



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

DOUGLAS JUNIOR BERTONCELLI

**REGULADORES DE CRESCIMENTO NA INDUÇÃO DO
FLORESCIMENTO E NA REDUÇÃO DO PORTE DE
ORQUÍDEA**

Londrina
2018

DOUGLAS JUNIOR BERTONCELLI

**REGULADORES DE CRESCIMENTO NA INDUÇÃO DO
FLORESCIMENTO E NA REDUÇÃO DO PORTE DE
ORQUÍDEA**

Tese de Doutorado apresentado ao Programa de Pós-Graduação do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito para obtenção do título de Doutor em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Tadeu de Faria.

Londrina
2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Bertoncelli, Douglas Junior.

REGULADORES DE CRESCIMENTO NA INDUÇÃO DO FLORESCIMENTO E NA REDUÇÃO DO PORTE DE ORQUÍDEA / Douglas Junior Bertoncelli. - Londrina, 2018. 59f. : il.

Orientador: Ricardo Tadeu de Faria.

Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2018.

Inclui bibliografia.

1. Indução de florescimento - Tese. 2. Regulador de crescimento - Tese. 3. Orquídea - Tese. 4. Redução de porte - Tese. I. Faria, Ricardo Tadeu de . II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. Título.

DOUGLAS JUNIOR BERTONCELLI

**REGULADORES DE CRESCIMENTO NA INDUÇÃO DO
FLORESCIMENTO E NA REDUÇÃO DO PORTE DE ORQUÍDEA**

Tese de Doutorado apresentado ao Programa de Pós-Graduação do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito para obtenção do título de Doutor em Agronomia.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Tadeu de Faria
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. ^a. Dra. Lucia Sadayo Assari Takahashi
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. ^a. Dra. Christina da Silva Wanderley
Centro Universitário Filadélfia - UNIFIL

Prof. ^a. Dra. Josemeyre Bonifácio da Silva
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Dra. Ana Beatryz Prenzier Suzuki
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. ^a. Dra. Inês Cristina Batista Fonseca
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Dra. Renata Koyama
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina, 23 de fevereiro de 2018.

Dedico esse trabalho à Deus, minha família, amigos, colegas de trabalho e orientadores pelo apoio, força, incentivo, companheirismo e amizade.

AGRADECIMENTOS

Certamente estes parágrafos a seguir não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida. Portanto, desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus por me amparar nos momentos difíceis, me dar força interior para superar as dificuldades e iluminar minha caminhada.

Agradeço a Universidade Estadual de Londrina (UEL) e ao Programa de Pós-graduação em Agronomia.

Agradeço a Capes pelo suporte financeiro através da bolsa de Doutorado.

Agradeço ao Professor, Dr. Ricardo Tadeu de Faria, pela dedicação, paciência, desafios propostos e pela orientação; por meio dele, eu me reporto a toda a comunidade da Universidade Estadual de Londrina (UEL) pelo apoio.

A todos os colegas de trabalho da fitotecnia gostaria de externar minha satisfação de poder conviver com eles durante a realização do meu Doutorado.

Gostaria de agradecer também a todos os meus amigos, em especial Guilherme Augusto Cito Alves, Felipe Favoretto Furlan, Gustavo Henrique Freiria, José Henrique Bizzari Bazzo, Luis Abilio Ribeiro Alves, André Prechlak Barbosa, Guilherme Renato Gomes, Mônica Satiê Omura, Verônica Pellizzaro, Ana Beatryz Prenzier Suzuki, pelas risadas, companhia, brincadeiras, caronas e por serem muito especiais.

Agradeço também a minha família pelo apoio, pois acredito que sem eles seria muito difícil vencer esse desafio.

Agradeço também a todos que me ajudaram no desenvolvimento dos trabalhos.

BERTONCELLI, Douglas Junior. **Reguladores de crescimento na indução do florescimento e na redução do porte de orquídea**. 2018. 59 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018.

RESUMO

O manejo da floração de orquídeas permite a comercialização fora de safra, período em que o valor pode triplicar. A indução do florescimento pode ser realizada com reguladores de crescimento, os quais também são utilizados na redução do porte, para obtenção de plantas mais compactas. O objetivo do trabalho foi avaliar a influência dos reguladores de crescimento na indução do florescimento e na redução do porte de plantas de *Dendrobium nobile* Lindl. Foram conduzidos dois experimentos, no primeiro foi aplicado os reguladores cianamida hidrogenada nas doses de 0,5 e 1,0 g L⁻¹, ethephon nas doses de 2,4 e 4,8 g L⁻¹, 6-benzilaminopurina (BAP) nas doses de 125 e 250 mg L⁻¹ e ácido giberélico (GA₃) nas doses de 125 e 250 mg L⁻¹, combinados com estresse hídrico, e avaliado a indução de floração. No segundo experimento utilizou-se os reguladores trinexapaque-etílico nas doses de 0,25; 0,50; 0,75; 1,00 e 1,25 g L⁻¹ e ethephon, nas doses de 1,20; 2,40; 3,60; 4,80 e 6,00 g L⁻¹, visando a redução de porte. Os caracteres avaliados foram: altura do pseudobulbo principal, altura do maior broto, comprimento do entrenó, número de folhas, comprimento e largura da folha, número de brotos, diâmetro do maior broto, presença de “keikis” (brotação de gemas aéreas), massa seca de folhas, massa seca de pseudobulbos, massa seca da raiz, presença de flores, comprimento e largura da flor e comprimento e largura do labelo. No primeiro experimento, foi observado que apenas no tratamento com 125 mg L⁻¹ de GA₃ na ausência de estresse hídrico ocorre a indução floral de *D.nobile*. No segundo experimento, o ethephon causou redução do porte das plantas, sendo que a dose de 4,19 g L⁻¹ ingrediente ativo (i.a.), resultou no menor porte (aproximadamente 70%). A aplicação deste regulador causou também aumento no número de brotações (aproximadamente 140%), porém com inibição do florescimento. O trinexapac-etílico causou redução do porte de plantas (aproximadamente 40%), porém doses acima de 0,75 g L⁻¹ i.a., causou inibição do florescimento das plantas.

Palavras-chave: Orchidaceae. Cianamida hidrogenada. Ethephon. 6-Benzilaminopurina. Ácido giberélico. Trinexapaque-etílico.

BERTONCELLI, Douglas Junior. **Growth regulators in flowering induction and reduction in the size of orchid**. 2018. 59 p. Thesis (Doctoral Degree in Agronomy) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018.

ABSTRACT

Orchid flowering management allows for off-season marketing, a period in which the value can reach three times. Flowering induction can be performed with growth regulators, which are also used in reducing the size, to obtain more compact plants. The objective of this work was to evaluate the influence of growth regulators on the induction of flowering and on the reduction of the size of *Dendrobium nobile* Lindl. plants. In the first experiment the hydrogen cyanamide (Dormex) regulators were applied at doses of 0.5 and 1.0 g L⁻¹, ethephon (Ethrel) in the doses of 2.4 and 4.8 g L⁻¹, 6-benzylaminopurine (BAP) at doses of 125 and 250 mg L⁻¹ and gibberellic acid (GA₃) at 125 and 250 mg L⁻¹, combined with water stress, and flowering induction. In the second experiment the trinexapac-ethyl regulators were used at doses of 0.25; 0.50; 0.75; 1.00 and 1.25 g L⁻¹ and ethephon at the doses of 1.20; 2.40; 3.60; 4.80 and 6.00 g L⁻¹, aiming at reduction of size. The evaluated traits were: height of the main pseudobulb, height of the largest shoot, length of the trapezoid, number of leaves, leaf length and width, number of shoots, diameter of largest shoot, presence of keikis (budding of aerial gems), dry mass of leaves, dry mass of pseudobulbs, dry mass of the root, presence of flowers, length and width of the flower and length and width of the lip. In the first experiment, it was observed that only in the treatment with 125 mg L⁻¹ of GA₃ in the absence of water stress did the floral induction of *D.nobile* occur. In the second experiment, it was observed that ethephon caused a reduction in the size of *D. nobile* plants, and the dose of 4.19 g L⁻¹ a.i., resulted in a smaller size (approximately 70% reduction). The application of this regulator also caused an increase in the number of shoots (approximately 140%), but with inhibition of flowering. Trinexapac-ethyl caused a reduction in the size of *D.nobile* plants (approximately 40% reduction), however, doses above 0.75 g L⁻¹ a.i. caused inhibition of flowering of plants.

Keywords: Orchidaceae. Hydrogen cyanamide. Ethephon. 6-Benzylaminopurine. Gibberellic acid. Trinexapac-ethyl.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2.	REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1	HISTÓRICO DA FLORICULTURA.....	11
2.2	A FLORICULTURA NO BRASIL	11
2.3	A FAMÍLIA ORCHIDACEAE.....	11
2.3.1	<i>Dendrobium</i>	13
2.4	INDUÇÃO DO FLORESCIMENTO.....	14
2.4.1	Giberelina	16
2.4.2	Cianamida hidrogenada	17
2.4.3	Ethephon	17
2.4.4	Citocininas	18
2.4.5	Estresse hídrico	19
2.5	REGULADORES DE CRESCIMENTO VEGETAL.....	20
2.5.1	Trinexapaque-etílico	21
2.5.2	Ethephon	22
2.6	REGULADORES DE CRESCIMENTO EM ORQUÍDEAS.....	23
3.	ARTIGO A	20
3.1	INDUÇÃO DO FLORESCIMENTO DA ORQUÍDEA <i>Dendrobium nobile</i> Lindl.	20
3.1.1	Resumo	20
3.1.2	Introdução	21
3.1.3	Material e métodos	22
3.1.4	Resultados e discussão	23
3.1.5	Conclusão	33
4.	ARTIGO B	34
4.1	TRINEXAPAQUE-ETÍLICO E ETHEPHON NA REDUÇÃO DO PORTE DA ORQUÍDEA <i>Dendrobium nobile</i> Lindl.	34
4.1.1	Resumo	34
4.1.2	Introdução	35

4.1.3	Material e métodos	36
4.1.4	Resultados e discussão	34
4.1.5	Conclusão.....	45
	CONCLUSÕES FINAIS	46
	REFERÊNCIAS	47

1 INTRODUÇÃO

A família Orchidaceae está presente em quase todos os ecossistemas da terra, ausentes apenas nos pólos e nas regiões desérticas. Apresentam entre 800 e 1.000 gêneros e 20.000 a 25.000 espécies, sendo uma das maiores famílias de plantas (MENINI NETO, 2010).

No Brasil, são citados 236 gêneros e 2.432 espécies, sendo no estado do Paraná 127 gêneros e 588 espécies (BARROS et al. 2012). Apesar de ser encontrada em todos os biomas brasileiros, a Mata Atlântica é o que abriga a maior riqueza específica com mais de 1.400 espécies registradas (PABST; DUNGS, 1975).

Normalmente, as orquídeas apresentam florescimento uma única vez ao ano. Porém, na floricultura é comum a aplicação de reguladores de crescimento com objetivo de induzir a floração fora da época de plantas ornamentais, permitindo a comercialização na entressafra, período em que o preço quase triplica, aumentando assim o lucro do produtor, além de permitir a produção de flores em qualquer época do ano.

As espécies de orquídeas comercializadas, apresentam distinção nas respostas a aplicação de reguladores de crescimento. Porém no Brasil o registro para uso de reguladores, está restrito a algumas espécies, principalmente as grandes culturas, sendo que na floricultura o único regulador de crescimento registrado é o daminozide. Por outro lado nos países Europeus e nos Estados Unidos da América (EUA), vários reguladores de crescimento são registrados para uso na floricultura.

As orquídeas são utilizadas para decorações de grandes eventos, de pequenos espaços, como consultórios, casas e apartamentos, sendo necessária a adequação do tamanho das plantas com o local. A formação de plantas mais compactas permite a utilização das orquídeas em pequenos espaços, além de facilitar o manejo durante o transporte.

Com o propósito de suprir a demanda do mercado consumidor, pesquisas com reguladores de crescimento têm sido executadas para viabilizar a obtenção de plantas compactas, sem a necessidade de realização de melhoramento genético, o qual se caracteriza como um processo demorado. Portanto é de suma importância o desenvolvimento de estudos com reguladores de crescimento tanto para indução do florescimento como redução de porte em plantas ornamentais, em específico das orquídeas, as quais na sua maioria apresentam floração restrita a uma única época do ano e porte de médio a grande, dependendo da espécie.

O objetivo do trabalho foi avaliar a influência dos reguladores de crescimento em diferentes doses na indução do florescimento e na redução do porte da orquídea *Dendrobium nobile* Lindl.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 HISTÓRICO DA FLORICULTURA

As flores vêm sendo utilizadas pelo homem desde os primórdios da civilização, principalmente em forma de adornos em templos religiosos, além da domesticação de espécies selvagens para bem estar. Segundo Aki e Perosa (2002) foram encontrados em sítios arqueológicos, adornos de flores onde se enterravam os falecidos.

As civilizações antigas cultivavam espécies alimentícias, medicinais e ornamentais, sendo este ramo do conhecimento, denominado horticultura, porém somente ganhou destaque na época Renascentista, principalmente pela população inglesa (PAIVA, 2008).

Nas viagens de colonização dos continentes asiático e americano, os ingleses levavam muitas espécies vegetais exóticas, as quais precisavam de locais protegidos para seu cultivo e propagação, momento em que se desenvolveram as primeiras estufas, intensificando-se o cultivo de flores e seu comércio (TOOGOOD, 2000).

No século XX, a horticultura ornamental apresentou grande avanço, principalmente nos países europeus como Holanda, França, Alemanha entre outros (KIYUNA et al., 2004). Esse avanço da floricultura foi devido ao desenvolvimento de novas tecnologias para a propagação, o cultivo, melhoramento genético e desenvolvimento de híbridos (TOOGOOD, 2000).

2.2 A FLORICULTURA NO BRASIL

No Brasil, as áreas utilizadas para cultivo de flores estão concentradas nos estados de São Paulo, Rio Grande do Sul e Ceará. O mercado de flores e plantas ornamentais movimentou no ano de 2015 aproximadamente seis bilhões de reais. O país conta com cerca de 8 mil produtores de flores e plantas, os quais juntos cultivam mais de 350 espécies com cerca de três mil variedades (IBRAFLOR, 2017).

O mercado de flores é uma importante engrenagem na economia brasileira sendo responsável por 215.818 empregos diretos, dos quais 36,37% estão ligados à produção, 3,9% relacionados à distribuição, 55,87% no varejo e 3,8% em outras funções, em maior parte como apoio (IBRAFLOR, 2017).

Na década de 1950 ocorreu a profissionalização do setor, marcada pela criação da Cooperativa Agropecuária de Holambra pelos holandeses com a participação de

imigrantes portugueses, japoneses, italianos e alemães que se estabeleceram nos arredores da cidade de São Paulo (LANDGRAF; PAIVA, 2009), sendo hoje um dos setores com maior rentabilidade por área cultivada. O Brasil, apresenta algumas vantagens para produção de flores, baixo custo, grande biodiversidade, diversidade climática e a posição estratégica em relação ao mercado internacional.

O mercado de flores brasileiro mostra-se aquecido em decorrência da melhora contínua dos indicadores sociais, aumento do varejo de autosserviço na distribuição de flores e plantas, expansão e aperfeiçoamento da rede de comércio atacadista, expansão da oferta regional de mercadorias, em decorrência tanto do crescimento e do fortalecimento de polos produtivos regionais, quanto do redirecionamento para o mercado interno de produtos de exportação (JUNQUEIRA; PEETZ, 2014)

Os principais produtos da floricultura, importados pelo Brasil no ano de 2012 foram os bulbos, rizomas, tubérculos e similares destinados à propagação vegetativa, tanto para consumo doméstico, quanto para reexportação, bem como os das mudas de orquídeas. As mudas de orquídeas importadas da Holanda, Tailândia e Japão, demonstraram o intenso crescimento da base produtiva e do consumo dessas flores no mercado doméstico (JUNQUEIRA; PEETZ, 2012).

A floricultura brasileira tem grande potencial de crescimento e se caracteriza como um dos mais promissores segmentos da horticultura, dentre os agronegócios nacionais. Contudo, para alcançá-lo será necessário o aumento do consumo de flores pela população, já que se restringe principalmente a eventos como: casamentos, funerais, aniversários, e datas especiais como dias mães, namorados, etc., (BATALHA; BUAINAIN, 2007).

Tem sido observado um aumento do mercado consumidor de plantas ornamentais das orquídeas do gênero *Dendrobium*, *Arundina*, *Tunia*, entre outras, pois possuem potencial para comercialização. No entanto, sua produção em vasos é afetada pelo grande porte, dificultando sua produção, manuseio e transporte. Para atender produtores e consumidores, pesquisas com reguladores de crescimento tem sido executadas para viabilizar a obtenção de padrão estético mais propício ao envasamento, com porte mais compacto (WANDERLEY et al., 2007).

2.3 A FAMÍLIA ORCHIDACEAE

As orquídeas compreendem aproximadamente 10 % das Angiospermas, representando a segunda maior família de plantas com cerca de 850 gêneros, entre 20.000 a

30.000 espécies e possuem distribuição cosmopolita (DRESSLER, 2005; SOUZA; LORENZI, 2008). Em relação ao hábito de crescimento, podem ser epífitas, terrestres ou rupícolas, não existindo espécies parasitas; o crescimento pode ser do tipo monopodial (ereto) ou simpodial (prostado) (BLOSSFELD, 1999).

De acordo com Dressler (2005), a família Orchidaceae é dividida em seis subfamílias: Apostasioideae, Cyripedioideae, Spiranthoideae, Orchidoideae, Epidendroideae e Vandoideae. As duas últimas podem ser destacadas devido ao grande número de espécies exploradas economicamente. A subfamília Epidendroideae, possui gêneros com enorme valor horticultural como *Cattleya*, *Guarianthe* e *Rhyncholaelia* entre outros (VAN DEN BERG et al., 2009), todos de ocorrência natural no Brasil, e muito utilizados para a produção de híbridos comerciais.

Segundo Takane et al. (2006), a família Orchidaceae é de grande importância ornamental, possuindo inúmeros gêneros de valor horticultural no Brasil, como por exemplo: *Cattleya Lindl.*, *Hadrolaelia* (Schltr.), *Epidendrum L.* e *Oncidium Sw.* As orquídeas possuem características muito especializadas, que lhes conferem alta capacidade de adaptação a diferentes ambientes.

