, localizada no município de Pompéia-SP nos anos de 2005 e 2006, com duração de 12 meses.

Como material vegetal foram utilizados dois híbridos, ambos originários de cultivo de ‘meristemas’ ou ápices caulinares. O primeiro híbrido testado foi *Cattleya* Ireni Holguim que floresce em agosto/setembro e apresenta flores de cor rosa intenso e labelo rosa/amarelo, muito utilizado no comércio de orquídeas para a produção de flores. Este híbrido origina brotos com espatas durante o período entre outubro e fevereiro, as quais ficam dormentes durante o período de dias curtos, ocorrendo a floração de uma única vez nos meses citados. O segundo híbrido utilizado foi *Brassocattleya* Marcela Koss, que têm seu pico de floração nos meses de Maio e Junho. Este híbrido intergenérico (Gênero *Brassavola* com *Cattleya*) apresenta flores de coloração rosa claro e labelo rosa/amarelo, que emite novas brotações durante todo o ano, podendo estes brotos apresentar espatas ou não. Na época não indutiva, mesmo as brotações com espatas não emitem flores e a gema floral morre antes da chegada da época normal de florescimento. Portanto, apenas os brotos originários a partir de Março e Abril florescem.

Além da testemunha, foram utilizados como tratamentos 4 concentrações de GA<sub>3</sub> (125; 250; 500 e 1.000 mg L<sup>-1</sup>), aplicados por 4 vezes via pulverização foliar e 2 condições de irrigação (com e sem estresse hídrico), totalizando 10 tratamentos dispostos em blocos ao acaso e em esquema fatorial 5 x 2. No experimento foram utilizados 3 blocos com 2 plantas cada, totalizando 6 plantas por tratamento.

As plantas foram cultivadas em estufas agrícolas protegidas da luz direta do sol através do uso de sombrite 70%, sendo a adubação feita através do uso intercalado e semanal de 1 g L<sup>-1</sup> de Ouro Verde NPK, 15-15-20 e Yogen n°3 NPK, 20-10-10.

O produto utilizado foi o GA<sub>3</sub> com no mínimo 95% de pureza. O produto foi diluído em 4 mL de álcool hidratado 92,8°GL e nesta solução foram adicionados 1 mL de Tween 20® (Monolaurato de Sorbitan Etoxilado – surfatante não iônico) por litro de

solução, antes de se completar a solução com água. As testemunhas foram tratadas com água, mais Tween 20® a 0,1%.

As pulverizações foram feitas em Outubro e Novembro de 2005 para *Bc. Marcela Koss* e Janeiro e Fevereiro de 2006 para *C. Ireni Holguim*, no período da manhã (entre 7:00 e 8:00 horas), período em que a umidade relativa do ar é mais alta, favorecendo a absorção do produto. Para a pulverização foi utilizado um pulverizador costal de 20 L marca Jacto® acoplado com bico tipo cônico X<sub>2</sub>. No momento da aplicação, as plantas que receberam a pulverização, foram separadas das demais para evitar contaminação com resíduos. As soluções de tratamento foram aplicadas em ambas as faces das folhas e nas raízes jovens, sendo aplicado cerca de 70 mL da solução por planta. O intervalo entre aplicações foi de 7 dias.

Foram utilizados no experimento duas condições de irrigação: na primeira, foi mantida a irrigação normal para a cultura, sendo a irrigação feita 4 vezes por semana através de microaspersores e na segunda, as plantas foram colocadas em condições de estresse hídrico, sendo mantidas por 15 dias sem irrigação, seguido de apenas uma irrigação por semana feita através de microaspersores, durante o período de aplicação do ácido giberélico. Em ambos os híbridos e condições de irrigação o substrato de cultivo consistiu de xaxim desfibrado a 75% e casca de pinus nº2 a 25%. Para o cultivo das plantas foram utilizados potes plásticos nº15 de coloração preta.

Foram analisados como efeito do regulador vegetal e do estresse hídrico, aspectos da produção de flores, sendo a avaliação feita para a taxa de florescimento (%), número de inflorescências e de flores obtidas nos respectivos tratamentos e o diâmetro de flores e pétalas das plantas analisadas (cm).

Os resultados foram submetidos à análise de variância (teste F) e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Os resultados de taxa de florescimento foram submetidos à análise de regressão para efeitos das doses de ácido giberélico, sendo utilizado o programa SAS para a realização das análises estatísticas.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Para o híbrido *Cattleya Ireni Holguim*, não houve indução do florescimento das plantas com a aplicação do ácido giberélico em condições não indutivas ao florescimento. Apesar da utilização de concentrações elevadas (4 pulverizações seguidas de 1.000 mg L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub>), o ácido giberélico não induziu o florescimento deste híbrido nas condições de aplicação. A mudança da condição hídrica das plantas para

uma situação de estresse também não afetou o florescimento deste híbrido, mesmo quando o ácido giberélico foi aplicado concomitantemente. O ácido giberélico também não impediu a floração das plantas na época normal de florescimento, quando este foi aplicado em julho nas concentrações de até 1.000 mg L<sup>-1</sup>. Estes resultados levam a conclusão de que a aplicação do GA<sub>3</sub> associado ou não ao estresse hídrico não influenciou o florescimento de *Cattleya Ireni* Holguim.

Taiz & Zeiger (2004) relatam que as giberelinas podem substituir a exigência de dias longos para o florescimento de muitas espécies, sendo ela um estímulo para o florescimento de algumas plantas, mas não em outras.

O híbrido *Brassocattleya* Marcela Koss foi induzido a florescer com a aplicação de ácido giberélico em condições não indutivas. A aplicação de GA<sub>3</sub> nos meses de outubro e novembro induziu a floração neste híbrido de orquídea nos meses de outubro, novembro, dezembro e janeiro, adiantando a floração. A aplicação exógena de giberelinas pode ocasionar a evocação floral em algumas poucas espécies de dias curtos em condições não indutivas e em plantas que requerem frio para florescer (Taiz & Zeiger, 2004).

Tanto as concentrações de GA<sub>3</sub>, quanto o estresse hídrico afetaram a taxa de florescimento de *Bc. Marcela Koss*. Em condições de irrigação normal para a cultura, o melhor tratamento para taxa de floração, com 33% de plantas floridas, ocorreu com o uso de 4 aplicações de 1.000 mg L<sup>-1</sup>. O uso concomitante do estresse hídrico, associado às aplicações de ácido giberélico elevou a taxa de florescimento da cultura. Em plantas cultivadas em condições de estresse hídrico, o melhor tratamento para a taxa de florescimento ocorreu com o uso de 4 aplicações de 250 mg L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub>, onde cerca de 83% das plantas submetidas ao tratamento foram induzidas a florescerem (Figura 1). A análise do fatorial permitiu verificar interação significativa entre os tratamentos realizados, estresse hídrico e concentrações de GA<sub>3</sub>, apenas para o tratamento com 250 mg L<sup>-1</sup>. Os resultados obtidos no caso deste híbrido mostram a necessidade do estresse hídrico e do ácido giberélico em concentração adequada para que as plantas sejam induzidas a florescerem, mostrando efeito sinérgico entre os fatores testados.

Em muitas outras espécies comerciais, percebe-se a necessidade de mais de um fator exógeno, atuando em conjunto para que as plantas sejam induzidas a florescerem. Em café (*Coffea arabica* L.) há necessidade de baixas temperaturas para que ocorra a indução de gemas florais. Porém, mesmo com baixas temperaturas não há desenvolvimento das inflorescências quando o fotoperíodo é maior que 13 horas (Drinnan & Menzel, 1995). A ocorrência de temperaturas baixas e o estrangulamento do

tronco elevaram o total de número de inflorescências e nº de botões florais em plantas de pomelo (*Citrus grandis*). O aumento do número de inflorescências e flores foi precedido de um aumento na relação C/N das folhas de pomelo (Yamanishi, 1995).

A aplicação de GA<sub>3</sub> em *Bc*. Marcela Koss incrementou o número de flores por planta. Em condições de irrigação normal, as plantas testemunhas não apresentaram flores, sendo que no tratamento com maior concentração, este número foi de uma flor planta<sup>-1</sup>. Com o uso do estresse hídrico em adição às aplicações de GA<sub>3</sub>, também houve aumento do número de flores por planta quando se elevou a concentração de GA<sub>3</sub> até 250 mg L<sup>-1</sup>, resultando em cerca de 1,67 flores planta<sup>-1</sup> neste tratamento. Estes resultados permitem concluir que tanto o ácido giberélico, quanto o estresse por água são de extrema importância para uma boa qualidade da floração dessa orquídea, aumentando o número de flores por inflorescência obtida.