As orquídeas tem seu espaço garantido mundialmente a contar da conhecida baunilha (*Vanilla sp.*), retirada da orquídea, pois suas flores variadas e coloridas são apreciadas e muito comercializadas no mundo todo, sendo assim, extremamente importante o seu conhecimento, tanto para produção e comercialização, quanto para sua preservação (BENZING; OTT; FRIEDMAN, 1982).

2.3.1 *Dendrobium*

O gênero *Dendrobium* compreende mais de 1500 espécies, são orquídeas epífitas, nativa de Birmânia, Índia, Tailândia e Indochina. Nestes lugares, estas espécies crescem em árvores, desde as planícies até as montanhas frias do Himalaia a elevações de 1.400 metros (SILVA, 1986).

É considerado um dos gêneros de orquídea mais produzido e comercializado, tanto no Brasil quanto no exterior. As plantas desse gênero necessitam de local ventilado, temperatura entre 15° a 25°C, regas regulares na primavera e no verão e mais espaçadas no outono e inverno (LORENZI; SOUZA, 1996). A grande maioria das espécies deste gênero floresce do final do inverno ao início da primavera. Dentre as espécies cultivadas

desse gênero, destaca-se *Dendrobium nobile* Lindl., pela variedade de cores e grande número de flores por planta (KRAMER, 1989; VIDIGAL et al., 1998).

Algumas espécies apresentam flores pouco notórias, outras como algumas das orquídeas mais vistosas que se conhecem. Os caules podem ser bulbosos ou do tipo cana. Em algumas espécies, as folhas persistem durante várias estações, noutras são renováveis, soltando-se frequentemente da planta em geral antes da floração. As flores são solitárias ou agrupadas, muitas vezes sobre hastes arqueadas, mais ou menos longas, porém, todas têm as sépalas laterais unidas na base, formando um pequeno saco, as flores variam desde menos de 1cm a mais de 10 cm de diâmetro (HUBER, 1994).

Dendrobium nobile Lindl. (olho de boneca) é uma das orquidáceas mais populares do Brasil, ocupando posição de destaque no mercado de plantas de corte e de vaso. São citados mais de quinze cultivares, nas quais varia o tamanho e a cor das flores (CAMPOS, 2000).

O considerável interesse pelo gênero *Dendrobium* é devido a sua larga distribuição geográfica, crescimento em diferentes habitats, cultivo relativamente simples e, principalmente, ao grande valor florístico de seus híbridos e volume expressivo de comercialização (JONES et al., 1998).

2.4 INDUÇÃO DO FLORESCIMENTO

Uma alternativa para obtenção de maiores lucros na floricultura está relacionada com a alteração do período de florescimento das plantas para assim proporcionar a oferta de flores em períodos de entressafra, quando os preços dobram ou triplicam, em relação àqueles da época normal. Essa prática poderia ser realizada através do manejo da irrigação, associada com a aplicação de maturadores e reguladores de crescimento (RADEMACHER, 2000).

Contudo, o mecanismo de florescimento da maioria das plantas ainda é desconhecido, o que se sabe é que é controlado tanto por fatores intrínsecos como extrínsecos à planta. Em grande parte dos casos os fatores atuam em conjunto para que o florescimento ocorra, envolvendo diversos processos internos da planta e condições ambientais (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Várias hipóteses tentam explicar os fatores que influenciam o florescimento em plantas, mas pouco se conhece quanto ao estímulo da floração, sendo que na maioria das espécies a temperatura, o fotoperíodo e condições de estresse são direta ou indiretamente

responsáveis pela indução do florescimento. A descoberta do gene Ft em plantas tem dado suporte e restaurado a hipótese do florígeno (TAIZ; ZEIGER, 2013; KERBAUY, 2008).

Em *Philodendron* 'Black Cardinal' houve indução ao florescimento em condições não indutivas, com a aplicação de GA₃ nas concentrações de 125, 250, 500 e 1000 mg L⁻¹, havendo aumento na porcentagem de floração e número de inflorescências por planta com a elevação das concentrações (CHEN et al, 2003).

A ocorrência de baixas temperaturas e o estrangulamento do tronco elevaram o número de inflorescências e botões florais em plantas de pomelo (*Citrus grandis*), sendo que o estrangulamento do tronco elevou os níveis de etileno endógeno, sendo este hormônio relacionado a indução da floração (YAMANISHI, 1995).

Em macieira, a indução da floração foi obtida quando as brotações foram dobradas, causando estresse mecânico na planta, elevando assim a concentração de etileno interno e diminuindo as concentrações de citocininas e o transporte de auxinas nos tecidos afetados, sendo a formação de botões florais regulada por um desses hormônios citados (SANYAL; BANGERTH, 1998).

Em laranja doce (*Citrus sinensis*), a indução da formação de botões florais ocorreu com a aplicação foliar de poliaminas como arginina (50 mM), putrescina (10 ou 20 mM) e espermidina (10 ou 20 mM), sendo que uma semana após a aplicação de 50 mM de arginina ou 20 mM de espermidina observou-se em incremento de 42% e 87% no número de flores respectivamente (ALI; LOVATT, 1995).

Em algumas espécies de orquídeas, a floração é regulada pelo fotoperíodo, sendo que para *Catleya labiata*, *C. trianai* a indução ocorre em dias curtos, para outras como *C. granulosa*, *C. intermedia* ocorre em dias longos, contudo muitas destas espécies apresentaram redução da floração com a ocorrência de temperaturas noturnas acima de 18°C (BATCHELOR, 1981). Vale ressaltar que a indução da floração de orquídeas ainda não é bem conhecida.

Em espécies de orquídeas que são insensíveis ao fotoperíodo, foi observado respostas a baixas temperaturas, florescendo após exposição a temperaturas noturnas iguais ou abaixo de 13°C, sendo que as *Paphiopedilum* pertencem a esta categoria. (ARDITTI 1967).

De acordo com Wang (1995), o gênero *Phalaenopsis* necessita de um período de três a cinco semanas de exposição à queda de temperatura, de 25°C para 15°C, para iniciar a emissão das inflorescências, mas a aplicação externa de GA₃ em épocas de altas temperaturas para induzir a emissão de inflorescências não resultou na obtenção de flores. Porém, foi possível induzir o florescimento em *Phalaenopsis* Leda com a aplicação de GA₃,

mesmo em condições de altas temperaturas, que são desfavoráveis à indução (CHEN et al., 1997).

Resultados promissores na indução do florescimento ocorreram na concentração de 125 mg L⁻¹ de GA₃, pulverizado por duas vezes em plantas de *Phalaenopsis*, com 83% das plantas florida, sendo que o número de flores aumentou com o incremento das doses de GA₃ até a concentração de 1.000 mg L⁻¹ em duas pulverizações, sem diminuição da qualidade das flores até a concentração de 500 mg L⁻¹, por outro lado o uso de 4 aplicações de GA₃ e o conseqüente aumento das concentrações de aplicação do regulador vegetal nas plantas, ocasionaram uma menor qualidade das inflorescências e flores obtidas (CARDOSO et al., 2012).

De acordo com Northen (1973), algumas espécies de orquídeas são induzidas à floração por diferenças climáticas drásticas durante as estações, e outras preferem situações constantes, como por exemplo, em algumas espécies de *Cattleya* os primórdios florais são induzidos pela combinação de fatores climáticos.

Segundo Kuijper (1933) o florescimento de *Dendrobium crumenatum* foi induzido pela queda da temperatura para 4° C durante algumas horas. Plantas de *Cymbidium niveo-marginatum* cultivadas *in vitro*, floresceram quando houve redução na concentração de nitrogênio do meio de cultura, associado ao aumento de fósforo, aplicação de BAP e cortes das raízes, demonstrando que mesmo em tecidos jovens é possível induzir o florescimento, quando as condições nutricionais, hormonais e fisiológicas das plantas são ideais. Também foi possível, induzir o florescimento de plantas de *Cymbidium*, *ensifolium* var. *misericors* cultivadas *in vitro* quando se empregou no meio de cultura, elevadas doses de citocininas como BAP, isopentilil-adenina e thidiazuron (CHANG; CHANG, 2003).

2.4.1 Giberelina

As giberelinas são definidas por sua estrutura química, sendo que a base são diterpenóides tetracíclicos constituídos de quatro unidades de isoprenóides. A unidade biológica isopreno é o isopentenilpirofosfato (IPP) o qual, acreditava-se ser originado do ácido mevalônico, porém descobriu-se a existência de duas rotas de biossíntese de terpenóides: uma dependente e outra independente do ácido mevalônico (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Em muitas plantas a aplicação exógena de reguladores de crescimento promovem aumento de pétalas e indução de floração em plantas de dias longos, sob condições

de dias curtos, porém o inverso não ocorre, apesar de algumas exceções. O principal regulador de crescimento envolvido da indução da floração é o ácido giberélico (GA_3) (CID, 2000).

A indução da floração pela aplicação do GA_3 está relacionada à ativação da enzima α -amilase que degrada e disponibiliza substrato suficiente para promoção do florescimento (CORR; WIDMER, 1987).

Segundo Taiz e Zeiger (2013), as giberelinas exógenas podem substituir a indução fotoperiódica ao serem aplicadas em plantas de dias longos que crescem na forma de roseta sob efeito de dias curtos. Nessas plantas, a floração é acompanhada pelo alongamento do caule, eventos esses considerados independentes. A aplicação de giberelinas também pode induzir a floração em algumas plantas de dias curtos em condições não-indutivas, bem como pode substituir parcial ou totalmente os efeitos desencadeados pelas baixas temperaturas em plantas com requerimentos de frio para a floração.

2.4.2 Cianamida hidrogenada

A cianamida hidrogenada (H_2CN_2) pode ser utilizada para o suprimento artificial da endodormência das gemas (GEORGE; NISSEN, 1993), pois sabe-se que este produto é rapidamente absorvida e metabolizada sendo que sua ação causa diminuição da atividade da catalase, sem modificar a peroxidase, o que resulta em um aumento da concentração de peróxido (H_2O_2) nas gemas (GOLDBACK et al., 1988), sendo este aumento responsável pela ativação do ciclo das pentoses e conseqüentemente indução da saída da dormência das gemas (OMRAN, 1980).

Este regulador é muito utilizado para estimular e uniformizar a brotação e floração, bem como para aumentar a produtividade da videira (MIELLE, 1991), do quiwi (SCHUCK, 1992), da pereira (FRANCISCONI et al., 1992) e do pessegueiro (MARONDIN et al., 1991; MATOS; DUCROQUET, 1992).

Petri e Herter (2004), ressaltaram que a otimização do efeito da cianamida hidrogenada é dependente do estágio fenológico da planta, da concentração utilizada, do volume de calda e dos fatores ambientais.

2.4.3 Ethephon

O ethephon ou ácido 2-cloro-etilfosfônico, descoberto na década de 1960 e conhecido comercialmente, como ethrel, é um composto químico que quando aspergido em

solução aquosa é rapidamente absorvido e transportado no interior vegetal. Ele libera lentamente o etileno por meio de uma reação química, permitindo que o hormônio exerça seus efeitos. Uma vez liberado, o etileno, como gás, difunde-se através dos espaços intercelulares (ALBUQUERQUE, 1992).

O etileno é um hormônio empregado na agricultura como regulador de processos fisiológicos de desenvolvimento vegetal, pode-se citar, a germinação de sementes, a expansão celular, a diferenciação celular, o florescimento e a senescência e abscisão de flores e folhas, e como se encontra na forma de gás, apresenta uma alta taxa de difusão (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Segundo Felipe (1886), entre as várias funções do etileno, está a promoção da floração em plantas lenhosas e aceleração e maturação de órgãos das plantas. Acredita-se que o ethephon age retardando o crescimento, acelerando a maturação dos ramos para que os mesmos floresçam (ALBUQUERQUE, 1992).

2.4.4 Citocininas

O florescimento é um processo sob controle hormonal, sendo que fatores externos exercem influência neste processo pela modificação bioquímica da planta, particularmente no balanço hormonal (THIMANN, 1974), dentre eles, as giberelinas e as citocininas parecem ser os principais compostos envolvidos na formação dos primórdios da inflorescência (MULLINS et al., 2000).

Em videira no estágio inicial, as giberelinas promovem o florescimento porque induzem a formação do primórdio indiferenciado, contudo posteriormente, as mesmas agem como inibidoras do florescimento, pois direcionam o primórdio indiferenciado para a formação de gavinhas (MULLINS et al., 2000).

Botelho et al. (2004) verificaram redução da fertilidade de gemas em videiras ‘Rubi’ tratadas com ácido giberélico no estágio de quinta folha expandida, porém as citocininas são necessárias para a diferenciação do primórdio indiferenciado em primórdio de inflorescência.

Shikhamany (1999) relata que na fase de florescimento há a necessidade de uma alta relação citocinina/giberelina endógena. “Seedlings” de videiras das cultivares Cabernet Sauvignon e Moscatel de Hamburgo foram induzidas a florescer e desenvolver cachos com sementes viáveis, mediante aplicações de 6-benzilaminopurina (BAP) (SRINIVASAN; MULLINS, 1981).

2.4.5 Estresse hídrico

O estresse em planta é resultado de todo fator externo que exerça uma influência desfavorável ao desenvolvimento da planta, perturbando o seu equilíbrio interno e agindo sobre o desenvolvimento (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Segundo Taiz e Zeiger (2013), a inibição da expansão foliar é uma das primeiras respostas ao estresse hídrico, que ocorre quando decréscimos de turgor, resultantes do déficit hídrico, reduzem ou eliminam a força propulsora da expansão celular e foliar. Os mecanismos adicionais de resistência em resposta ao estresse hídrico incluem a abscisão foliar, expansão das raízes para as zonas mais profundas e úmidas do solo e fechamento estomático.

Castro Neto (1995) saliente que o estresse hídrico é fundamental para a substituição do estresse por baixas temperaturas, sendo que o estresse hídrico, decorrente do alagamento das raízes, poderia ser mais eficiente que o provocado por falta de água. Neste sentido, observou que o excesso de água paralisa o crescimento radicular e causa a formação do precursor do etileno que é translocado para a parte aérea da planta e promove a floração.

Para algumas espécies de plantas a diferenciação do meristema vegetativo para reprodutivo pode ser promovida mediante um estresse hídrico moderado no início do crescimento vegetativo (BRAVDO et al., 1985), porém uma deficiência hídrica severa pode reduzir a formação de gemas férteis (BUTTROSE, 1974).

Bravdo e Naor (1996) ressaltam que a contradição sobre a influência da disponibilidade hídrica na fertilidade de gemas ocorre porque, a relação entre o vigor dos ramos e a fertilidade de gemas assemelha-se a uma hipérbole normal, ou seja, se o déficit hídrico for programado para coincidir com o período de iniciação das gemas, a fertilidade pode ser melhorada pelo desvio de fotoassimilados do crescimento dos ramos para o desenvolvimento dos primórdios de inflorescência, por outro lado, se o déficit hídrico for severo, os estômatos se fecham, reduzindo a fotossíntese e a produção e o acúmulo de carboidratos.

Klierwer (1990) estudando a fertilidade das gemas de videiras 'Cabernet Sauvignon' observou que em plantas irrigadas quando a capacidade de campo do solo atingiu 20%, a fertilidade das gemas foi marcadamente inferior daquelas irrigadas, quando a saturação do solo alcançou entre 40 e 60% de capacidade de campo (KLIEWER, 1990).

2.5 REGULADORES DE CRESCIMENTO VEGETAL

São considerados reguladores de crescimento toda substância química de origem natural ou sintética que possa ser aplicada diretamente na planta, com objetivo de alterar os processos vitais ou estruturais, por meio de modificações no balanço hormonal das plantas. Esses produtos atuam como sinalizadores químicos na regulação do crescimento e desenvolvimento, normalmente ligam-se a receptores desencadeando uma série de mudanças celulares, afetando a iniciação ou modificação do desenvolvimento de órgãos ou tecidos. (FERRARI et al., 2008).

Existem duas maneiras pelas quais os reguladores de crescimento agem, sendo de forma direta, provocando mudanças físicas nas estruturas celulares ao interagir com elas ou, indiretamente interferindo no caminho metabólico que conduz a um determinado tipo de estrutura (HERTWIG, 1992).

Hormônios vegetais, como auxinas, citocininas e giberelinas são compostos reguladores de crescimento produzidos pelas plantas, sendo que as giberelinas (GAs) recebem destaque especial por estimularem tanto a divisão quanto a alongação celular (TAIZ; ZEIGER, 2013). A ação mais evidente deste composto é observada no crescimento das plantas, especialmente no alongamento das células (FLOSS, 2004).

Na maioria das plantas as giberelinas agem no alongamento dos entrenós, agindo no meristema intercalar, o qual está localizado próximo à base do entrenó, que produz células derivadas para cima e para baixo, porém vale ressaltar que existe mais de 125 tipos de GAs, as quais têm sido encontradas em plantas, bactérias e fungos, porém apenas algumas delas são biologicamente ativas, como exemplo GA₁, GA₃, GA₄ e GA₇ (TAIZ; ZEIGER, 2013).

A indústria de agroquímicos denomina como redutor e/ou inibidor de crescimento as substâncias sintéticas capazes de regular o crescimento das plantas, os quais são aplicados de forma exógena, sendo estes diferentes dos reguladores de crescimento endógenos (DAVIES, 2007), pois normalmente são antagonistas das giberelinas e agem modificando o metabolismo destas (TREHARNE et al., 1995; RAJALA; PELTONEN-SAINIO, 2001).

Os reguladores de crescimento induzem respostas fisiológicas e são efetivos em quantidade extremamente pequenas e tem sido aplicado na floricultura, (PATELI et al., 2004) com o objetivo de atrasar a divisão celular, bem como restringir a biossíntese de

giberelinas, conseqüentemente reduzindo crescimento dos entrenós, produzindo plantas de menor porte (MAGNITSKIY et al., 2006).

Normalmente, os reguladores de crescimento são aplicados para limitar o comprimento da haste floral, produzindo uma forma que se adapte a um vaso sem alterar seu desenvolvimento ou apresentar efeitos fitotóxicos (TAYAMA; CARVER, 1990.), além de forçar a produção nas entressafras, diminuir o porte das plantas, aumentar o número de flores por planta e alterar o tom das cores (YAMADA, 1992).