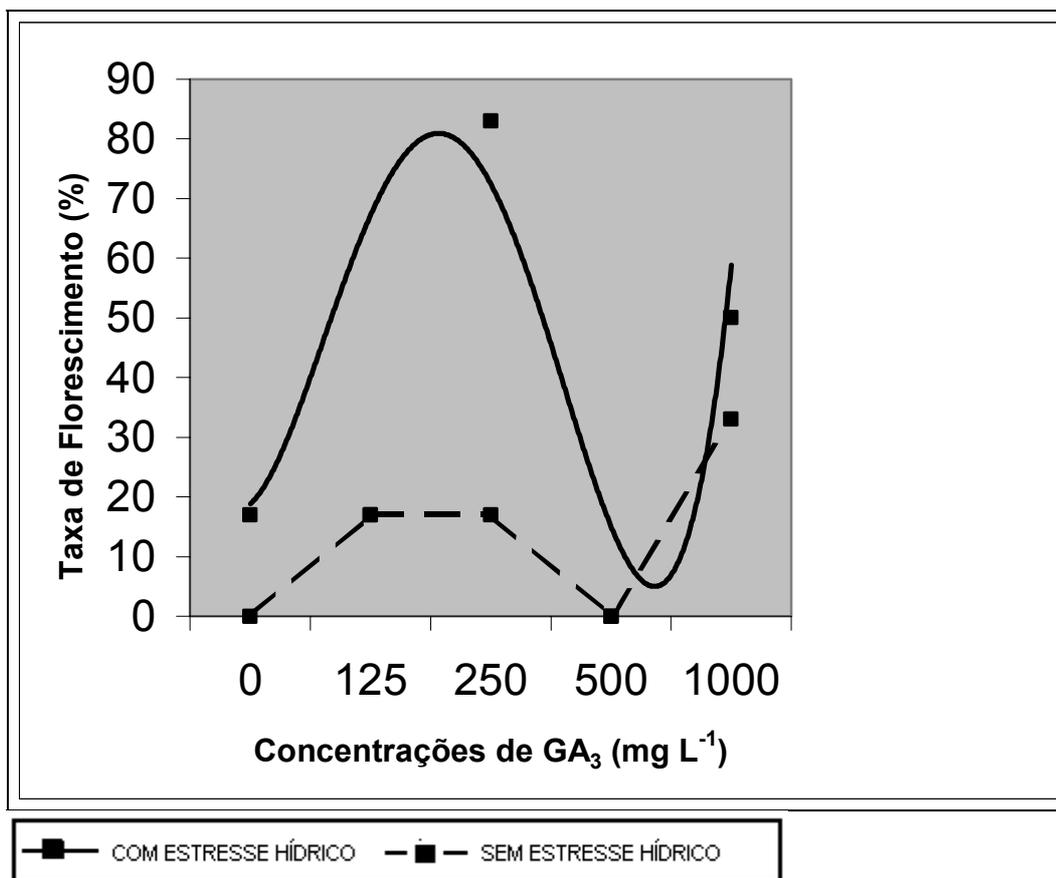
Plantas de *Philodendron* 'Black Cardinal' também foram induzidas a florescerem em condições não indutivas, com a aplicação de GA<sub>3</sub> nas concentrações de 125, 250, 500 e 1000 mg L<sup>-1</sup>, aumentando a porcentagem de florescimento e número de inflorescências por planta com a elevação das concentrações empregadas do ácido giberélico (Chen et al., 2003).

O diâmetro das flores aumentou com a elevação das concentrações de GA<sub>3</sub> utilizadas. O melhor resultado do experimento para tamanho de flores (12,5 cm), ocorreu com o uso de 4 aplicações de 1.000 mg L<sup>-1</sup> em condições de estresse hídrico. Nas plantas sem estresse hídrico as flores de maior tamanho com 9,17 cm, foram obtidas com o uso de 4 aplicações de 1.000 mg L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub>. O diâmetro das pétalas aumentou com a elevação das concentrações de GA<sub>3</sub>, sendo o melhor tratamento na concentração de 1.000 mg L<sup>-1</sup>. Visualmente, as flores não perderam sua qualidade, mantendo a harmonia, organização de pétalas e sépalas e a uniformidade da floração, não afetando a qualidade das flores obtidas com o uso de ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) (Tabela 1). O valor zero para a testemunha, sem o ácido giberélico e em condições normais de irrigação, ocorreu porque estas plantas não floresceram, não permitindo a medição. Também os valores baixos de tamanho de flores e pétalas são decorrentes da média, portanto, reduzindo o valor destes fatores avaliados conforme a porcentagem de florescimento das plantas, sendo que aquelas plantas em que não houve florescimento foi atribuído o valor zero para efeitos de realização dos testes de comparação de médias, já que se considera o não florescimento como consequência dos tratamentos realizados e não de parcelas perdidas.

A aplicação via pulverização do ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) associado à manutenção das plantas em condições de estresse hídrico torna-se, portanto passível de utilização em escala comercial para a indução de florescimento de alguns híbridos de orquídeas. No caso de *Bc. Marcela Koss*, o uso de 4 aplicações de GA<sub>3</sub> a 250 mg L<sup>-1</sup> em intervalos de 7 dias, associado à manutenção das plantas em condições de estresse hídrico, induziu a floração desta orquídea em condições não indutivas, permitindo maior controle de sua floração. Além disso, o ácido giberélico aumentou o número de flores por planta sem interferir na qualidade da floração. Possivelmente, híbridos correlacionados a *Bc. Marcela Koss*, como *Bc. Pastoral* e *Bc. Pink Debutant* de importância comercial no cultivo de orquídeas, tenham a mesma resposta fisiológica ao ácido giberélico. No entanto, estes e outros híbridos devem ser testados individualmente respeitando as características genéticas e fisiológicas das plantas testadas.

**Tabela 1-** Diâmetro das flores e pétalas de *Bc. Marcela Koss* cultivadas sob diferentes concentrações de GA<sub>3</sub> e duas condições hídricas. Pompéia, junho de 2006.

Concentrações de GA <sub>3</sub> (mg L <sup>-1</sup> )	Sem Estresse Hídrico				Com Estresse Hídrico			
	Diâmetro (cm)				Diâmetro (cm)			
	Flores	Tukey	Pétalas	Tukey	Flores	Tukey	Pétalas	Tukey
<b>0</b>	0	<b>C</b>	0	<b>C</b>	3,83	<b>BC</b>	2,07	<b>BC</b>
<b>125</b>	3,67	<b>BC</b>	1,83	<b>BC</b>	4,08	<b>ABC</b>	1,83	<b>ABC</b>
<b>250</b>	3,92	<b>AB</b>	1,93	<b>AB</b>	11,75	<b>AB</b>	5,87	<b>AB</b>
<b>500</b>	0	<b>C</b>	0	<b>C</b>	0	<b>C</b>	0	<b>C</b>
<b>1.000</b>	9,17	<b>A</b>	4,13	<b>A</b>	12,5	<b>A</b>	6,07	<b>A</b>
<b>F=</b>	4,24*		4,29*		4,24*		4,29*	



F=3,00ns (Sem Estr. Hídrico)

F=4,77\* (Com Estr. Hídrico)

**Figura 1-** Taxa de Florescimento de *Bc. Marcela Koss* tratadas com diferentes concentrações de ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) e duas condições hídricas.

Com Estr. Hídrico:  $y=0,00000131x^3 - 0,00187x^2 + 0,6x + 18,84$ .  $R^2=0,54$

## REFERÊNCIAS

- CARDOSO, J.C.; ISRAEL, M. Levantamento de espécies da família Orchidaceae em Águas de Sta. Bárbara-SP e seu cultivo. *Horticultura Brasileira*, v.23, n.2, 2005.
- CHEN, W.S., CHANG, H.W., CHEN, W.H., LIN, Y.S. Gibberellic acid and cytokinin affect *Phalaenopsis* flower morphology at high temperature. *Hortscience*, v.32 (6), 1069-1073, 1997.
- CHEN, J., HENNY, R.J., MCCONNELL, D.B., CALDWELL, R.D. Gibberellic acid affects growth and flowering of *Philodendron* 'Black Cardinal'. *Plant Growth Regulation*, v.41, p.1-6, 2003.
- CID, L.P.B. *Introdução aos hormônios vegetais*. Brasília- EMBRAPA- Recursos Genéticos e Biotecnologia, 180p. 2000.