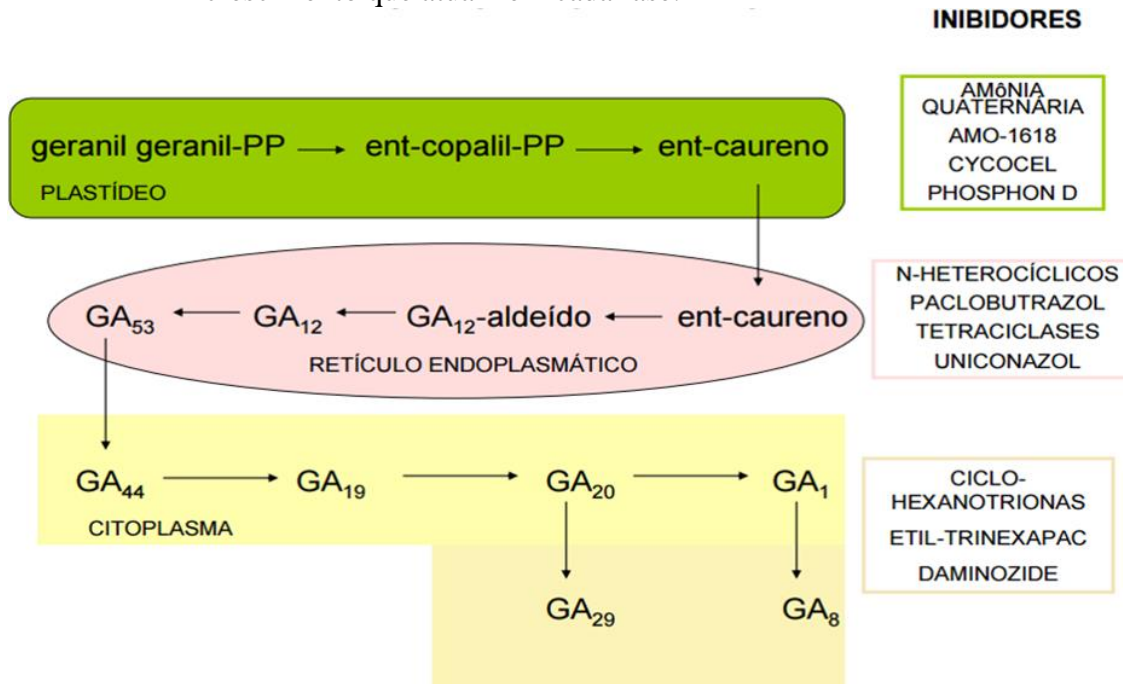
Os reguladores de crescimento são divididos em três classes, de acordo com o modo de inibição das três etapas de síntese de giberelina. A primeira classe é formada por compostos como o amônio quartenário (cloreto de clorquetat ou CCC, cloreto de mepiquat e AMO-1618) e o fosfônio (cloreto de clorfênio), seguida pela classe constituída por compostos heterocíclicos contendo nitrogênio, como ancimidol (uma pirimidina), tetciclasas (um norbornanodiazetina) e compostos tipo triazol (paclobutrazol e uniconazol). Por fim, o terceiro grupo inclui acilciclohexanoedionas como prohexadiona-Ca e trinexapac-etil, participando da terceira e última etapa da biossíntese de giberelina (RADEMACHER, 2000). Na Figura 2.5.1 é possível observar a três fases de inibição da síntese de giberelina.

2.5.1 Trinexapaque-etílico

O trinexapaque-etílico é um regulador vegetal que reduz a alongação dos entre nós no estágio vegetativo, interfere no final da rota metabólica da biossíntese do ácido giberélico, pela inibição da enzima 3 β -hidroxilase, reduzindo drasticamente o nível do ácido giberélico ativo (GA_1) e, assim, aumentando seu precursor biossintético imediato GA_{20} (DAVIES, 1987).

Segundo Heckman et al. (2002), o trinexapaque-etílico pode também inibir parcialmente o transporte de elétrons nas mitocôndrias, reduzindo desta forma a respiração celular, o que indica uma outra função potencial para o uso deste composto. Esse regulador de crescimento é encontrado na formulação comercial, como produto Moddus® apresentando 250 g L⁻¹ de trinexapaque-etílico (4-ciclopropil (hidróxi) metileno-3,5-dioxociclohexano carboxilato de etila). Pertence a classe toxicológica III e formulação concentrada emulsionável.

Figura 2.5.1 – Esquema da rota de biossíntese das giberelinas e a relação de reguladores de crescimento que atuam em cada fase.



Fonte: Adaptado de Kerbauy (2008).

O trinexapaque-etílico é absorvido nas plantas predominantemente pelas folhas e gemas terminais, sendo a absorção radicular muito limitada. A translocação é relativamente rápida e os sintomas de inibição do crescimento podem ser observados em até 48 horas após a aplicação. Atua seletivamente através da redução do nível de giberelina ativa, induzindo a planta a uma inibição temporária ou redução na taxa de crescimento, sem afetar o processo de fotossíntese, a integridade da gema apical e o volume de massa radicular (FREITAS et al., 2002).

2.5.2 Ethephon

O ethephon (ácido 2-cloroetilfosfônico) de nome comercial, Ethrel, Zas e Arvest, é um regulador vegetal da classe dos retardantes de crescimento com propriedades sistêmicas, que em contato com o tecido vegetal em pH ácido libera o etileno o qual é capaz de promover alterações nas estruturas de microtúbulos, na orientação de microfibrilas e no metabolismo do DNA, além de induzir o aumento de mRNAs responsáveis por codificar e ativar enzimas pré-formadas como a celulase, hemicelulase e a poligacturonase, modificando a permeabilidade da membrana. Os efeitos metabólicos culminam na inibição temporária ou redução do ritmo de crescimento em altura dos colos e engrossamento dos entrenós

(RODRIGUES, 1995). Este regulador também pode induzir a síntese de enzimas capazes de desencadear processos fisiológicos relacionados com o perfilhamento, florescência, maturação e senescência.

A aplicação de ethephon aumenta o efeito do etileno, devido à inibição do transporte de auxina, quebrando a dominância apical, estimulando assim a produção de novas ramificações, porém este efeito é temporário, e o equilíbrio entre a interação etileno auxina retorna ao normal (NAILWAL et al., 2004)

2.6 Reguladores de Crescimento em Orquídeas

Carvalho et al. (2016), avaliando o efeito do paclobutrazol e do cloreto de mepiquat, na redução do porte de *Epidendrum radicans* observaram que a utilização de 5 mg L^{-1} de paclobutrazol, tornaram as plantas 35 % menores em altura que as plantas controle, com cloreto de mepiquat, na dose de 1 mg L^{-1} , apresentaram plantas 25 % menores mantendo suas características estéticas apropriadas para comercialização em vasos, sendo que ambos os reguladores de crescimento nas doses testadas não alteraram o número de brotos ou a quantidade de hastes florais. Os autores também verificaram que para *Oncidium baueri*, o paclobutrazol nas doses 15 e 20 mg L^{-1} reduziram a altura das plantas em 36% e o comprimento da haste floral em 56%, em comparação ao cloreto de mepiquat e seus respectivos controles.

Wanderley (2010), avaliou a eficiência de reguladores de crescimento em *Epidendrum radicans* e *Arundina graminifolia*, constatando que o cloreto de chlormequat nas doses aplicadas não teve efeito no crescimento das duas orquídeas estudadas e que paclobutrazol foi efetivo no crescimento dessas plantas nas doses de 10 e 20 mg L^{-1} para *Epidendrum radicans* e estas mesmas doses foram tóxicas para a *Arundina graminifolia* que teve o seu crescimento reduzido, sem apresentar efeitos tóxicos, na dose de 5 mg^{-1} .

Pateli et al. (2004), utilizando os reguladores de crescimento paclobutrazol, triapenthenol, cloreto de clormequat e daminozida sobre o crescimento de *Epidendrum radicans*, observaram que para um efetivo tamanho das plantas em vaso que pudessem se desenvolver e florescer sem o uso de qualquer apoio, a dose 10 mg L^{-1} de paclobutrazol aplicado via substrato seria o mais recomendado, verificando que o número de brotos não foi afetado pelos tratamentos.

Pesquisas realizadas por Wang e Hsu (1994) relataram que aplicações de paclobutrazol nas doses de 50, 100, 200 e 400 mg L^{-1} em orquídea *Phalaenopsis* não alteram o número de hastes florais laterais entre os tratamentos e as plantas controle.

3 ARTIGO A

3.1. INDUÇÃO DO FLORESCIMENTO DA ORQUÍDEA *Dendrobium nobile* Lindl.

3.1.1. Resumo

O manejo da floração de plantas ornamentais, especialmente as orquídeas permite sua comercialização fora de safra, período em que o valor pode chegar a triplicar. No entanto, pouco se sabe sobre a fisiologia do florescimento das orquídeas e os fatores que nele interferem. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de giberelina, 6-benzilaminopurina, ethephon e cianamida hidrogenada combinados ou não com estresse hídrico na indução do florescimento da orquídea *Dendrobium nobile* Lindl. O experimento foi conduzido em casa de vegetação climatizada. Plantas com 24 meses de idade foram cultivadas em vasos plásticos contendo casca de pinus como substrato. Após 15 dias do transplante, 45 plantas foram submetidas ao estresse hídrico por 15 dias. Após este período, o estresse hídrico foi suspenso. Após a suspensão do estresse hídrico foi realizada a aplicação dos indutores do florescimento via pulverização foliar (50 mL por vaso) de cianamida hidrogenada nas doses de 0,5 e 1,0 g L⁻¹; ethephon nas doses de 2,4 e 4,8 g L⁻¹; 6-benzilaminopurina (BAP) nas doses de 125 e 250 mg L⁻¹ e ácido giberélico (GA₃) nas doses de 125 e 250 mg L⁻¹. Após 50 dias após a aplicação, foi avaliado altura do pseudobulbo principal, altura do maior broto, comprimento do entrenó, número de folhas, comprimento e largura da folha, número de brotos, diâmetro do maior broto, presença de “keikis”, massa seca de folhas, massa seca de pseudobulbos, massa seca da raiz, presença de flores, comprimento e largura da flor e comprimento e largura do labelo. A aplicação de cianamida hidrogenada causou redução de porte e indução na formação de keikis; o ethephon também causou redução do porte e induziu a formação de novas brotações, o BAP por sua vez induziu ao acúmulo de massa seca da parte aérea. A giberelina promoveu o maior comprimento do entrenó, elevou a largura e comprimento da folha além de induzir o florescimento. A aplicação de 125 mg L⁻¹ de GA₃ na ausência de estresse hídrico induz o florescimento da orquídea *D. nobile*. O nível de estresse hídrico utilizado não promoveu o florescimento em orquídea *D. nobile*.

PALAVRAS-CHAVE: Estresse hídrico, Orchidaceae, Regulador de crescimento.

3.1.2. Introdução

A família Orchidaceae compreende mais de 30.000 espécies e mais de 100.000 híbridos produzidos naturalmente e com o auxílio do homem, os quais estão distribuídos praticamente em todo o mundo (CARDOSO et al., 2005).

Dentre as principais espécies utilizadas pelo mercado consumidor, estão os gêneros *Cattleya*, *Phalaenopsis*, *Oncidium*, *Cymbidium*, *Dendrobium* e seus inúmeros híbridos. O gênero *Dendrobium* apresenta mais de 1000 espécies, sendo considerado um dos maiores da família Orchidaceae, e tem despertado interesse devido à sua larga distribuição geográfica, crescimento em diferentes habitats e, principalmente, ao grande valor florístico de seus híbridos (JONES et al., 1998).

O aumento da demanda de tecnologias aplicadas no cultivo de *Dendrobium* é consequência da rápida expansão do mercado de flores no Brasil. Dentro da cadeia de produção, o controle do florescimento torna-se o fator primordial (CARDOSO et al., 2012), para permitir a oferta de flores fora da safra, período em que o preço pode chegar ao triplo do valor habitual do mercado.

Várias hipóteses tentam explicar os fatores que influenciam o florescimento em plantas, mas pouco se conhece quanto ao estímulo da floração, sendo que na maioria das espécies a temperatura, o fotoperíodo e condições de estresse são direta ou indiretamente responsáveis pela indução do florescimento. Contudo, a descoberta do gene Ft em plantas deu suporte e restaurou a hipótese do florigeno (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Na maioria das espécies e híbridos de *Dendrobium* o florescimento ocorre geralmente na primavera, muitas delas necessitando de baixas temperaturas, no mínimo 10°C durante uma semana, para a indução do florescimento (SUTTLEWORTH et al., 1994).

Alguns maturadores e reguladores de crescimento, quando aplicados exogenamente, promovem a indução da floração em plantas de dias longos sob condições de dias curtos e em plantas que necessitam de um período de baixas temperaturas ou vernalização para florescer (CID, 2000). Os principais reguladores de crescimento utilizados para indução de floração são as giberelinas, citocininas, etileno e cianamida hidrogenada.

De acordo com Chen et al. (1997), plantas de *Phalaenopsis*, necessitam de um período de 3 a 5 semanas de exposição à queda de temperatura, de 25°C para 15°C, para iniciar a emissão das inflorescências, porém *Phalaenopsis* leda apresenta resposta positiva a

indução da floração com a aplicação de GA₃, mesmo em condições de altas temperaturas, que são desfavoráveis à indução.

O estresse hídrico também é um dos fatores responsáveis pela indução da floração, pois afeta a produção e a translocação dos fitorreguladores (GOLDSCHMIDT et al., 1998), sendo utilizado geralmente em combinação com reguladores de crescimento para otimizar os resultados.

Na literatura, poucos são os trabalhos que descrevem sobre a indução de floração em orquídeas, sendo que para o gênero *Dendrobium* é relatada a indução de floração em *Dendrobium crumenatum* pela queda da temperatura para 4°C durante algumas horas (KUIJPER, 1933).

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de giberelina, 6-benzilaminopurina, ethephon e cianamida hidrogenada combinados ou não com estresse hídrico na indução do florescimento da orquídea *Dendrobium nobile* Lindl.

3.1.3. Material e métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação climatizada modelo Van der Hoeven, com 50% de sombreamento, e temperatura de 25°C, entre os meses de junho a agosto de 2016 na Universidade Estadual de Londrina - UEL, Londrina, (PR), com coordenadas de 23°23'S, 51°11'W e altitude de 566 metros.

As plantas com 24 meses de idade foram obtidas por meio de germinação *in vitro* de sementes de *Dendrobium nobile* Lindl (FARIA et al., 2012), e as mudas padronizadas contendo um pseudobulbo com altura média de 20 ± 5 cm. O cultivo ocorreu em vasos plásticos de polipropileno preto com diâmetro de 13 cm, altura de 9,8 cm e volume de 1000 mL. Como substrato foi utilizado casca de pinus peneirada em malha de 0,5 cm.

A adubação foi realizada quinzenalmente, por meio de fertirrigação, com adubo Peters® de formulação NPK (20-20-20), na dose de 3 g L⁻¹, sendo utilizados 50 mL por vaso. Nos dias com a fertirrigação não foi realizada irrigação.

Após 15 dias do transplante, metade das mudas foram submetidas a estresse hídrico, com a retirada total da irrigação por um período de 15 dias. Após o estresse hídrico foi suspenso, realizando a irrigação igualmente em todos os vasos. A irrigação foi realizada diariamente por aspersão até o escoamento de água pelo substrato com excessão nos dias de fertirrigação. Nesta fase também foi realizada a aplicação dos indutores do florescimento, em duas aplicações, sendo uma após o final do estresse hídrico e a outra após 15 dias.

Os indutores de florescimento utilizados foram a cianamida hidrogenada (Dormex) nas doses de 0,5 e 1,0 g L⁻¹ i.a.; ethephon (Ethrel) nas doses de 2,4 e 4,8 g L⁻¹ i.a.; 6-benzilaminopurina (BAP) nas doses de 125 e 250 mg L⁻¹ e ácido giberélico (GA₃) nas doses de 125 e 250 mg L⁻¹, os quais foram aplicados via pulverização foliar (50 mL por vaso). Foram realizadas duas aplicações em intervalos de 15 dias.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 9, onde 2 (indução ou não de estresse hídrico) x 9 (quatro indutores em duas doses cada, mais um tratamento controle). Cada tratamento foi constituído de dez repetições, sendo cada unidade experimental formada por um vaso contendo uma planta, totalizando 180 vasos.

Após 50 dias da última aplicação dos tratamentos, foram avaliadas as seguintes características: altura do pseudobulbo principal, altura do maior broto, comprimento do entrenó, número de folhas, comprimento e largura da folha, número de brotos, diâmetro do maior broto, presença de “keikis” (brotação de gemas aéreas), massa seca de folhas, massa seca de pseudobulbos, massa seca da raiz, presença de flores, comprimento e largura da flor e comprimento e largura do labelo.

Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) ao nível de 5% de probabilidade, e teste de comparação de médias de Scott-Knott a 5%. Também foi realizada a análise de componentes principais (ACP).

3.1.4. Resultados e discussão

Como pode ser observado na Tabela 1, apenas para a variável altura do pseudobulbo principal não houve interação significativa entre os tratamentos aplicados, obtendo significância estatística apenas para o efeito principal constituído na aplicação dos indutores químicos. Para as demais variáveis analisadas, houve interação entre os fatores.

Para a altura do pseudobulbo principal foi observado que a utilização de cianamida hidrogenada e a menor dose de ethephon (2,4 g L⁻¹) resultaram nos menores valores, sendo que os demais tratamentos não diferiram entre si (Tabela 2). Este resultado pode estar relacionado ao fato de que a cianamida hidrogenada depois de ser absorvida e metabolizada, causar diminuição da atividade da catalase, sem modificar a peroxidase, o que resulta em um aumento da concentração de peróxido (H₂O₂) nas gemas (GOLDBACK et al.,1988), sendo que essa maior concentração de peróxido ativa o ciclo das pentoses e consequentemente a indução da quebra da dormência das gemas laterais (OMRAN, 1980).

Portanto, acredita-se que a aplicação de cianamida hidrogenada tenha causado a quebra da dominância apical, resultando em um menor porte da planta, porém com indução das gemas laterais de plantas de *D. nobile*.

Tabela 1. Tabela de análise de variância (ANOVA) das variáveis, altura do pseudobulbo principal (ABP), altura do maior broto (AMB), comprimento do entrenó (CEN), número de folhas (NF), comprimento de folha (CF), largura da folha (LF), número de brotos (NB), diâmetro do maior broto (DMB), massa seca de folha (MSF), massa seca de bulbo (MSB) e massa seca de raiz (MSR) de plantas de *Dendrobium nobile*, submetidas a aplicação de estresse hídrico (Fator 1) e indutores químicos (Fator 2).

Fonte de variação	Quadrado Médio					
	ABP	AMB	CEN	NF	CF	LF
Fator 1	0.101 ^{ns}	38.66*	0.208*	501.388*	6.003 ^{ns}	0.176 ^{ns}
Fator 2	32.761*	137.56*	2.241*	802.347*	51.214*	3.706*
Int. F1xF2	21.579 ^{ns}	63.71*	0.330*	257.576*	6.241*	1.065*
Resíduo	11.958	4.04	0.041	19.120	2.197	0.255
CV(%)	16.62	17.33	13.24	28.57	20.87	19.86

Fonte de variação	Quadrado Médio				
	NB	DMB	MSF	MSB	MSR
Fator 1	1.680 ^{ns}	0.533**	0.716**	8.375**	0.305 ^{ns}
Fator 2	12.628**	0.570**	2.261**	26.417**	5.655**
Int. F1xF2	5.961**	0.251**	0.692**	11.780**	2.188**
Resíduo	1.097	0.054	0.021	0.699	0.165
CV(%)	33.10	27.92	17.29	14.89	17.72

O ethephon assim como a cianamida hidrogenada também causou a quebra de dominância apical, com indução das gemas laterais, no entanto sem haver a diferenciação de gema vegetativa para reprodutiva, não ocorrendo a formação de flores, e induzindo a formação de keikes. Segundo Nailwal et al. (2004), o aumento da concentração de etileno na planta causa inibição do transporte de auxina, resultando na quebra da dominância apical, estimulando a produção de novas brotações, entretanto este efeito é temporário.

A altura do maior broto (AMB) apresentou interação entre os indutores químicos e o estresse hídrico, sendo que na ausência de estresse, as duas doses de BAP e a

menor dose de GA₃ resultaram na maior altura, por outro lado quando aplicado o estresse hídrico, o maior valor foi observado na maior dose de GA₃ (Tabela 2). A maior altura de broto observado com a aplicação de BAP e GA₃ pode estar relacionado à função destes hormônios, os quais promovem a expansão e alongamento da célula respectivamente (TAIZ e ZEIGER, 2013).

Tabela 2. Altura do pseudobulbo principal (ABP), altura do maior broto (AMB) e comprimento do entrenó (CEN) de plantas de *Dendrobium nobile*, submetidas à aplicação de cianamida hidrogenada (Cian.), ethephon (Ethe.), ácido 6-benzilaminopurina (BAP), ácido giberélico (GA₃), e a estresse hídrico de 15 dias.

Indutores químicos	ABP (cm)			AMB (cm)			CEN (cm)		
	Sem estresse hídrico	Com estresse hídrico	Média	Sem estresse hídrico	Com estresse hídrico	Média	Sem estresse hídrico	Com estresse hídrico	Média
	Cian. 0,5 g L ⁻¹	18,07	21,67	19,87 B	7,72 aD	9,87 aC	8,79	1,29 aC	1,56 aB
Cian. 1,0 g L ⁻¹	17,57	19,40	18,48 B	1,76 bE	5,92 aD	3,84	0,45 bE	1,32 aC	0,88
Ethe. 2,4 g L ⁻¹	16,87	17,20	17,03 B	9,37 aD	6,58 aD	8,11	0,82 bD	1,15 aC	0,98
Ethe. 4,8 g L ⁻¹	21,77	20,62	21,20 A	12,12 aC	7,32 bD	9,72	0,78 aD	0,76 aD	0,77
BAP 125 mg L ⁻¹	24,62	20,55	22,58 A	18,75 aA	8,37 bD	13,56	1,91 aB	1,66 aB	1,79
BAP 250 mg L ⁻¹	21,50	21,42	21,46 A	17,80 aA	13,75 bB	15,77	2,24 aA	1,90 aA	2,07
GA ₃ 125 mg L ⁻¹	24,37	19,95	22,16 A	17,83 aA	11,37 bC	14,60	2,14 aA	1,78 bB	1,96
GA ₃ 250 mg L ⁻¹	22,50	20,02	21,03 A	10,92 bC	18,37 aA	14,65	1,63 bB	2,03 aA	1,83
Controle	20,72	26,05	23,38 A	14,75 aB	16,00 aB	15,37	2,03 aA	2,12 aA	2,07
Média	20,84 ^{ns}	20,76		12,33	10,87		1,48	1,58	
CV (%)		16,62			17,33			13,24	

^{ns} Médias não apresentaram diferença estatística entre si. Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferenciam entre si pelo teste de Scott-Knott em nível de 5%.

O comprimento do entrenó também apresentou interação entre a aplicação do estresse hídrico e indutores químicos, sendo que na ausência de estresse, a aplicação de 1 g L⁻¹ de cianamida hidrogenada resultou nos menores valores, por outro lado, quando aplicado estresse hídrico o tratamento com 4,8 g L⁻¹ de ethephon foi o que resultou no menor comprimento do entrenó (Tabela 2). O menor comprimento do entrenó observado pela aplicação de ethephon pode estar relacionado ao fato de que quando este produto entra em contato com o tecido vegetal, ocorre a liberação de fosfato, cloreto e etileno, este último, pode atuar modulando a atividade das proteínas DELLA, as quais quando acumuladas reduzem a

sinalização dos níveis de giberelinas bioativas (ACHARD et al., 2007) e esse efeito é intensificado pela combinação com o estresse hídrico, pois um dos reflexos da planta quando em estresse hídrico é a produção de etileno para regular a perda de água (TAIZ e ZEIGER, 2013). Segundo Tripathi et al. (2003), o ethephon tem apresentado bons resultados na redução da altura de plantas.

Com relação a característica número de folhas na ausência de estresse hídrico, a dose de 4,8 g L⁻¹ de ethephon resultou em maior número de folhas. Quando aplicado o estresse hídrico, apesar de haver uma redução no número de folhas, este tratamento continuou apresentando os maiores valores (Tabela 3), porém com redução do comprimento e largura da folha, reforçando a hipótese de que o etileno pode causar a redução da sinalização de giberelinas bioativas.

Tabela 3. Número de folhas (NF), comprimento de folha (CF) e largura da folha (LF) de plantas de *Dendrobium nobile*, submetidas à aplicação de cianamida hidrogenada (Cian.), ethephon (Ethe.), 6-benzilaminopurina (BAP), ácido giberélico (GA₃), e a estresse hídrico de 15 dias.

Indutores químicos	NF			CF (cm)			LF (cm)		
	Sem estresse hídrico	Com estresse hídrico	Média	Sem estresse hídrico	Com estresse hídrico	Média	Sem estresse hídrico	Com estresse hídrico	Média
	Cian. 0,5 g L ⁻¹	8,75 aC	9,25 aC	9,00	6,54 aB	7,27 aB	6,91	2,23 aB	2,58 aA
Cian. 1,0 g L ⁻¹	7,00 aC	7,25 aC	7,12	1,91 bC	6,00 aC	3,95	0,75 bC	2,28 aB	1,51
Ethe. 2,4 g L ⁻¹	25,75 aB	16,25 bB	21,00	3,85 aC	4,45 aC	4,15	1,76 aB	1,74 aB	1,75
Ethe. 4,8 g L ⁻¹	55,75 aA	22,50 bA	39,12	4,17 aC	3,35 aC	3,76	1,89 aB	1,72 aB	1,81
BAP 125 mg L ⁻¹	13,50 aC	10,00 aC	11,75	7,95 aB	7,42 aB	7,69	3,55 aA	2,57 bA	3,06
BAP 250 mg L ⁻¹	21,75 aB	14,75 bB	18,25	9,77 aA	9,80 aA	9,79	3,32 aA	2,78 aA	3,05
GA ₃ 125 mg L ⁻¹	8,50 aC	10,50 aC	9,50	7,25 aA	7,85 aB	7,55	2,55 aA	2,67 bA	2,61
GA ₃ 250 mg L ⁻¹	7,50 aC	11,75 aC	9,60	8,18 bA	10,60 aA	9,39	3,11 aA	2,87 aA	2,99
Controle	13,00 aC	11,75 aC	12,37	9,27 aA	9,77 aA	9,52	3,28 aA	3,21 aA	3,24
Média	17,94	12,66		6,54	7,39		2,50	2,49	
CV (%)		28,57			20,87			25,85	

*Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferenciam entre si pelo teste de Scott-Knott em nível de 5%.

O comprimento da folha (CF) também apresentou interação entre as variáveis, sendo que na ausência de estresse hídrico a aplicação de GA₃ e a maior dose de

BAP não diferiram do tratamento controle, o quais apresentaram o maior comprimento de folha, da mesma forma, quando as plantas foram submetidas ao estresse hídrico, a aplicação de GA₃ e BAP também resultou no maior comprimento da folha, não diferindo do controle (Tabela 3).

A aplicação de 1 g L⁻¹ de cianamida hidrogenada na ausência de estresse hídrico resultou nos menores valores, quando aplicado estresse hídrico o tratamento com 1 g L⁻¹ de cianamida hidrogenada e as duas doses de ethephon resultaram na menor largura da folha, não diferindo do tratamento controle (Tabela 3).

Em todos os tratamentos houve maior número de brotos na presença de estresse hídrico, exceto no tratamento com 4,8 g L⁻¹ de ethephon (Tabela 4). Possivelmente, esse maior número de brotos induzidos pelo estresse hídrico esteja relacionado com a alteração que o mesmo ocasiona no balanço hormonal da planta, induzindo a translocação preferencial dos fotoassimilados para formação de novos brotos, em detrimento do crescimento da planta matriz.

Taiz e Zeiger (2013) relatam que o etileno é o principal hormônio envolvido na sinalização de estresse hídrico, portanto acredita-se que a aplicação de estresse hídrico nas plantas de *D. nobile* estimulou a produção de etileno na planta, o qual tem conhecida atividade na indução do desenvolvimento de novas brotações. Segundo Schenato et al. (2007) o ethephon tem sido usado como um produto eficaz para aumento de brotação de gemas. O etileno além de causar a redução do porte, pode induzir a síntese de algumas enzimas capazes de desencadear alguns processos fisiológicos relacionados com o perfilhamento, florescência, maturação e senescência (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Para o diâmetro do broto, na ausência de estresse hídrico, a aplicação de 250 mg L⁻¹ BAP resultou nos maiores valores, quando aplicou-se estresse hídrico os tratamentos que resultaram no maior diâmetro de broto foram a aplicação de 250 mg L⁻¹ BAP, 250 mg L⁻¹ GA₃ e o controle, sendo que os demais tratamentos não diferiram entre si (Tabela 4).

A presença de “keikis” (brotação de gemas aéreas), na ausência de estresse hídrico, foi observada no tratamento com cianamida hidrogenada, por outro lado quando aplicado estresse hídrico, o único tratamento que induziu a formação de keikis foi 125 mg L⁻¹ GA₃ (Tabela 4). A cianamida hidrogenada reduz a atividade da catalase, sem modificar a peroxidase (GOLDBACK et al., 1988), induzindo a quebra da dormência das gemas laterais (OMRAN, 1980), resultando assim na formação de keikis em *D. nobile*.

As variáveis, massa seca de folha, massa seca de pseudobulbo e massa seca de raiz apresentaram interação entre a aplicação dos indutores químicos e o estresse hídrico.

Na ausência de estresse hídrico a massa seca de folha apresentou os maiores valores na aplicação de 250 mg L⁻¹ BAP, quando as plantas foram induzidas ao estresse hídrico os maiores valores de massa seca de folha foram observados no tratamento controle, na dose de 250 mg L⁻¹ BAP e 250 mg L⁻¹ GA₃ (Tabela 5).

Tabela 4. Número de brotos (NB), diâmetro do maior broto (DMB) e presença de “keikis” (PK) de plantas de *Dendrobium nobile*, submetidas à aplicação de cianamida hidrogenada (Cian.), ethephon (Ethe.), 6-benzilaminopurina (BAP), ácido giberélico (GA₃), e a estresse hídrico de 15 dias.

Indutores químicos	NB			DMB (cm)			PK		
	Sem estresse hídrico	Com estresse hídrico	Média	Sem estresse hídrico	Com estresse hídrico	Média	Sem estresse hídrico	Com estresse hídrico	Média
	Cian. 0,5 g L ⁻¹	1,75 aC	1,75 aA	1,75	0,79 aC	0,74 aB	0,77	sim	não
Cian. 1,0 g L ⁻¹	1,25 aC	2,50 aA	1,87	0,29 aD	0,56 aB	0,42	sim	não	-
Ethe. 2,4 g L ⁻¹	3,75 aB	3,75 aA	3,75	0,51 aD	0,63 aB	0,57	não	não	-
Ethe. 4,8 g L ⁻¹	7,25 aA	2,75 bA	5,00	0,63 aC	0,58 aB	0,60	não	não	-
BAP 125 mg L ⁻¹	2,00 aC	2,00 aA	2,00	1,21 aB	0,65 bB	0,93	não	não	-
BAP 250 mg L ⁻¹	3,50 aB	2,50 aA	3,00	1,61 aA	0,91 bA	1,26	não	não	-
GA ₃ 125 mg L ⁻¹	0,75 aC	1,25 aA	1,00	0,90 aB	0,71 bB	0,80	não	sim	-
GA ₃ 250 mg L ⁻¹	1,25 aC	2,50 aA	1,87	0,79 aC	1,00 aA	0,90	não	não	-
Controle	1,75 aC	1,50 aA	1,62	1,23 aB	0,94 aA	1,08	não	não	-
Média	2,58	2,27		0,88	0,75		-	-	
CV (%)		33,10			22,92			-	

*Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferenciam entre si pelo teste de Scott-Knott em nível de 5%. Para a variável presença de keiki, não foi realizado análise estatística, apenas a caracterização do tratamento.

A massa seca de pseudobulbo na ausência de estresse hídrico apresentou os maiores valores com a aplicação de 250 mg L⁻¹ BAP e 4,8 g L⁻¹ de ethephon. Quando aplicado o estresse hídrico, a dose de 4,8 g L⁻¹ de ethephon resultou no maior acúmulo de massa seca do bulbo (Tabela 5).

A massa seca das raízes, quando na ausência de estresse hídrico apresentou os maiores acúmulos com a aplicação de 250 mg L⁻¹ BAP, na presença de estresse hídrico o tratamento controle foi o que resultou em maior acúmulo de massa seca da raiz (Tabela 5).

A presença de flores foi observado apenas no tratamento com aplicação de 125 mg L⁻¹ de GA₃ na ausência de estresse hídrico. Nos demais tratamento não houve indução

a formação de flores. As flores formadas apresentaram largura média de 7,49 cm e comprimento médio de 7,49 cm; o labelo apresentou largura média de 2,41 cm e comprimento de 3,24 cm.

Tabela 5. Massa seca de folha (MSF), massa seca de pseudobulbo (MSB) e massa seca de raiz (MSR) de plantas de *Dendrobium nobile*, submetidas à aplicação de cianamida hidrogenada (Cian.), ethephon (Ethe.), 6-benzilaminopurina (BAP), ácido giberélico (GA₃), e a estresse hídrico de 15 dias.

Indutores químicos	MSF (g)			MSB (g)			MSR (g)		
	Sem estresse hídrico	Com estresse hídrico	Média	Sem estresse hídrico	Com estresse hídrico	Média	Sem estresse hídrico	Com estresse hídrico	Média
	Cian. 0,5 g L ⁻¹	0,39 aE	0,57 aB	0,48	2,37 bD	5,41 aC	3,89	1,18 bE	2,11 aC
Cian. 1,0 g L ⁻¹	0,04 aF	0,22 aC	0,13	2,07 bD	3,90 aD	2,98	1,18 bE	2,13 aC	1,66
Ethe. 2,4 g L ⁻¹	0,29 aE	0,19 aC	0,24	3,72 bC	6,22 aC	4,97	0,68 bE	1,52 aC	1,10
Ethe. 4,8 g L ⁻¹	1,02 aC	0,31 bC	0,66	9,15 aA	9,43 aA	9,29	2,17 aC	2,27 aC	2,22
BAP 125 mg L ⁻¹	1,41 aB	0,48 bB	0,94	7,27 aB	4,60 bD	5,93	2,87 aB	1,99 bC	2,43
BAP 250 mg L ⁻¹	2,19 aA	1,42 bA	1,81	8,79 aA	4,94 bD	6,86	4,53 aA	2,57 bC	3,55
GA ₃ 125 mg L ⁻¹	1,21 aC	0,67 bB	0,94	4,75 aC	5,87 aC	5,31	2,33 aC	1,90 aC	2,12
GA ₃ 250 mg L ⁻¹	0,59 bD	1,49 aA	1,04	4,48 aC	5,52 aC	5,00	1,63 bD	2,87 aB	2,25
Controle	1,34 aB	1,33 aA	1,34	4,87 bC	7,72 aB	6,30	3,44 aB	3,82 aA	3,63
Média	0,94	0,74		5,27	5,96		2,22	2,36	
CV (%)	17,29			14,89			17,72		

*Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferenciam entre si pelo teste de Scott-Knott em nível de 5%.

Ao contrário do que era esperado, o estresse hídrico não induziu o florescimento nas plantas de *D. nobile*. Avaliando a indução de florescimento em mangueiras Fonseca et al. (2005), observaram que os tratamentos submetidos ao déficit hídrico, retardaram o florescimento da planta. De acordo com Davenport e Nunes-Elisea (1997), o estresse hídrico pode retardar a brotação da gema em razão da diminuição do seu intumescimento, contribuindo assim para aumentar o período de maturação fisiológica do ramo e para aumentar o nível de inibidores florais. A aplicação do estresse hídrico não induziu o florescimento da tangerineira 'Ponkan' e da limeira ácida 'Tahiti', nas condições da câmara de crescimento (CRUZ et al., 2006).

A indução floral através do estresse hídrico parece também estar relacionada com a redução do crescimento do sistema radicular, uma vez que esta redução pode afetar a síntese dos fitorreguladores, alterando o balanço hormonal da planta (JACKSON, 1993). A paralisação e/ou a redução do sistema radicular causado pelo estresse hídrico favorece o florescimento devido à baixa síntese de giberelinas, sendo estes os únicos fitorreguladores que parecem ter influência direta sobre o florescimento (KRAJEWSKI; RABE, 1995). O estresse hídrico em que as plantas de *D. nobile* foram submetidas aparentemente não foi suficiente para causar uma redução significativa do sistema radicular, e conseqüentemente a indução ao florescimento.