- DRINNAN, J.E.; MENZEL, C.M. Temperature affects vegetative growth and flowering of coffee (*Coffea arabica* L.). *Journal of Horticultural Science*, v.70 (1), p.25-34, 1995.
- YAMANISHI, O. K. Trunk strangulation and winter heating effects on carbohydrate and its relation with flowering, fruiting and yield of 'Tosa Buntan' pummelo grown in a plastic house. *Journal of Horticulture Science*, v.70 (1), p.85-95, 1995.
- RIBEIRO, R.V., MACHADO, E.C., BRUNINI, O. Ocorrência de condições ambientais para a indução do florescimento de laranjeiras no Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.28, n.2, 2006.
- SHEENAN, T.J. AOS Solutions. *American Orchid Society Bulletin*, v.61, n.7, p.703-704, 1992.
- SUTTLEWORTH, F.S., ZIM, H.S., DILLON, G.W. *Orquídeas: Guia dos orquidófilos*. Ed. Expressão e Cultura, Rio de Janeiro-RJ, 158 pág., 1994.
- JONES, H.G., JONES, M.B. Introduction: some terminology and common mechanisms. In JONES, H.G.; FLOWERS, M; JONES, M.B. *Plants under stress*. Cambridge press. 1991.
- JUNQUEIRA, A.H.; PEETZ, M.S. *Análise conjuntural das Exportações de flores e plantas ornamentais do Brasil*. [www.ibraflor.com.br](http://www.ibraflor.com.br). 2004.
- TAIZ, L., ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal*. 3ª Edição, Porto Alegre- Artmed, 719p., 2004.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a realização dos trabalhos com aplicação do ácido giberélico ( $GA_3$ ) em orquídeas foi possível observar a importância deste regulador vegetal para o florescimento de orquídeas de diferentes gêneros, tanto quantitativa como qualitativamente. O  $GA_3$  teve influência no florescimento de gêneros distintos de orquídeas, como *Phalaenopsis* e *Brassocattleya*, sendo que o primeiro gênero apresenta crescimento monopodial e têm sua origem na Ásia e o segundo, apresenta crescimento simpodial e apesar de ser um híbrido intergenérico, apresenta sua origem na América do Sul e Central, com condições climáticas e habitat contrastantes. Ao mesmo tempo, percebeu-se claramente que dentro de gêneros correlacionados como *Cattleya* e *Brassocattleya*, ambas simpodiais e de origem na América do Sul e Central, o efeito da aplicação de  $GA_3$  foi totalmente divergente, tendo efeito positivo para o florescimento de *Bc.* Marcela Koss, porém sem nenhum efeito para *C.* Ireni Holguim. Este comportamento leva à conclusão da importância da herança genética dos híbridos de cultivo, sendo que espécies correlacionadas, porém com comportamento e épocas de florescimento diferentes tem respostas diferentes ao uso de reguladores vegetais e percepção de estímulos para o florescimento.

Verificou-se que não apenas o uso de  $GA_3$ , como também as concentrações utilizadas são cruciais para a indução de florescimento e a qualidade da floração das orquídeas dos gêneros *Phalaenopsis* e *Brassocattleya*. Em ambos os casos (plantas jovens e adultas), as melhores concentrações do ácido giberélico para a indução do florescimento de orquídeas *Phalaenopsis* ocorreram com o uso de baixas concentrações (125 a 250 mg L<sup>-1</sup>) feitas por meio de 2 aplicações consecutivas do regulador vegetal com intervalo de 15 dias. Coincidentemente, os melhores resultados para a qualidade da planta (folhas maiores) e das flores (maior número, tamanho e melhor forma) ocorreram também nestas concentrações, podendo estas serem utilizadas comercialmente na produção, indução e adiantamento da floração de *Phalaenopsis* híbridos coloridos e de coloração branca.

Para o gênero *Brassocattleya* verificou-se interação entre a concentração adequada de  $GA_3$  e o uso do estresse hídrico, ambos de grande importância para a indução do florescimento de orquídeas deste gênero. O uso concomitante de estresse hídrico com a aplicação de  $GA_3$  a 250 mg L<sup>-1</sup> via pulverização foliar por 4 aplicações consecutivas induziu mais de 80% das plantas a florescerem fora de sua época normal de florescimento. Na mesma concentração de ácido giberélico, porém em condições de

irrigação normal, apenas 17% das plantas foram induzidas a florescerem. Apesar de ainda não testado, possivelmente o etileno possa estar envolvido junto ao ácido giberélico no florescimento de orquídeas, já que este é um dos hormônios produzidos pelas plantas em condições de estresse e que já tem relatos de sua influência no florescimento de outras espécies como abacaxi e manga. O ácido giberélico também influenciou o tamanho e a qualidade das flores de *Bc. Marcela Koss*, sendo que concentrações maiores do regulador vegetal aumentaram o número, tamanho das flores e pétalas sem prejudicar a harmonia do conjunto floral. Com os presentes trabalhos foi possível desenvolver uma técnica comercial de produção fora de época de orquídeas dos gêneros *Brassocattleya* e *Phalaenopsis*, além de reduzir o tempo para a primeira floração comercial de *Phalaenopsis* com o uso do ácido giberélico. Para *Phalaenopsis* adulto, o uso de GA<sub>3</sub> a 125 mg L<sup>-1</sup> pulverizado por 2 vezes é ideal para a indução do florescimento deste tipo de orquídea e a manutenção da qualidade das flores obtidas. Em plantas jovens deste mesmo gênero é possível obter cerca de 50% de plantas floridas precocemente para o comércio com o uso da mesma concentração e número de pulverizações obtidos com plantas adultas, reduzindo custos de produção e tempo de cultivo para o comércio. Para o híbrido *Brassocattleya Marcela Koss* foi também possível induzir o florescimento fora de época com o uso concomitante do ácido giberélico a 250 mg L<sup>-1</sup> e manutenção das plantas em condições de estresse hídrico. Neste caso, mais de 80% das plantas são induzidas a florescerem. Porém, para o híbrido *Cattleya Ireni Holguim* não foi possível induzir o florescimento com o uso de GA<sub>3</sub> e/ou do estresse hídrico, podendo ou não estes fatores estar envolvidos com outros ainda desconhecidos para a indução do florescimento de orquídeas deste gênero. Devido as diferentes descendências dos híbridos obtidos de orquídeas, torna-se necessário o teste individual do ácido giberélico dependendo da espécie ou híbrido comercial a se induzir a floração. No entanto, foi possível ampliar o reduzido conhecimento sobre o florescimento desta exótica e potencial família de espécies ornamentais, permitindo o maior controle do florescimento e dar início a trabalhos mais específicos na área, visando um florescimento artificialmente controlado e de aplicação comercial viável no estabelecimento de uma produção comercial de flores.

## 7. CONCLUSÃO GERAL

Foi possível com o uso do GA<sub>3</sub>, induzir o florescimento em plantas adultas de *Phalaenopsis* FSNT ‘Snow F1’, híbrido Branco em condições climáticas não favoráveis. Foi possível reduzir o tempo de florescimento de *Phalaenopsis* FSNT ‘Dai-