A indução da floração ocasionada na dose de 125 mg L⁻¹GA₃ (figura 1) está relacionada a ativação da enzima α -amilase que degrada e disponibiliza substrato suficiente para a promoção do florescimento (CORR; WIDMER, 1987). Em *Phalaenopsis* Leda foi possível induzir o florescimento com a aplicação de GA₃, mesmo em condições de altas temperaturas, que são desfavoráveis à indução (CHEN et al. 1997).

Cardoso et al. (2012), obtiveram resultados promissores na indução do florescimento quando aplicaram a concentração de 125 mg L⁻¹ de GA₃, pulverizado por duas vezes em plantas de *Phalaenopsis*, obtendo 83% das plantas florida, sendo que o número de flores aumentou com o incremento das doses de GA₃ até a concentração de 1.000 mg L⁻¹ em duas pulverizações, sem diminuição da qualidade das flores até a concentração de 500mg L⁻¹. Por outro lado o uso de quatro aplicações de GA₃ e o conseqüente aumento das concentrações de aplicação do regulador vegetal nas plantas ocasionaram diminuição da qualidade das inflorescências e flores obtidas.

De acordo com a análise de componentes principais (ACP) é possível observar a formação de quatro grupos distintos entre os tratamentos, sendo que a aplicação de ethephon independente do estresse hídrico apresentou correlação positiva com as variáveis, número de brotos e número de folhas (Figura 2.).

A aplicação de cianamida hidrogenada apresentou correlação negativa com as variáveis, massa seca de folhas e massa seca de bulbo, devido à quebra da dominância apical que estimulou a formação de “keikis”.

A aplicação de BAP na ausência de estresse hídrico apresentou correlação positiva com altura do broto principal, altura do maior broto e massa seca de raiz. Esse comportamento é justificado pelo fato de a citocinina estimular a expansão e divisão celular, principalmente nas zonas meristemáticas.

A aplicação de 250 mg L⁻¹ de BAP e 250 mg L⁻¹ de GA₃ na presença de estresse hídrico e 125 mg L⁻¹ de GA₃ na ausência de estresse hídrico apresentou correlação positiva com comprimento e largura da folha e comprimento do entrenó.

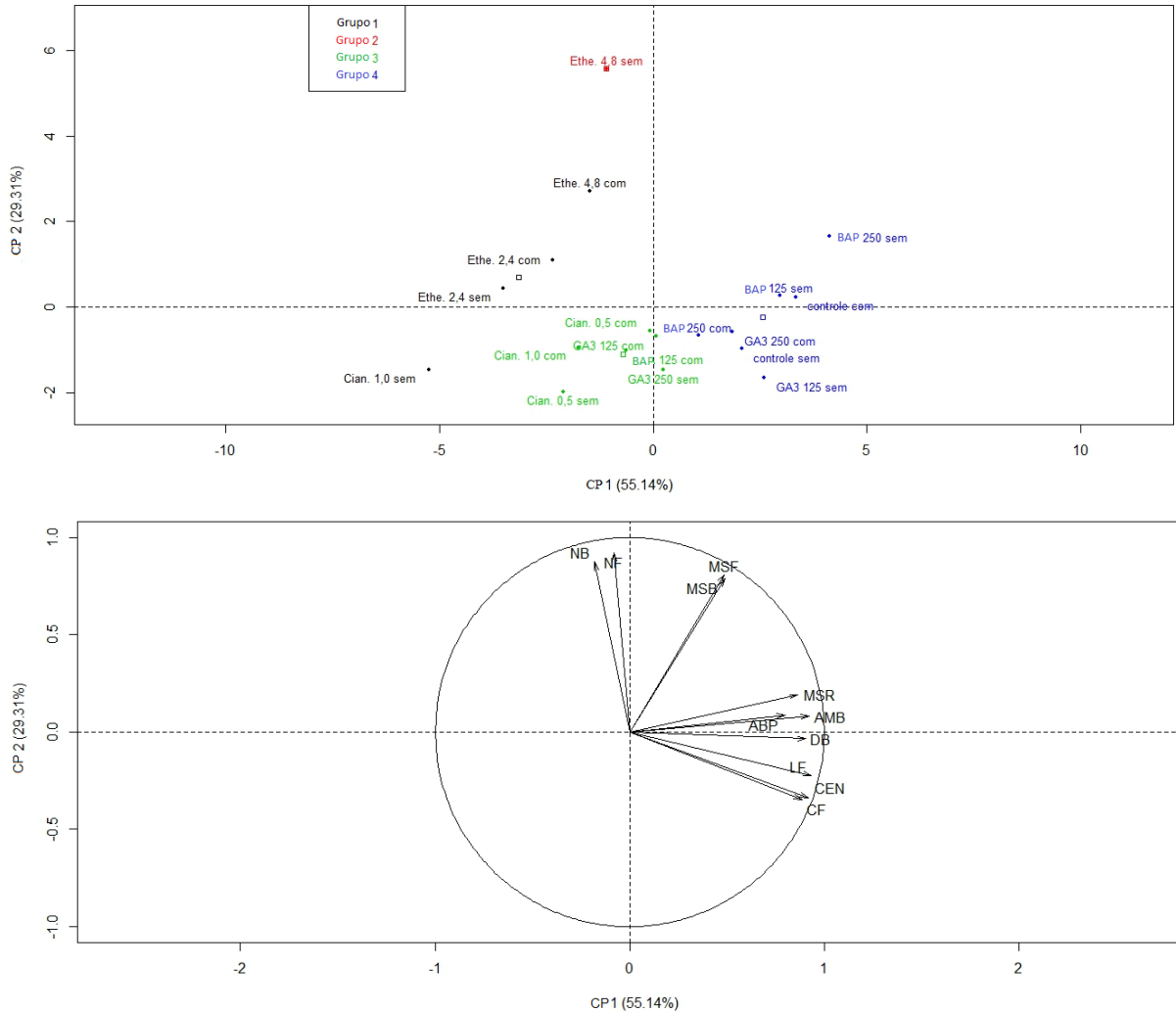
Figura 1. Plantas de *Dendrobium nobile* submetidas a aplicação de cianamida hydrogenada nas doses de 0,5 (I) e 1,0 (H) g L⁻¹, ethephon nas doses de 2,4 (G) e 4,8 (F) g L⁻¹, 6-benzilaminopurina (BAP) nas doses de 125 (E) e 250 (D) mg L⁻¹ e ácido giberélico (GA₃) nas doses de 125 (C) e 250 (B) mg L⁻¹ e um tratamento controle (A) em plantas sem estresse hídrico (α) e plantas submetidas a estresse hídrico de 15 dias (β).



O tratamento 125 mg L⁻¹ de GA₃ sem aplicação de estresse hídrico apresentou correlação negativa com número de brotos e número de folhas, sendo este o único tratamento que houve a indução ao florescimento. É possível inferir que tratamentos que induzem a formação de novas folhas e brotos, inibem o florescimento, sendo este relacionado ao fato de quando o meristema vegetativo se transforma em reprodutivo, este não emite mais novas folhas e brotações, havendo apenas a emissão dos órgãos florais. Segundo Taiz e Zeiger (2013) a giberelina é um dos hormônios vegetais que está relacionado com a mudança

de fase do meristema vegetativo para reprodutivo, induzindo assim o florescimento em algumas plantas.

Figura 2. Análise de componentes principais (ACP), dos caracteres avaliados e reguladores utilizados.



Altura do pseudobulbo principal (ABP), altura do maior broto (AMB), comprimento do entrenó (CEN), número de folhas (NF), comprimento de folha (CF), largura da folha (LF), número de brotos (NB), diâmetro do maior broto (DMB), massa seca de folha (MSF), massa seca de bulbo (MSB) e massa seca de raiz (MSR) de plantas de *Dendrobium nobile* submetidas à aplicação de cianamida hidrogenada (Cian.), ethephon (Ethe.), 6-benzilaminopurina (BAP) e ácido giberélico (GA₃), com e sem a aplicação de estresse hídrico de 15 dias.

A aplicação de cianamida hidrogenada causou redução de porte e indução a formação de “keikis”, o ethephon também causou redução do porte e induziu a formação de novas brotações, o BAP por sua vez induziu ao acúmulo de massa seca da parte aérea. A giberelina induziu o maior comprimento do entrenó, elevou a largura e comprimento da folha além de induzir o florescimento.

3.1.5. Conclusão

A aplicação de 125 mg L^{-1} de GA_3 na ausência de estresse hídrico induz o florescimento de plantas de *Dendrobium nobile*. O nível de estresse hídrico utilizado não interfere no florescimento em plantas de *D. nobile*.

4 ARTIGO B

4.1. TRINEXAPAQUE-ETÍLICO E ETHEPHON NA REDUÇÃO DO PORTE DA ORQUÍDEA *Dendrobium nobile* Lindl.

4.1.1. Resumo

Estudos sobre a produção de plantas compactas são de grande importância, devido a sua facilidade no transporte e por possibilitarem uso na decoração de espaços limitados. A obtenção de plantas compactas por meio do melhoramento genético é um método que demanda tempo, o que tem estimulado o uso de reguladores de crescimento devido sua rápida ação. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do trinexapaque-etílico e do ethephon, na redução do porte da orquídea *Dendrobium nobile* Lindl. O experimento foi conduzido em casa de vegetação. Plantas com 18 meses de idade foram cultivadas em vasos plásticos contendo casca de pinus como substrato. Os reguladores de crescimento utilizados foram, trinexapaque-etílico nas doses de 0,25; 0,50; 0,75; 1,00 e 1,25 g L⁻¹ i.a., e ethephon, nas doses de 1,20; 2,40; 3,60; 4,80 e 6,00 g L⁻¹ i.a., aplicados via pulverização foliar. Após 270 dias da última aplicação foram avaliados o número de folhas, altura do pseudobulbo principal, número de brotos, altura do maior broto, diâmetro do maior broto, comprimento do entrenó, comprimento e largura da folha, massa seca de folhas, massa seca da raiz, massa seca de bulbos, presença de flores, comprimento e largura da flor, comprimento e largura do labelo e número de “keikis” (brotação de gemas aéreas). Os dados foram submetidos a análise de variância ao nível de 5% de probabilidade, quando significativo foi realizada análise de regressão para doses dos reguladores. O ethephon causou redução do porte de plantas de *D. nobile*, sendo que a dose de 4,19 g L⁻¹ i.a., resultou no menor porte (redução de aproximadamente 70%). A aplicação deste regulador causou também aumento no número de brotações (aproximadamente 140%), porém com inibição do florescimento. O trinexapaque-etílico causou redução do porte de plantas de *D.nobile* (redução de aproximadamente 40%), entretanto doses acima de 0,75 g L⁻¹ i.a., causaram inibição do florescimento das plantas.

PALAVRAS-CHAVE: Orchidaceae, Regulador de crescimento, Etileno.

4.1.2. Introdução

Dentre os gêneros de orquídeas mais comercializadas, pode-se citar *Cattleya*, *Cymbidium*, *Dendrobium*, *Oncidium* e *Phalaenopsis* (FARIA et al., 2012). O gênero *Dendrobium* apresenta grande importância para o agronegócio florícola mundial, devido, principalmente, a ampla capacidade de recombinação genética e de características como beleza, forma, tamanho e durabilidade de suas flores (MORAES et al., 2002).

Dendrobium nobile Lindl., é a principal espécie do gênero, com inúmeras cultivares, além de ser uma planta muito utilizada na obtenção de híbridos de alto valor comercial, apresentando destaque no comércio mundial de orquídeas envasadas e de corte (MORAES et al., 2002). É uma espécie epífita, nativa da Birmânia, Índia, Tailândia e Indochina, caracterizando-se por apresentar pseudobulbos eretos de até 80 cm de altura de onde surgem inflorescências com até três flores, que apresentam em média 3 cm de diâmetro, com matizes cor-de-rosa-purpúreo na base do labelo, o que originou o nome popular de “Olho de Boneca” (VICHATO et al., 2007).

No ramo da floricultura, tem crescido a procura por plantas compactas, principalmente as comercializadas em vasos, tanto por facilitar o transporte como permitir a utilização em decoração de espaços limitados. Segundo Bertonecelli et al. (2016), o uso de reguladores de crescimento é considerada uma estratégia para controlar o porte em plantas, os quais são produtos sintéticos que inibem a síntese de giberelinas.

Dentre os reguladores de crescimento, o trinexapaque-etílico destaca-se devido a sua forte ação na inibição da alongação dos entrenós, o que reduz a estatura da planta e evita, dessa forma, o acamamento e perdas na produtividade associadas a esse fenômeno (NASCIMENTO et al., 2009).

O ethephon é um regulador de crescimento que interfere precocemente na biossíntese de giberelinas, paralisando assim sua síntese. O ethephon quando em contato com o tecido vegetal libera fosfato, cloreto e etileno, sendo que este último pode atuar modulando a atividade das proteínas DELLA, as quais quando acumuladas reduzem a sinalização dos níveis de giberelinas bioativas (ACHARD et al., 2007). Segundo Tripathi, et al. (2003), o ethephon tem apresentado bons resultados na redução da altura de plantas e consequentemente redução do acamamento.

No entanto, são escassos na literatura estudos relacionados à viabilidade de uso do trinexapaque-etílico e do ethephon para a redução do porte de plantas ornamentais. O

objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito do trinexapaque-etílico e do ethephon na redução do porte da orquídea *Dendrobium nobile* Lindl.

5.1.3. Material de métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação com 50% de sombreamento, no período de junho de 2015 a outubro de 2016 na Universidade Estadual de Londrina - UEL, Londrina, (PR), com coordenadas de 23°23'S, 51°11'W e altitude de 566 metros.

Plantas com 18 meses de idade, obtidas por meio de germinação *in vitro* de sementes de *Dendrobium nobile* Lindl (FARIA et al., 2012). Foram cultivadas em vasos plásticos de polipropileno preto com diâmetro de 13 cm, altura de 9,8 cm e volume de 1000 mL. Como substrato foi utilizado casca de pinus peneirada em malha de 0,5 cm. As mudas foram padronizadas, sendo formado por uma haste principal com altura média de 15 ± 5 cm contendo um pseudobulbo.

A adubação foi realizada quinzenalmente, por meio de fertirrigação, com adubo Peters® de formulação NPK (20-20-20), na dose de 3 g L^{-1} , sendo utilizados 50 mL por vaso. Nos dias em que foram efetuadas a fertirrigação não foi realizada irrigação. A irrigação foi feita diariamente por aspersão até o escorrimento de água pelo substrato.

Os reguladores de crescimento utilizados foram trinexapaque-etílico (Moddus 250 g L^{-1}), nas doses de 0,25; 0,50; 0,75; 1,00 e $1,25 \text{ g L}^{-1}$ i.a., e ethephon (Ethrel 240 g L^{-1}), nas doses de 1,20; 2,40; 3,60; 4,80 e $6,00 \text{ g L}^{-1}$ i.a., aplicados via pulverização foliar (50 mL por vaso), com frequência de aplicação de uma vez ao mês durante seis meses. As doses de trinexapaque-etílico foram preparadas utilizando-se 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 e 2,5 mL do produto comercial respectivamente, e completado o volume para 500 mL. Para o preparo das doses de ethephon foram utilizados 2,5; 5,0; 7,5; 10,0 e 12,5 mL do produto comercial respectivamente, e completado o volume para 500 mL.

Após 270 dias da última aplicação dos tratamentos, foram avaliados os seguintes caracteres: número de folhas, altura do pseudobulbo principal, número de brotos, altura do maior broto, diâmetro do maior broto, comprimento do entrenó, comprimento e largura da folha, massa seca de folhas, massa seca da raiz, massa seca de pseudobulbos, presença de flores, comprimento e largura da flor, comprimento e largura do labelo e número de “keikis” (brotação de gemas aéreas).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, sendo utilizado dois reguladores de crescimento em cinco concentrações cada, mais um tratamento controle. Cada tratamento foi constituído de dez repetições, sendo cada unidade experimental formada por um vaso contendo uma planta. Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) ao nível de 5% de probabilidade, quando significativo foi realizado análise de regressão para as doses dos reguladores.

5.1.4. Resultados e discussão

A variável, número de folhas não apresentou ajuste significativo tanto para aplicação de ethephon, quanto trinexapaque-etílico. Por outro lado, a altura do pseudobulbo principal apresentou ajuste quadrático com ponto de mínima na dose de 3,46 g L⁻¹ i.a. de ethephon, apresentando redução de aproximadamente 25% (Figura 1 A). A aplicação de trinexapaque-etílico apresentou ajuste linear decrescente com o aumento da dose, apresentando redução de aproximadamente 30% na dose de 1,25 g L⁻¹ i.a. (Figura 1 B).