Itigô' com o uso do ácido giberélico (GA<sub>3</sub>). O GA<sub>3</sub> também melhorou a qualidade da floração de orquídeas do gênero *Phalaenopsis*. Para *Brassocattleya* Marcela Koss foi possível induzir o florescimento fora de época e melhorar a qualidade da floração com o uso de ácido giberélico, associado a manutenção das plantas em condições de estresse hídrico. O GA<sub>3</sub> não influenciou a floração de *Cattleya* Ireni Holguim.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADITYA, D.K.; FORDHAM, R. Effects of cold treatment and of gibberellic acid on flowering of cauliflower. **Journal of Horticultural Science**, v.70 (4), p.577-585, 1995.
- ALAMU, S.; MCDAVID, C.R. Promotion of flowering in edible aroids by gibberellic acid (GA<sub>3</sub>). **Tropical Agric.**, v.55, p.81-86, 1978.
- ALI, A.G.; LOVATT, C.J. Relationship of polyamines to low temperature stress induced flowering of the 'Washington' navel orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck). **Journal of Horticultural Science**, v.70(3), p.491-498, 1995.
- ARDITTI, J. Flower induction in orchids I. **The Orchid Review.**, v.74, p.208-217, 1966.
- ARDITTI, J. Flower induction in orchids II. **The Orchid Review.**, v.75, p.253-256, 1967.
- BATCHELOR, S.R. Orchid culture 4- light and temperature. **Americ. Orchid Soc. Bull.**, v.50, n.6, p.640-646. 1981.
- BLÁSQUEZ, M.A., TRÉNOR, M., WEIGEL, D. Independent control of gibberellin biosynthesis and flowering time by the circadian clock in *Arabidopsis*. **Plant Physiology**, v.130, p.1770-1775, 2002.
- CASTER, CH. Periodische Blütterscheinungen in den Tropen. **Ann. Jard. Bot. Buitenzorg**, v.35, p.125-162, 1926.
- CEASA (Campinas). Informativo sobre mercado de flores no CEASA-Campinas. [www.ceasa.com.br](http://www.ceasa.com.br).
- CHANG, C., CHANG, W.C. Cytokinins promotion of flowering in *Cymbidium ensiflorum* var. *misericors* *in vitro*. **Plant Growth Regulation**, v.39, p.217-221, 2003.
- CHEN, W.S.; LIU, H.Y.; LIU, Z.H.; YANG, L.; CHEN, W.H. Gibberellin and temperature influence carbohydrate content and flowering in *Phalaenopsis*. **Physiol. Plant.**, v.90, p.391-395, 1994.

- CHEN, W.S.; CHANG, H.W.; CHEN, W.H.; LIN, Y.S. Gibberellic acid and cytokinin affect *Phalaenopsis* flower morphology at high temperature. **Hortscience**, v.32 (6), 1069-1073, 1997.
- CHEN, J., HENNY, R.J., MCCONNELL, D.B., CALDWELL, R.D. Gibberellic Acid affects growth and flowering of *Philodendron* 'Black Cardinal'. **Plant Growth Regulation**, v.41, p.1-6, 2003.
- CID, L.P.B. **Introdução aos hormônios vegetais**. Brasília- EMBRAPA- Recursos Genéticos e Biotecnologia, 180p. 2000.
- CORR, B.E.; WIDMER, R.E. Gibberellic Acid increases flower number in *Zantedeschia elliptica* and *Z. rehmannii*. **Hortscience**, v.22 (4), p.605-607, 1987.
- DAVIES, P.J. **Plant hormones: Physiology, Biochemistry and Molecular Biology**. 2ª Edithion, Kluwer Academic Publishers, 833p., 1995.
- DÖRR, G. Spraying trials with gibberellin on ornamental plants. **Garten welt**, v.60, p.403-404, 1960.
- DRINNAN, J.E.; MENZEL, C.M. Temperature affects vegetative growth and flowering of coffee (*Coffea arabica* L.). **Journal of Horticultural Science**, v.70 (1), p.25-34, 1995.
- DUAN, J.X., YAZAWA, S. Floral induction and development in *Phalaenopsis in vitro*. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v.43, p.71-74, 1995.
- DUBOIS, C.W. Experiences with breeding and growing standard cymbidiuns in Central Florida. **Amer. Orch. Soc. Bull.**, Vol.53 (2), p.151-156, 1984.
- GORDON, B. *Phalaenopsis* flower induction. **Amer. Orch. Soc. Bull.**, v.58, n.9, p.908-910, 1989.
- HACKET, W.P.; KISTER, J.; TSE, A.T.Y. Flower induction of *Pelargonium domesticum* Bailey cv. Lavender Grand Slam with exposure to low temperature and low light intensity. **Hortscience**, v.9, n.1, p. 63-65. 1974
- HARBAUGH, B.K.; WILFRET, G.J. Gibberelic acid (GA<sub>3</sub>) stimulates flowering in *Caladium hortulanum* Birdsey. **Hortscience**, v.14, p. 72-73, 1979.
- HENNY, R.J. Gibberellic acid (GA<sub>3</sub>) induces flowering in *Dieffenbachia maculata* 'Perfection'. **Hortscience**, v.15, n.5, p.613, 1980.
- JUNQUEIRA, A.H.; PEETZ, M.S. Exportações brasileiras de flores e plantas ornamentais: crescimento sustentado garante expansão de 20% no primeiro semestre de 2003. **IBRAFLOR Informativo** Ano IX, nº 41. Julho / Agosto de 2003.
- JUNQUEIRA, A.H.; PEETZ, M.S. Análise conjuntural das Exportações de flores e plantas ornamentais do Brasil. [www.ibraflor.com.br](http://www.ibraflor.com.br). 2004.