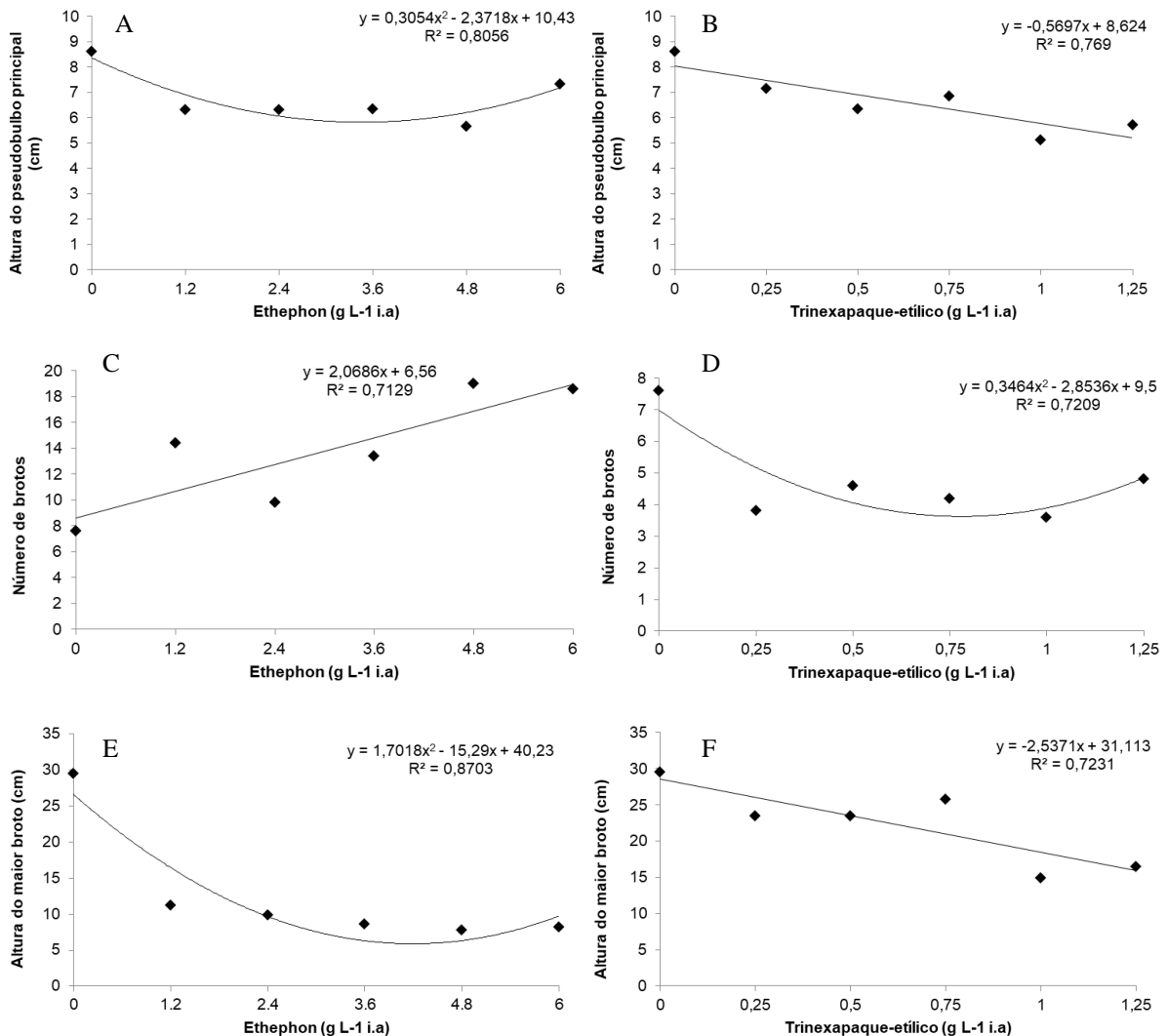
A redução do porte da planta decorrente da aplicação do ethephon está relacionada á liberação de etileno após absorção pela planta, o qual pode desencadear alterações metabólicas, como inibição temporária ou redução do ritmo de crescimento em altura (RODRIGUES, 1995). O trinexapaque-etílico por sua vez, atua inibindo o final da rota metabólica de biossíntese de giberelinas, reduzindo drasticamente o nível de ácido giberélico ativo, conseqüentemente causando uma redução na elongação dos entrenós, principalmente no estágio vegetativo (DAVIS, 1987).

A redução na biossíntese de giberelina pode promover a diminuição no metabolismo vegetal, ou seja, da taxa respiratória e, conseqüentemente, do ATP disponível. Conseqüentemente pode ocorrer redução no crescimento de plantas como petúnias, crisântemos, azaléas e gladiólos (BAILEY; WHIPKER, 1998; BARRETT, 2001; BETTONI, 2009).

Segundo Ngatia et al. (2003) a aplicação de ethephon em feijoeiro aos 7, 14 e 28 dias após a emergência das plantas, reduziu a altura de plantas. Straub (1989), ao trabalhar com a aplicação de ethephon em híbridos de milho-doce, reduziu a altura de dois cultivares, com a aplicação de 900 mg L⁻¹ entre 31 e 52 dias após a emergência das plantas. Campos et al. (2009), observou redução da altura de plantas de soja pela aplicação de ethephon.

Machado (2009) constatou em seu trabalho que a aplicação de trinexapaque-etílico na dose de 0,4 L ha⁻¹, na cultura do trigo no início do alongamento, é eficiente em promover uma redução do porte da cultura. Resultado semelhante foi observado por Mouco (2010) em ramos de mudas de mangueira ‘Tommy Atkins’.

Figura 1. Altura do pseudobulbo principal (A e B), número de brotos (C e D) e altura do maior broto (E e F) de plantas de *Dendrobium nobile* submetidas a aplicação de ethephon (a esquerda) e trinexapaque-etílico (a direita).



O número de brotos apresentou ajuste linear crescente com a elevação da dose de ethephon, com aumento de aproximadamente 140% no número de brotos na dose de 6,0 g L⁻¹ i.a. (Figura 1 C), contudo, apresentou ajuste quadrático com aumento da dose de trinexapaque-etílico (Figura 1 D), com ponto de mínima na dose de 0,78 g L⁻¹ i.a. com redução de aproximadamente 40% no número de brotos.

Taiz e Zeiger (2013) relataram que o etileno além de causar a redução do porte, pode induzir a síntese de algumas enzimas capazes de desencadear processos fisiológicos relacionados com o perfilhamento, florescência, maturação e senescência. Dessa forma, a elevação da dose de ethephon ocasiona redução de porte, porém há um aumento no número de brotos (Figura 1 C e D).

Segundo Nailwal et al. (2004), o aumento da concentração de etileno na planta causa inibição do transporte de auxina, resultando na quebra da dominância apical, estimulando a produção de novas brotações, porém este efeito é temporário. Schenato et al. (2007), afirmaram que o ethephon tem sido usado como um produto eficaz para aumento de brotação de gemas em condições tropicais. Campos et al. (2009) observaram aumento no número de ramos em plantas de soja tratadas com ethephon.

A redução no número de brotos causado pela elevação da dose de trinexapaque-etílico pode estar relacionado ao fato deste reduzir o transporte de elétrons nas mitocôndrias, diminuindo a respiração celular (HECKMAN et al., 2002). Conseqüentemente ocorre redução da energia para a planta, a qual prioriza a manutenção dos órgãos vegetativos já formados, reduzindo a formação de novos tecidos, ou seja, reduzindo a brotação.

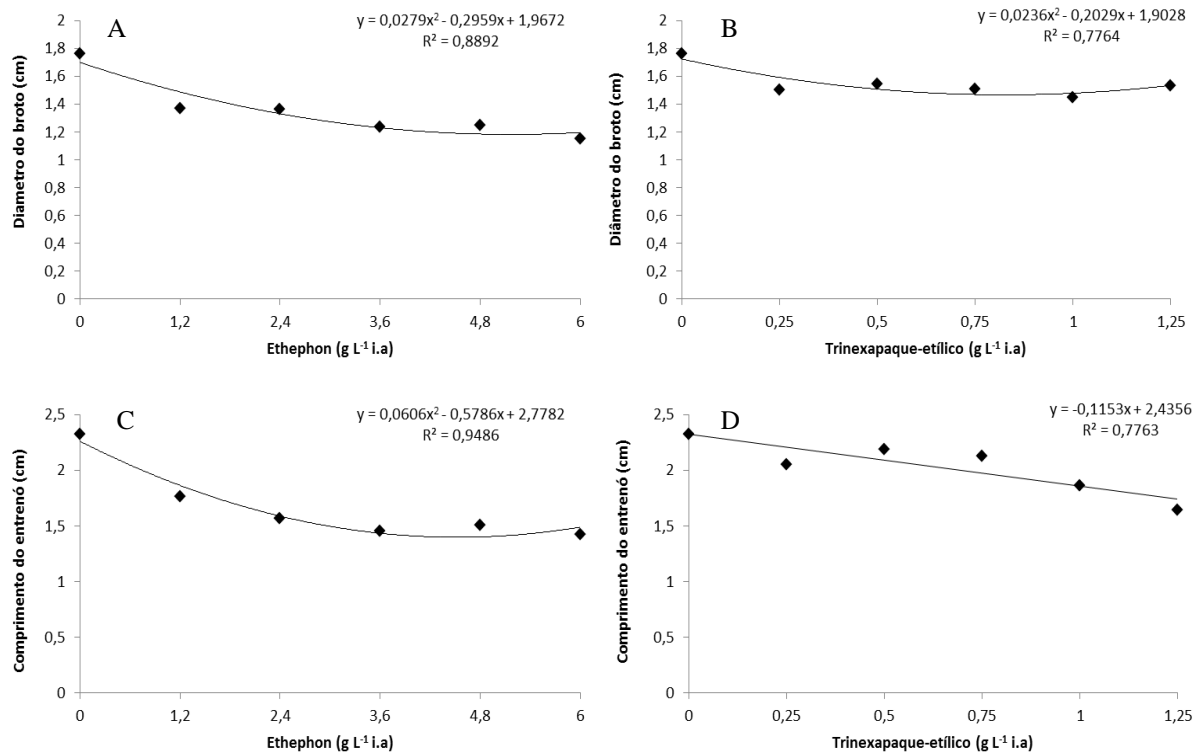
A altura do maior broto apresentou ajuste quadrático para aplicação de ethephon, apresentando ponto de mínimo na dose de $4,19 \text{ g L}^{-1}$ i.a., com redução de aproximadamente 70% (Figura 1 E). O trinexapaque-etílico apresentou ajuste linear decrescente com o aumento da dose, apresentando redução de aproximadamente 40% na altura do maior broto na dose de $1,25 \text{ g L}^{-1}$ i.a., (Figura 1 F). Essa redução também tem relação com o fato destes produtos inibirem a síntese de giberelinas, causando redução do porte da planta.

O diâmetro do broto apresentou ajuste quadrático para o aumento da dose de ethephon apresentando ponto de mínimo na dose de $5,16 \text{ g L}^{-1}$ i.a., com redução de aproximadamente 30% (Figura 2 A). O trinexapaque-etílico também apresentou ajuste quadrático, com ponto de mínimo da dose de $0,82 \text{ g L}^{-1}$ i.a., redução de aproximadamente 15 % (Figura 2 A). Essa redução do diâmetro do entrenó com a aplicação do ethephon pode estar relacionada com a remobilização dos fotoassimilados para a formação de novos brotos. Já a redução causada pelo trinexapaque-etílico pode estar relacionada com a menor quantidade de energia, devido este regulador reduzir a respiração celular.

Coutinho et al. (2014), observaram que a aplicação de daminozide em plantas de girassol ornamental ocasionou redução significativa do diâmetro do caule, com perdas de 0,15 mm, a cada 1 g L^{-1} do produto, ou seja, com reduções de 3,5; 6,86; 10,29 e

13,73% em espessura do caule, nas concentrações 2; 4; 6 e 8 g L⁻¹, respectivamente. Em arroz, Nascimento (2009) observou que a aplicação de trinexapaque-etílico não causou alterações significativas no diâmetro do colmo.

Figura 2. Diâmetro do broto (A e B) e comprimento do entrenó (C e D) de plantas de *Dendrobium nobile* submetidas a aplicação de ethephon (a esquerda) e trinexapaque-etílico (a direita).



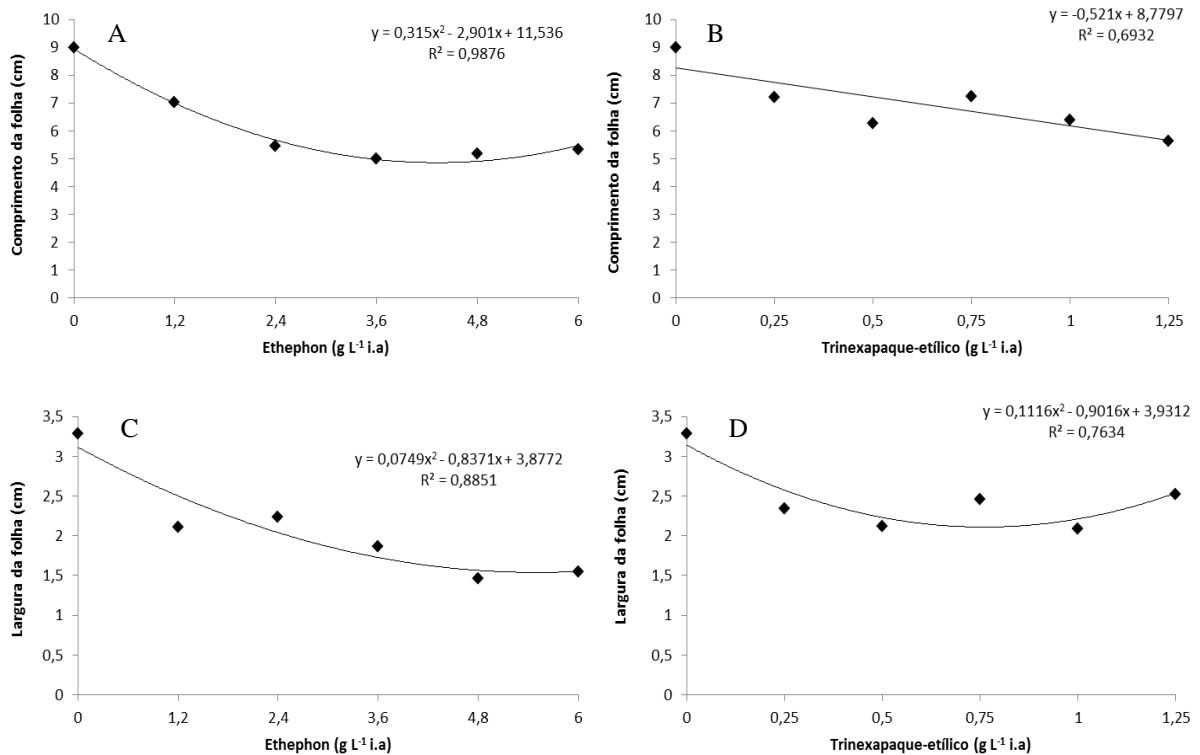
O comprimento do entrenó apresentou ajuste quadrático para o aumento da dose de ethephon, apresentando ponto de mínimo na dose de 4,52 g L⁻¹ i.a., com redução de aproximadamente 35% (Figura 2 C). O trinexapaque-etílico apresentou ajuste linear decrescente com o aumento da dose do regulador, com redução de 30% na dose de 1,25 g L⁻¹ i.a (Figura 2 D). Essa redução do entrenó já era esperada, pois os inibidores da síntese de giberelina agem na redução do comprimento do entrenó, com conseqüente redução de porte.

As giberelinas controlam grande número de processos fisiológicos, como a alongação dos entrenós tanto pelo crescimento celular quanto da divisão celular (BRESINSKY et al., 2012). Segundo Estevo (2006) a inibição da atividade das giberelinas pelo trinexapaque-etílico resulta em menor divisão celular e menor expansão da parede celular, interferindo no alongamento dos entrenós, causando redução do porte das plantas.

Em amendoim a aplicação de ethephon e trinexapaque-etílico causou redução do comprimento do entrenó (CARREGA, 2013). Em plantas de trigo a aplicação de trinexapaque-etílico reduziu o comprimento dos entrenós e a altura das plantas (PENCKOWSKI et al., 2009).

O comprimento da folha também apresentou ajuste quadrático para a aplicação de ethephon apresentando ponto de mínimo na dose de 4,32 g L⁻¹ i.a., com redução de aproximadamente 40% (Figura 3 A). Contudo apresentou ajuste linear decrescente para o aumento da dose de trinexapaque-etílico, com redução de 30% na dose de 1,25 g L⁻¹ i.a., (Figura 3 B).

Figura 3. Comprimento da folha (A e B) e largura da folha (C e D) de plantas de *Dendrobium nobile* submetidas a aplicação de ethephon (a esquerda) e trinexapaque-etílico (a direita).



A redução do comprimento foliar pode estar relacionado com a menor concentração de giberelinas nos tecidos, causado pela aplicação dos inibidores. Essa menor concentração de giberelinas reduz a alongação celular, resultando em folhas menores.

A largura da folha apresentou ajuste quadrático com o aumento da dose de ethephon, apresentando ponto de mínimo na dose de 5,50 g L⁻¹ i.a., com redução de aproximadamente 55% (Figura 3 C). Do mesmo modo, o aumento da dose de trinexapaque-

etílico também resultou em ajuste quadrático com ponto de mínimo na dose de $0,76 \text{ g L}^{-1}$ i.a., com redução de aproximadamente 30 % (Figura 3 D).

A redução da largura da folha também pode ser reflexo direto da menor concentração de giberelinas nos tecidos, devido a aplicação dos inibidores, ou por um desvio de fotoassimilados causado pela aplicação do ethephon, ou pela menor disponibilidade de energia devido a aplicação do trinexapaque-etílico. Segundo Zagonel (2013), a aplicação de trinexapaque-etílico na cultura do milho, ocasionou aumento na largura e diminuição do comprimento das folhas.

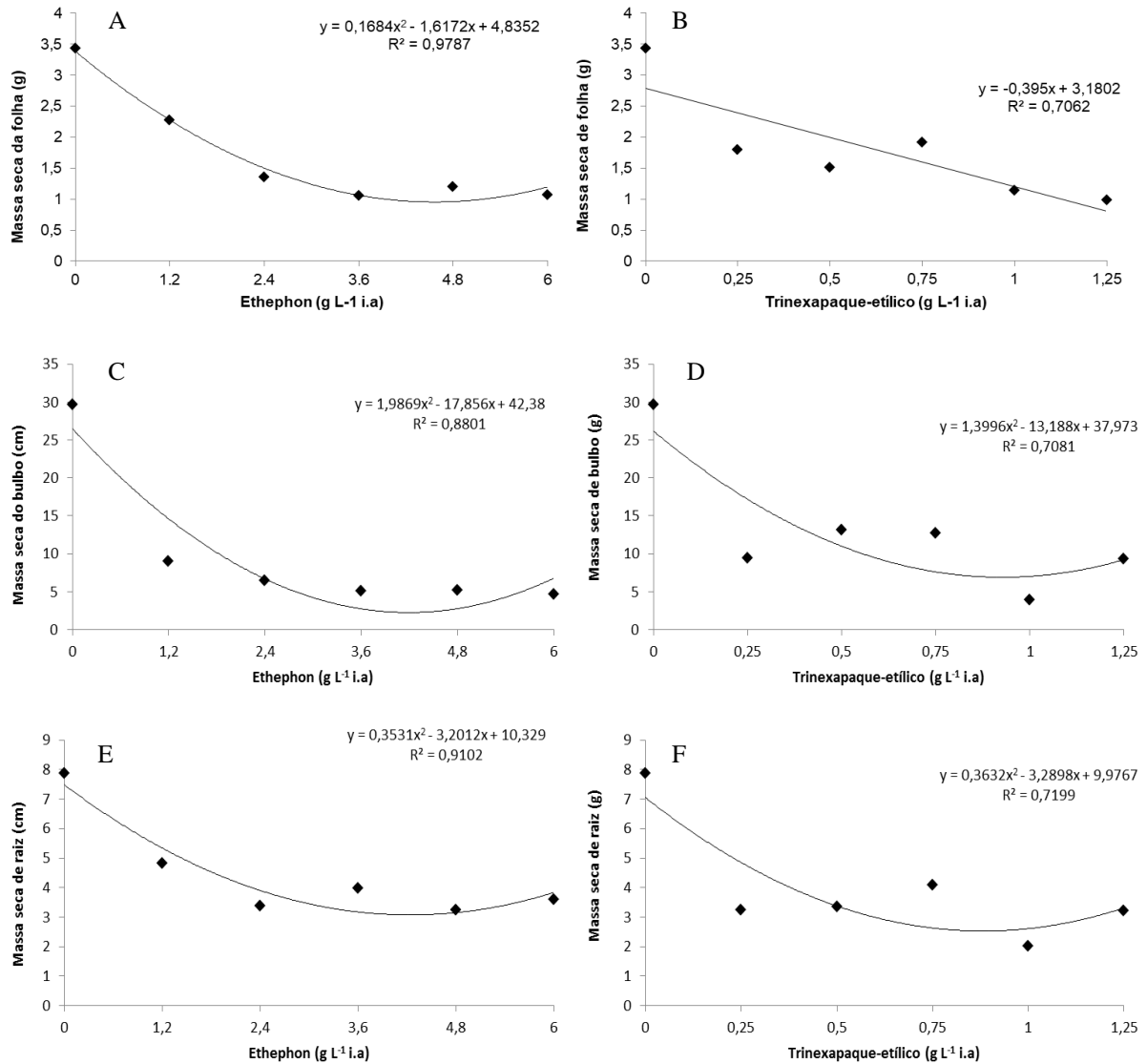
A massa seca de folha apresentou ajuste quadrático com o aumento da dose de ethephon, apresentando ponto de mínimo na dose de $4,56 \text{ g L}^{-1}$ i.a., com redução de 70% (Figura 4 A). Para o trinexapaque-etílico o ajuste foi linear decrescente com o aumento da dose do regulador, com redução de 70% na dose de $1,25 \text{ g L}^{-1}$ i.a., (Figura 4 B).