- KUBOTA, S.; YONEDA, K. Effect of light intensity preceding day/night temperatures on the sensitivity of *Phalaenopsis* to flower. **Journal Japanese Society Horticultural Science**, v.62(3), p.595-600, 1993.
- KUIJPER, J. Zur frage der periodischen blüte von *Dendrobium crumenatum* Lind. **Rec. Trav. Bot. Neerl.**, v.30, p.1-22, 1933.
- YAMANISHI, O. K. Trunk strangulation and winter heating effects on carbohydrate and its relation with flowering, fruiting and yield of 'Tosa Buntan' pummelo grown in a plastic house. **Journal of Horticulture Science**, v.70 (1), p.85-95, 1995.
- YONEDA, K.; MOMOSE, H.; KUBOTA, S. Effects of daylength and temperature on flowering in juvenile and adult *Phalaenopsis* plants. **Journal Japanese Soc. Horti. Science**, v.60 (3), p.651-657, 1991.
- LEE, N.; LIN, G.M. Effect of temperature on growth and flowering of *Phalaenopsis* white hybrid. **Journal Chinese Soc. Hort. Science**, v.30, p.223-231, 1984.
- MONSELISE, S.P. *Citrus* and related genera. In: **Handbook of flowering** (HALEVY, A.H., Ed) v.2, CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, p.87-108, 1985.
- NORTHEN, R.T. Orchids for the beginner-5- flowering. **Amer. Orch. Soc. Bull.**, v.42, n.5, p.423-434, 1973.
- ROTOR, 1959; GAVINO, B. The photoperiodic and temperature responses of orchids. **In The orchids- A scientific survey**. Carl, L., Editor, Ronald Press Company, New York, p. 397-417, 1959.
- SAKANISHI, Y.; IMANISHI, H.; ISHIDA, G. Effect of temperature on growth and flowering of *Phalaenopsis amabilis*. **Bulletin Univ. Osaka Pref. Ser. B**, v.32, p.1-9, 1980.
- SANYAL, D.; BANGERTH, F. Stress induced ethylene evolution and its possible relationship to auxin-transport, cytokinin levels, and flower bud induction in shoots of apple seedlings and bearing apple trees. **Plant Growth Regulation**, v.24, p.127-137, 1998.
- SHEENAN, T.J. AOS Solutions. **American Orchid Society Bulletin**, v.61, n.7, p.703-704, 1992.
- SILVA, W. **Cultivo de Orquídeas no Brasil**. Editora Nobel. 6<sup>a</sup> ed. 96 p. 1981.
- SIMÃO, S. **Tratado de fruticultura**. Piracicaba: FEALQ, 760p. 1998.
- SUTTLEWORTH, F.S., ZIM, H.S., DILLON, G.W. **Orquídeas: Guia dos orquidófilos**. Ed. Expressão e Cultura, Rio de Janeiro-RJ, 158 pág., 1994.
- TAIZ, L., ZEIGER, E. **Plant Physiology**. Sinauer Associates, Inc., Publishers. Fourth Edition. 764p., 2006.

WANG, Y.T. Gibberellic Acid on *Phalaenopsis*. **Am. Orchid Soc. Bulletin**, v.64, 7, p.744-745, 1995.

WANG, Y.T. *Phalaenopsis* orchid light requirement during the induction of spiking. **Hortscience**, 30(1), p.59-61, 1995.

WIDMER, R.E.; STEPHEN, L.C.; ANGEL, M.V. Gibberellin accelerates flowering of *Cyclamen persicum* Mill. **Hortscience**, v.9, n.5, p.476-477, 1974.

9 - ANEXOS



Foto 1 – *Phalaenopsis* FSNT ‘Snow F1’



Foto 2 – *Phalaenopsis* FSNT ‘Dai Itigô’



Foto 3 – *Cattleya* Ireni Holguim



Foto 4 – *Brassocattleya* Marcela Koss

**Foto 5** – Indução floral promovida pela aplicação do ácido giberélico, via pulverização foliar