A massa seca de pseudobulbo apresentou ajuste quadrático para o aumento da dose de ethephon, com ponto de mínimo na dose de $4,19 \text{ g L}^{-1}$ i.a., redução de aproximadamente 80% (Figura 4 C). Para o trinexapaque-etílico também houve ajuste quadrático, com ponto de mínimo na dose de $0,93 \text{ g L}^{-1}$ i.a., com redução de aproximadamente 75% (Figura 4 D).

Estevo (2006) não observou interferência do trinexapaque-etílico sobre a massa seca da parte aérea de plantas de arroz. Resultado semelhante foi observado na cultura do trigo (ZAGONEL et al., 2002) e na cultura da soja (CAMPOS, 2009). De acordo com Hawerth et al. (2015), a utilização de trinexapaque-etílico em aveia causa diminuição do crescimento vegetativo, conseqüentemente diminuição da massa seca da parte aérea.

A massa seca de raiz apresentou ajuste quadrático com ponto de mínimo na dose de $4,23 \text{ g L}^{-1}$ i.a., redução de aproximadamente 60% (Figura 4 E). O trinexapaque-etílico também apresentou ajuste quadrático, com ponto de mínimo na dose de $0,79 \text{ g L}^{-1}$ i.a., redução de aproximadamente 70% (Figura 4 F). O menor desenvolvimento da raiz pela aplicação dos reguladores de crescimento pode ser tanto pela menor concentração de giberelinas nos tecidos, diminuindo assim o alongamento das células, tanto pela menor concentração de auxina, devido a quebra da dominância apical, já que este hormônio é produzido no meristema da parte aérea e translocado até o sistema radicular para desempenhar sua função de crescimento das raízes.

Figura 4. Massa seca da folha (A e B), massa seca de pseudobulbo (C e D) e massa seca de raiz (E e F) de plantas de *Dendrobium nobile* submetidas à aplicação de ethephon (a esquerda) e trinexapaque-etílico (a direita).



Segundo Muday et al. (2012), o etileno além de reduzir a síntese de giberelinas no entrenó, também inibe o transporte da auxina da parte aérea para o sistema radicular. Em plantas de ervilha, foi observado que o etileno reduziu o número de transportadores do efluxo de auxina, inibindo assim o seu transporte (SUTTLE, 1988).

A aplicação de ethephon induziu a formação de “keikis” e inibiu a floração das plantas (tabela 1). As maiores doses de trinexapaque-etílico inibiram a emissão de flores nas plantas, a emissão de keikis só ocorreu nas doses de 0,5 e 1,0 g L⁻¹ i.a.

A indução da formação de “keikis” pela aplicação de ethephon é justificada pelo fato de que quando em contato com o tecido da planta este produto libera etileno que

possui a função de estimular o desenvolvimento das gemas laterais pela quebra da dominância apical (TAIZ; ZEIGER, 2013). Apesar de o etileno ser usado em algumas culturas como o abacaxi, para induzir o florescimento, para a maioria das plantas, este hormônio tem a função de inibir o florescimento.

Tabela 1. Presença de flor, comprimento e largura da flor, comprimento e largura do labelo de plantas e número de keikis de *Dendrobium nobile* submetidas à aplicação de ethephon e trinexapaque-etílico. Após 270 dias da última aplicação.

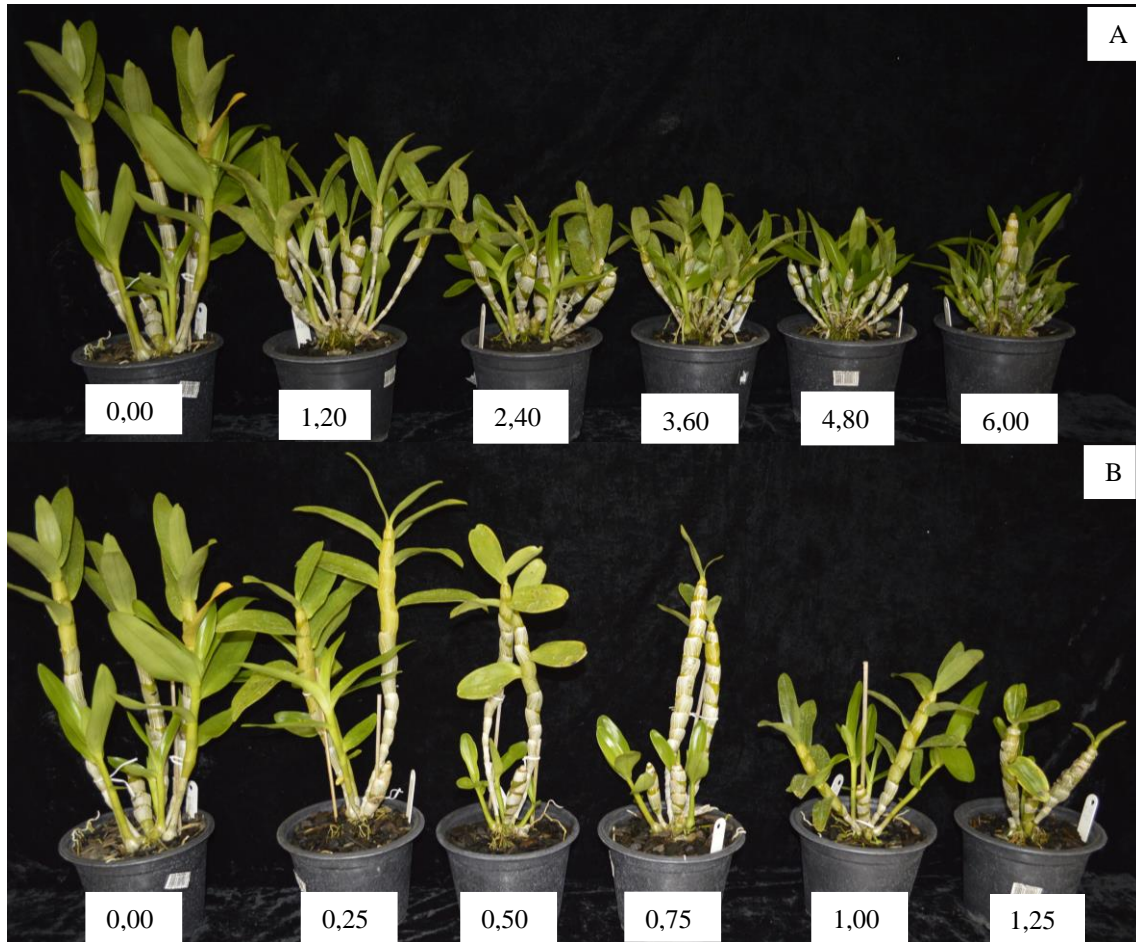
Ethephon (g L ⁻¹ i.a)	Presença de flor (cm)	Comprimento da flor (cm)	Largura da flor (cm)	Comprimento do Labelo (cm)	Largura do Labelo (cm)	Número de keikis
0	sim	8,20	8,23	3,98	2,57	0
1,2	não	-	-	-	-	0,8
2,4	não	-	-	-	-	2,6
3,6	não	-	-	-	-	0,6
4,8	não	-	-	-	-	1,8
6	não	-	-	-	-	1
Trinexapaque-etílico (g L ⁻¹ i.a)	Presença de flor (cm)	Comprimento da flor (cm)	Largura da flor (cm)	Comprimento do Labelo (cm)	Largura do Labelo (cm)	Número de keikis
0	sim	8,20	8,23	3,98	2,57	0
0,25	sim	6,87	6,92	3,22	2,35	0
0,5	sim	7,71	7,27	3,43	2,48	2,6
0,75	sim	7,86	7,22	3,53	2,48	0
1	não	-	-	-	-	0,8
1,25	não	-	-	-	-	0

Na figura 5 é possível observar a redução de porte das plantas de *Dendrobium nobile* submetidas a aplicação de doses de ethephon (A) e trinexapaque-etílico (B). É possível observar também o aumento no número de brotações que ocorreu no tratamento com ethephon.

A aplicação do ethephon causou redução do porte de plantas de *D. nobile*, e inibição do florescimento, necessitando mais estudos em relação a dose para encontrar uma dose que proporcione redução de porte, sem interferir no florescimento.

O ethephon demonstrou potencial para ser utilizado na produção de mudas a partir de propagação vegetativa, devido ao aumento no número de brotações e indução a formação de “keikis”.

Figura 5. Plantas de *Dendrobium nobile* submetidas à aplicação de doses de ethephon (A) (0,00; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00 e 1,25 g L⁻¹ i.a.) e trinexapaque-etílico (B) (0,00; 1,20; 2,40; 3,60; 4,80 e 6,00 g L⁻¹ i.a.).



O trinexapaque-etílico reduziu o porte e o número de brotos, com inibição do florescimento a partir da dose de 1,0 g L⁻¹ i.a., demonstrando potencial para utilização na redução de porte sem interferir no florescimento da planta.

4.1.5. Conclusão

O ethephon causa redução do porte de plantas de *D. nobile*. A dose de 4,19 g L⁻¹ i.a., proporcionou o menor porte (redução de aproximadamente 70%). A aplicação deste regulador também aumenta no número de brotações (aproximadamente 140%), com inibição do florescimento.

O trinexapaque-etílico causa redução do porte de plantas de *D.nobile* (redução de aproximadamente 40%), sem prejuízos ao florescimento, o que aconteceu com as doses acima de 0,75 g L⁻¹ i.a..

5 CONCLUSÕES GERAIS

É possível induzir o florescimento da orquídea *Dendrobium nobile* fora de época, por meio da aplicação de GA₃. Em relação ao estresse hídrico há a necessidade de realização de mais estudos para obter o nível de estresse hídrico necessário para haver a indução do florescimento.

A utilização de ethephon causa redução de porte de *D. nobile*, com aumento número de brotos e inibição da floração. O ethephon mostrou-se como uma alternativa para a propagação vegetativa *ex vitro*, necessitando de maiores estudos para o ajuste da dose a ser utilizada.

O trinexapaque-etílico causou redução de porte de *D. nobile*, com redução também no número de brotações, sendo que doses acima de 0,75 g L⁻¹ i.a., causa inibição do florescimento.

REFERÊNCIAS

- ACHARD, P., BAGHOUR, M., CHAPPLE, A., HEDDEN, P., VAN DER STRAETEN, D., GENSCHIK, P., HARBERD, N. P. The plant stress hormone ethylene controls floral transition via DELLA-dependent regulation of floral meristem-identity genes. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, New York, v.104, p.6484-6489, 2007.
- AKI, A.; PEROSA, J. M. Y. Aspectos da produção e consumo de flores e plantas ornamentais no Brasil. **Ornamental Horticulture**, Campinas, v.8, n.1, p13-23, 2002.
- ALBUQUERQUE, J. A. S. Uso de produtos químicos e práticas para a indução floral da mangueira na região do sub-médio São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.14, n.3, p. 177-182, 1992.
- 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**, Bangalore, v.70, n.3, p.491-498, 1995.
- ARDITTI, J. **Flower induction in orchids II**. The Orchid Review, v.75, p.253-256, 1967.
- BAILEY, D. A.; WHIPKER, B. Best management practices for plant growth regulators used in floriculture. **Horticultural Information Leaflets**. Londres, v. 1, p. 121-137, 1998.
- BARRETT, J.E. **Mechanisms of action**. In: GASTON, M.L.; KONJOIAN, P.S.; KUNKLE, L.A.; WILT, M.F. (Ed). Tips on regulating growth of floriculture crops. Columbus: OFA, 2001. p.32-41.
- BARROS, F.; VINHOS, F.; RODRIGUES, V.T.; BARBERENA, F.F.V.A.; FRAGA, C.N. Orchidaceae. In: **Lista de espécies da flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/FB011761>>. Acesso em: 16 Jun 2017.
- BARROS, F.; VINHOS, F.; RODRIGUES, V. T.; BARBERENA, F. F. V. A.; FRAGA, C. N., PESSOA, E. M.; FORSTER, W. MENINI NETO, L.; FURTADO, S. G.; NARDY, C.; AZEVEDO, C. O.; GUIMARÃES, L. R. S. **Orchidaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Acessado set 2016. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB179>.
- BATALHA, M. O.; BUAINAIN, A. M. **Cadeias produtivas de flores e mel**. Brasília: IICA: MAPA/SPA, 2007.
- BATCHELOR, S.R Orchid culture 4- light and temperature. **America Orchid Society**, Flórida, v.50, p.640-646, 1981.
- BENZING, D. H., OTT, D. W.; FRIEDMAN, W. E. Roots of *Sobralia macrantha* (Orchidaceae): structure and function of the velamen-exodermis complex. **American Journal of Botany**, Missouri, v. 69, p. 608-614, 1982.
- BLOSSFELD, A. **Orquidologia, Orquidofilia e Orquidicultura**. Jaboticabal: Funep,1999. p.4-17.

- BERTONCELLI, D.J.; ALVES, G.A.C.; SUZUKI, A.B.P.; FREIRIA, G.H.; FURLAN, F.F.; FARIA, R.T.; Mepiquat chloride in red sunflower cultivation as flower vase. **International Journal of Current Research**, New Delhy, v. 8, p.34533-34538, 2016.
- BETTONI, M.M.; GUMPL, E.K.; CUQUEL, F.L.; MÓGOR, A.F. Resposta de calânchoe a reguladores de crescimento. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v.15, p.153-157, 2009.
- BOTELHO, R.V.; PIRES, E.J.P.; TERRA, M.M. Efeitos do ácido giberélico na fertilidade de gemas e no crescimento dos ramos de videiras cv. Rubi. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.10, p.439-443, 2004.
- BRAVDO, B.; HEPNER, Y.; LOINGER, C.; COHEN, S.; TABACMAN, H. Effect of irrigation and crop level on growth, yield and wine quality of Cabernet Sauvignon. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v.36, n.2, p.132-129, 1985.
- BRAVDO, B.; NAOR, A. Effect of water regime on productivity and quality of fruit and wine. **Acta Horticulturae**, Leiden, n.427, p.15-26, 1996.
- BRESINSKY, A., KORNER, C., KADEREIT, J. W., NEUHAUS, G., SONNEWALD, U. **Tratado de botânica de strasburguer**. Editor Artemed, 36 ed. Porto alegre. 2012, 1192 p.
- BUTTROSE, M.S. Climatic factors and fruitfulness in grapevines. **Horticultural Abstracts**, Farnham Royal, v.46, n.6, p.319-326, 1974.
- CAMPOS, K. O. **Floração em *Dendrobium nobile* Lindl. (Orchidaceae) e os níveis endógenos de citocininas, auxina e ácido abscísico**. 2000. 74 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.
- CAMPOS, M. F., ORIKA, E. O., RODRIGUES, J. R. Desenvolvimento da parte aérea de plantas de soja em função de reguladores vegetais. **Revista Ceres**. Viçosa, v.56, p. 74-79, 2009.
- CARREGA, W. C. **Utilização de maturadores para antecipação da colheita do amendoim rasteiro**. 2013. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Jaboticabal, 2013, 51 p.
- CASTRO NETO, M.T. Aspectos fisiológicos da mangueira sob condições irrigadas IN: Embrapa - Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (Petrolina-PE)- **Informações Técnicas Sobre a Cultura da Manga no Semi-Árido Brasileiro**. Brasília-DF, Embrapa -SPI, 1995. p. 83-99.
- CARDOSO, J.C.; CROCOMO, W.B.; RAETANO, C.G. **Pragas das orquídeas: identificação, controle e manejo**. Pompéia: Bless Gráfica e Editora, 2005. 140 p.
- CARDOSO, J. C.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. Ácido giberélico na indução e qualidade do florescimento de orquídea *Phalaenopsis* ‘White Dream’. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v.18, n.2, p.135-140, 2012.

- CARVALHO, P. R., FARIA, R. T., WANDERLEY, C.S., NETO, N. B. M.; ANDRADE JUNIOR, O. Growth regulators in reducing the size of orchid Fire-of-Star for commercialization in vase. **Ornamental Horticulture**, Campinas, v.22, n.1, 114-118, 2016.
- CHANG, C.; CHANG, W.C. Cytokinins promotion of flowering in *Cymbidium ensifolium* var. *misericors* in vitro. **Plant Growth Regulation**, New York, v.39, p.217-221, 2003.
- CHEN, J., HENNY, R. J., MCCONNELL, D. B., CALDWELL, R. D. (2003). Gibberellic acid affects growth and flowering of Philodendron 'Black Cardinal'. **Plant Growth Regulation**, New York, v.41, p.1-6, 2003.
- CHEN, W. S.; CHANG, H. W.; CHEN, W. H.; LIN, Y. S. Gibberellic acid and cytokinin affect Phalaenopsis flower morphology at high temperature. **Hortscience**, Alexandria, v.32, p.1069-1073, 1997.
- CID, L.P.B. **Introdução aos hormônios vegetais**. Brasília: EMBRAPA- Recursos Genéticos e Biotecnologia. 2000. 180p.
- CORR, B.E.; WIDMER, R.E. Gibberellic acid increases flower number in *Zantedeschia elliottiana* and *Z. rehmannii*. **HortScience**, Alexandria, v.22, p.605-607, 1987.
- COUTINHO, I. B. L., TAKANE, R. J., LACERDA, C. F., SANTOS, A. B., PIVETTA, K. F. L. Efeito do regulador daminozide e dos substratos fibra de coco e areia no cultivo em vaso de girassol ornamental. **Científica**, Jaboticabal, v. 42, p. 376–387, 2014.
- CRUZ, M., SIQUEIRA, D., SALOMÃO, L. C. C., CECON, P. R. Florescimento da tangerineira Ponkan'e da limeira ácida 'Tahiti' submetidas ao estresse hídrico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, p. 360-374, 2006.
- DAVENPORT, T. L.; NUNEZ-ELISEA, R. Flowering of 'Keitt' mango response to deblossoming and gibberellic acid. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Winter Haven, n.104, p.41-43, 1991.
- DAVIES, P. J. **The plant hormones: their nature, occurrence, and functions**. In: DAVIES, P. J. (Ed.). *Plant hormones and their role in plant growth and development*. The Netherlands: Kluwer Academic, 1987. p. 1-23.
- DAVIES, P.J. *The plant hormones: their nature, occurrence, and functions*. In: -----. **Plant hormones and their role in plant growth and development**. Netherlands: Kluwer Academic, 1987, p. 1-23.
- DAVIES, P.J. Introduction: *The plant hormones: Their nature, occurrence, and Functions*. In: -----. **Plant Hormones: Biosynthesis, Signal Transduction, Action!** 3.ed. Dordrecht: Springer, 2007. p. 1-6.
- DRESSLER, R.L. How many orchid species? **Selbyana**, Flórida, v.26, p.155-158, 2005.
- ESTEVO, A. P. **Efeito do regulador de crescimento trinexapac-ethyl em cultivares de arroz irrigado**. 2006. Dissertação (Mestrado). Programa de pós-graduação em agronomia,

Universidades Estadual do oeste do Parana – Unioeste, Marechal Cândido Rondon. 2006, 55 p.

FARIA, R. T.; ASSIS, A. M.; UNEMOTO, L. K.; CARVALHO, J. F. R. P. **Produção de orquídeas em laboratório**. 1. ed. Londrina: Mecenias LTDA., 2012. 116 p .

FELIPE, G. M. Etileno. IN: **Fisiologia Vegetal 2**. 2 ed. São Paulo: EPU, 1886. p. 163 a 192.

FERRARI, S.; FURLANI JÚNIOR, E.; FERRARI, J. V.; SANTOS, M. L.; SANTOS, D. M. A. Desenvolvimento e produtividade do algodoeiro em função de espaçamentos e aplicação de regulador de crescimento. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 3, p. 365-371, 2008.

FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas**: o estudo do que está por trás do que se vê. 1.ed. Autor. Passo Fundo, 2004. 528p.

FONSECA, N., DE CASTRO, M. T. N., DA SILVA, C. A. L. Paclobutrazol e Estresse Hídrico no Florescimento e Produção da Mangueira (*Mangifera indica*)" Tommy Atkins. **Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, p. 21-24, 2005.

FRANCISCONI, A.H.D.; BARRADAS, C.I.N.; MARODIN, G.A.B. e SEIBERT, E. Efeito de óleo mineral, cianamida hidrogenada e thidiazuron na quebra de dormência e produção da pereira (*Pyrus communis* L.) cv. Packham's Triumph. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.14, p.161-166, 1992.

FREITAS, F.C.L.; FERREIRA, L.R.; SILVA, A.A.; BARBOSA, J.G.; MIRANDA, G.V. Efeitos do trinexapac-ethyl sobre o crescimento e florescimento da Grama-bataias. **Planta Daninha**, Viçosa, v.20, n.3, p.477-486, 2002.

GEORGE, A.P.; NISSEN, R.J. Effects of growth regulants on defoliation, flowering, and fruit maturity of the low chill peach cultivar Flordaprince in subtropical Australia. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Collingwood, v.33, p.787-795, 1993.

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

GOLDSCHMIDT, E. E.; TAMIM, M.; GOREN, R. Gibberellins and flowering in citrus and other fruit trees. **Acta Horticulturae**, Valencia, v.1, p. 201-216, 1998.

HAWERROTH, M. C., DA SILVA, J. A. G., SOUZA, C. A., DE OLIVEIRA, A. C., DE SOUZA LUCHE, H., ZIMMER, C. M., SPONCHIADO, J. C. Redução do acamamento em aveia-branca com uso do regulador de crescimento etil-trinexapac. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 50, p. 115- 125, 2015

HECKMAN, N. L.; ELTHON, T. E.; HORST, G. L. e GAUSSOIN, R. E. Influence of trinexapac-ethyl on respiration of isolated wheat mitochondria. **Crop Science**, Madison, v. 42, n. 2, p. 423-427, 2002.

HERTWIG, K.V. **Manual de herbicidas desfolhantes, dessecantes e fitoreguladores**. São

Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1992. 480p.

HUBER, G. **Onde se desenvolvem as orquídeas**. 5. ed. Rio de Janeiro: Expressão e Cultura, 1994. p.14-16.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA – IBRAFLOR. Nova fotografia do setor de flores e plantas: ornamentais e seus principais gargalos. Disponível em: <http://www.ibraflor.com/ns_mer_interno.php>. Acesso em: 10 fev. 2017.

JACKSON, M.B. **Are plants hormones involved in root to shoot communication?** In: CALLOW, A.J. (Ed.) *Advanced in botanical research*. New York: Academic Press, 1993. p.103–187.

JONES, W. E.; KUEHNLE, A. R.; ARUMUGANATHAN, K. Nuclear DNA content of 26 orchid (Orchidaceae) genera with emphasis on *Dendrobium*. **Annals of Botany**, Oxford, v. 82, p. 189-194, 1998.

JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. D. S. O setor produtivo de flores e plantas ornamentais do Brasil, no período de 2008 a 2013: atualizações, balanços e perspectivas. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v.20, 115-120.2014.

JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. S. **Balanco do comércio exterior da floricultura brasileira**. Contexto & perspectivas: boletim de análise conjuntural do mercado de flores e plantas ornamentais no brasil, jan. 2012.

KERBAUY, G.B. **Fisiologia Vetetal**. 2ª edição expandida, revisada e atualizada. Rio de Janeiro, Ed. Guanabara Koogan Ltda. 2008. 431p.

KIYUNA, I.; FRANCISCO, V. L. F. S.; COELHO, P. J.; CASER, D. V.; ASSUMPCÃO, R.; ANGELO, J. A. Floricultura brasileira no início do século XXI: o perfil do produtor. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 34, p. 14-31, 2004.

KLIEWER, W.M. Effect of nitrogen on growth and composition of fruits from ‘Thompson Seedless’ grapevines. **Journal of American Society of Horticultural Science**, Alexandria, v.96, p.816-819, 1990.

KRAJEWSKI, A.J.; RABE, E. Citrus flowering: a critical evaluation. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v.70, p. 357-374, 1995.

KRAMER, J. **Orquídeas**. Rio de Janeiro: Salamandra, 1989. 276 p.

KUIJPER, J. Zur Frage der periodischen Blüte von *Dendrobium crumenatum* Lindl. **Recueil des travaux botaniques néerlandais**, Paris, v. 30, n. 1, p. 1-22, 1933.

LANDGRAF, P. R. C.; PAIVA, P. D. O. Produção de flores cortadas no estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 120-126, 2009.

LORENZI, H.; SOUZA, H.M. **Plantas Ornamentais No Brasil**. 3. Ed. Nova Odessa: Plantarum, 1996.

MACHADO, F. R. Características produtivas do trigo em função da adubação nitrogenada e aplicação de regulador vegetal. **Anais**. IV Seminário Internacional da Cadeia do Trigo, FAG, Cascavel, v. 1, p. 12-18, 2009.

MAGNITSKIY, S. V.; PASIAN, C. C.; BENNETT, M. A.; METZGER, J. D. Controlling plug height of verbena, celosia, and pansy by treating seeds with paclobutrazol. **HortSciences**, Alexandria, v. 47, n.7, p. 158-167, 2006.

MARODIN, G.A.B.; LUCCHIESE, O.A.; MANFROI, V. Efeito da aplicação da cianamida hidrogenada e do óleo mineral na quebra de dormência e antecipação da colheita do pessegueiro “premier”. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.13, p.165-171, 1991.

MATOS, C.S.; DUCROQUET, J.H.J. Efeitos da cianamida hidrogenada na quebra de dormência do pessegueiro (*Prunus persica* Batsch) cv. Rubidoux, na região do Alto Vale do Rio do Peixe - SC. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.14, p.175-178, 1992.

MENINI NETO, L.; FURTADO, S.G.; MAURENZA, D.; REIS JÚNIOR, J. S.; ABREU, M. B. Orchidaceae. In: MARTINELLI, G.; MORAIS, M., A. (Org.). **Livro vermelho da flora do Brasil**. 1 ed. Rio de Janeiro, p.749 – 818, 2010.

MIELLE, A. Efeito da cianamida hidrogenada na quebra de dormência das gemas, produtividade do vinhedo e composição química da uva Cabernet Sauvignon. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, p.315-324, 1991.

MORAES, L. M.; CAVALCANTE, L. C. D.; FARIA, R. T. Substratos para aclimatização de plântulas de *Dendrobium nobile* Lindl. (Orchidaceae) propagadas in vitro. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.24, p.1397-1400, 2002.

MOUCO, M. A. C. Inibidores de síntese de giberelinas e crescimento de mudas de mangueira ‘Tommy Atkins’. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, p.273-279, 2010

MUDAY, G. K., RAHMAN, A., BINDER, B. M. Auxin and ethylene: collaborators or competitors? **Trends in Plant Science**, Oxford, v. 17, p. 181-195, 2012

MULLINS, M.G.; BOUQUET, A.; WILLIAMS, L.E. **Biology of the grapevine**. Cambridge: University Press, 2000. 239p.

NAILWAL, T.K.; GUPTA, V.K.; SAND, N.K.; PANT, R.C. Role of ethylene in tillering of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). **Physiology and Molecular Biology of Plants**, Nova Delhi, v. 10, n. 1, p. 127-130, 2004.

NASCIMENTO, V.; ARF, O.; SILVA, M.G.; BINOTTI, F.F.S.; RODRIGUES, R.A.F.; ALVAREZ, R.C.F. Uso do regulador de crescimento etil-trinexapac em arroz de terras altas. **Bragantia**, Campinas, v.68, p.921-929, 2009.

NGATIA, T.M., SHAIRO, S.I., EMONGOR, V.E., KIMENJU, J.W. Effects of etefon on the growth, yield and yield components of beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Journal of Agricultural Science and Technology**, Nova Zelândia, v.5, p. 22-38, 2003.

- NORTHEN, R.T. Orchids for the beginner-5-flowering. **America orchid society**. Bull, v.42, n.5, p.423-434, 1973.
- OMRAN, R.G. Peroxide levels and the activities of catalase, peroxidase, and indoleacetic acid oxidase during and after chilling of cucumber seedlings. **Plant Physiology**, Rockville, v.65, p.407- 408, 1980.
- PAIVA, P. D. de O. **Paisagismo: conceitos e aplicações**. Lavras: Editora UFLA, 2008.
- PABST, G. F. J.; DUNGS, F. **Orchidaceae Brasilienses**. Brucke-Verlag Kurt Schmiersow, Hildesheim. v.1, 1975.
- PATEL, I P.; PAPAFOITOU, M.; CHRONOPOULOS, J. Comparative effects of four plant growth retardants on growth of *Epidendrum radicans*. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, Ashford, v. 79, p. 303-307, 2004.
- PENCKOWSKI, L. H., ZAGONEL, J., CUÉLLAR FERNANDES, E. Nitrogênio e redutor de crescimento em trigo de alta produtividade. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 31, p. 473-479, 2009.
- PETRI, J.L.; HERTER, F.G. **Dormência e indução à brotação**. In: MONTEIRO, L.B.; MIO, L.L.M.D.; SERRAT, B.M.; MOTA, A.C.; CUQUEL, F.L. Fruteiras de caroço: uma visão ecológica. Curitiba: UFPR, 2004. p.119-127.
- RADEMACHER, W. Growth retardants: effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. **Annual Review Plant Physiology Plant Molecular Biology**, Mineápolis, v.51, p. 501-531, 2000.
- RAJALA, A.; PELTONEN-SAINIO, P. Plant growth regulator effects on spring cereal root and shoot growth. **Agronomy Journal**, Madison, v. 5, n. 93, p. 936-943, 2001.
- RODRIGUES, J.D. **Fisiologia da cana-de-açúcar**. Botucatu: Instituto de Biociências, UNESP, 1995, 101p.
- 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**, New York, v.24, p.127-134, 1998.
- SCHENATO, P.G., MELO, G.W., SANTOS, H.P., FIALHO, F.B., FURLANETTO, V., BRUNETTO, G., DORNELES, L. T. Influência do Etefon na distribuição de nutrientes e carboidratos e sobre o crescimento em videiras jovens. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, p. 217-221, 2007.
- SCHUCK, E. Épocas de aplicação e concentrações de cianamida hidrogenada e seus efeitos sobre a brotação, floração e produção do quiwi. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.14, p.179-184, 1992.
- SHIKHAMANY, S.D. **Physiology and cultural practices to produce seedless grapes in**

tropical environments. In: congresso brasileiro de viticultura e Enologia, 9, 1999 bento gonçalves. Anais... Bento gonçalves: embrapa-cnpuv, 1999, p.43-48.

SILVA, W. **Cultivo de Orquídeas no Brasil.** São Paulo: Nobel,1986.

SOUZA, V.C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática** – Guia ilustrado para identificação das fanerógamas nativas e exóticas do Brasil, baseado em APG II. 2. Instituto Plantarum, Nova Odessa; p.114-138, 2008.

SRINIVASAN, C.; MULLINS, M.G. Physiology of flowering in the grapevine - A review. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v.32, n.1, p.47-63, 1981.

STRAUB, W. Etephon growth regulator as a potential tool for managing excessive height in sweet corn hybrids. **New York's food and life Sciences Bulletin**, New York, v. 129, p. 1-4, 1989.

SUTTLE, J. C. Effect of ethylene treatment on polar IAA transport, net iaa uptake and specific binding of n-1-naphthylphthalamic acid in tissues and microsomes isolated from etiolated pea epicotyls. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 88, p. 795-799, 1988.

SUTTLEWORTH, F. S.; HEBERT, S. Z.; GORDON, W. D. **Orquídeas: guia dos orquidófilos.** 5.ed. Rio de Janeiro: Expressão e Cultura, 1994.

TAIZ, L., ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**; Tradução: Divan Junior et al., 5° ed., Porto Alegre: Artmed, 2013, 918 p.

TAKANE, R. J.; FARIA, R. T.; ALTAFIN, V. L. **Tecnologia fácil – 75: cultivo de orquídeas.** Brasília: LK, 2006.

TAYAMA, H. K.; CARVER, S. A. Zonal geranium growth and flowering responses to six growth regulators. **Hort Science**, Alexandria, v. 25, n. 1, p. 82-813, 1990.

THIMANN, K.V. Fifty year of plant hormone research. **Plant Physiology**, Hanover, v.54, p.450-453, 1974.

TOOGOOD, A. **Enciclopédia de la propagación de plantas.** Barcelona: Blume, 2000.

TREHARNE, K. J.; CHILD, R. D.; ANDERSON, H. e HOAD, G. V. Growth regulation of arable crops. **Plant growth substances**, Berlin: Springer-Verlag, v.1, p.343-374, 1995.

TRIPATHI, S. C.; SAYRE, K. D.; KAUL, J. N.; NARANG, R. S. Growth and morphology of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) culms and their association with lodging: effects of genotypes, N levels and ethephon. **Field Crops Research**, Dubai, v.84, p.271-290, 2003.

VAN DEN BERG, C.; HIGGINS, W. E.; DRESSLER, R. L. A phylogenetic study of Laeliinae (Orchidaceae) based on combined nuclear and plastid DNA sequences. **Annals of botany**, Oxford, v.104, n.3, p.417-30, 2009.

VICHIATO, M. R. M.; VICHIATO, M.; CASTRO, D. M.; DUTRA, L. F. PASQUAL, M. Alongamento de plantas de *Dendrobium nobile* Lindl. com pulverização de ácido giberélico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, p.16-20, 2007.

VIDIGAL, M. et al. **Lindo de Morrer**. Natureza, São Paulo, n. 9, p. 14-19, 1998.

ZAGONEL, J., VENANCIO, W. S., KUNZ, R. P., TANAMATI, H. Doses de nitrogênio e densidades de plantas com e sem um regulador de crescimento afetando o trigo, cultivar OR-1. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, p. 25-29, 2002.

ZAGONEL, J.; FERREIRA, C. Doses e épocas de aplicação de regulador de crescimento em híbridos de milho. **Planta Daninha**, Viçosa, v.31, p.395-402, 2013.

WANDERLEY, C, S. **Reguladores de crescimento no desenvolvimento de orquídeas terrestres cultivadas em vaso**. 2010. 69 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

WANDERLEY, C, S.; REZENDE, R.; ANDRADE C.A.B. Efeito de paclobutrazol como regulador de crescimento e produção de flores de girassol em cultivo hidropônico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, p.1672-1678, 2007.

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

WANG. Y-T.; HSU, T-Y. Flowering and growth of Phalaenopsis orchids following growth retardant applications. **HortSciences**, Alexandria, v. 29, p. 285-288, 1994.

YAMADA, D. Fitorreguladores. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 1992, Maringá. **Manual de Floricultura**. Maringá : Universidade Estadual de Maringá, 1992.

YAMANISHI, O. K. Trunk strangulation and winter heating effects on fruit size, internal quality and maturation of 'Tosa Buntan' pummelo grown in a plastic house. **Journal of Horticultural Science**, Bangalore, v.70, p.65-74.1995.