

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CAMPUS DE JABOTICABAL

**DEFICIÊNCIAS DE MACRONUTRIENTES E PÓS-
COLHEITA DE DENPHAL (ORCHIDACEAE)**

Rubens de Oliveira Meireles
Engenheiro Agrônomo

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP

CAMPUS DE JABOTICABAL

**DEFICIÊNCIAS DE MACRONUTRIENTES E PÓS-COLHEITA
DE DENPHAL (ORCHIDACEAE)**

Discente: Rubens de Oliveira Meireles

**Orientadora: Profa. Dra. Kathia Fernandes Lopes Pivetta
Coorientador: Prof. Dr. Renato de Mello Prado**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agrárias e Veterinárias- Unesp, Campus
Jaboticabal, como parte das exigências para
obtenção do Título de Doutor em Agronomia
(Produção Vegetal)

2021

M514d	Meireles, Rubens de Oliveira Deficiências de macronutrientes e pós-colheita de denphal (Orchidaceae) / Rubens Meireles. -- Jaboticabal, 2022 55 p. : tabs., fotos Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal Orientador: Kathia Pivetta Coorientador: Renato Prado 1. Nutrição mineral. 2. Orquídea. 3. Denphal. 4. Dendrobium bigibbum. 5. Nutriente. I. Título.
-------	---

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: DEFICIÊNCIAS DE MACRONUTRIENTES E PÓS-COLHEITA DE DENPHAL
(ORCHIDACEAE)

AUTOR: RUBENS DE OLIVEIRA MEIRELES

ORIENTADORA: KATHIA FERNANDES LOPES PIVETTA

COORIENTADOR: RENATO DE MELLO PRADO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em AGRONOMIA
(PRODUÇÃO VEGETAL), pela Comissão Examinadora:


Profa. Dra. KATHIA FERNANDES LOPES PIVETTA (Participação Virtual)
Departamento de Ciências da Produção Agrícola Produção Vegetal / FCAV UNESP Jaboticabal


Prof. Dr. ANTONIO FLORENCIO DE FIGUEIREDO (Participação Virtual)
IFPA-Campus Castanhal / Castanhal/PA


Dr. MARCOS VIEIRA FERRAZ (Participação Virtual)
Engenheiro Agrônomo Autônomo / Botucatu/SP


Prof. Dr. WELLITON DE LIMA SENA (Participação Virtual)
IFPA-Campus Castanhal / Castanhal/PA


Prof. Dr. PAULO HERCÍLIO VIEGAS RODRIGUES (Participação Virtual)
Departamento de Produção Vegetal-ESALQ/USP / Piracicaba/SP

Jaboticabal, 03 de dezembro de 2021

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

RUBENS DE OLIVEIRA MEIRELES – Nascido em 25 de agosto de 1970, na cidade de Belém -PA, filho de Leila de Oliveira Meireles e Lázaro Antônio Meireles. Graduado em Engenharia Agrônômica em 14 de agosto de 1996 pela Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Faculdade de Ciências Agrárias do Pará (FCAP), Belém-PA. Graduado em Licenciatura em Biologia em 22 de junho de 2012 pelo Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Pará (IFPA), Belém - PA. Especialização em Agrometeorologia pela Universidade Federal do Pará (UFPA) em 2001. Mestre em Agronomia pela Universidade Federal Rural da Amazônia em 2003. Atuou profissionalmente na Secretaria Municipal do meio Ambiente, concursado, desempenhando atividades de implantação de projetos paisagísticos, manutenção de áreas verdes da cidade de Belém e logradouros públicos. Concursado na Agência de Defesa Agropecuária do Pará (ADEPARÁ), desempenhando atividade de fiscalização fitossanitária. Atuou, também, na Empresa de Assistência Técnica do Pará (EMATER-PA), concursado, desempenhando atividades de extensão rural e projetos agropecuários. Atuou ainda como perito federal agrário, concursado, no Instituto nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), com atividades de vistoria de propriedades rurais e perícia agrônômica. Atualmente é professor do Instituto Federal de Educação, Ciência Tecnologia do Pará (IFPA), Castanhal- PA, concursado, onde ministra aulas de Plantas Ornamentais e Paisagismo no curso de Agronomia.

Aos meus pais LEILA DE OLIVEIRA MEIRELES
emmemoriam LÁZARO ANTÔNIO MEIRELES, pelo
esforço dedicado em proporcionar-me este momento de
realização acadêmica.

Aos meus irmãos: ANTÔNIO ROBERTO DE OLIVEIRA
MEIRELES, ANA MARIA MEIRELES COSTA,
ALEXANDRE DE OLIVEIRA MEIRELES, ALBERTO DE
OLIVEIRA MEIRELES, RICARDO DE OLIVEIRA
MEIRELES, RITA DE OLIVEIRA MEIRELES, RAQUEL
DE OLIVEIRA MEIRELES, ADRIANA DE OLIVEIRA
MEIRELES e REGINA DE OLIVEIRA MEIRELES, com
muito carinho e amor.

À minha esposa ANA CLÁUDIA FERREIRA
MENDES e aos meus filhos VICTOR HUGO
MENDES MEIRELES e VINICIUS MENDES
MEIRELES

Aos meus amigos.

Mensagem do autor

É com luta que conseguimos vencer as dificuldades da vida, porém, às vezes, o esforço não é suficiente para suplantar os obstáculos. É por isso que dedico este trabalho ao eterno professor ROBERTO DIAS, pela sua incansável luta em conduzir seus alunos em busca do saber. Embora não esteja fisicamente presente, sua alma sempre estará ao lado daquelas pessoas que acreditam na ciência como fonte de mudanças para o aperfeiçoamento do ser humano, tanto intelectual quanto espiritualmente.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus e à Espiritualidade Amiga, por ajudar-me a vencer mais esta etapa da vida.

A minha família, pelo constante apoio.

A professora Dra Kathia Lopes Pivetta, pela orientação, amizade, dedicação e interesse despretensiosos apresentados na consecução deste trabalho.

Ao professor Dr. Renato de Melo Prado pelo apoio, incentivo e sugestões para o trabalho.

Ao Coordenador do Programa Marcelo Costa Ferreira

Ao meu prestativo aluno e amigo, Henrique Matos, pelo auxílio nas horas mais atribuladas.

A Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal pela oportunidade.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará- IFPA, Campus Castanhal, pela compreensão e a disponibilidade em conciliar meu horário nos momentos que mais precisei.

Aos amigos de trabalho: Welliton Sena, Ricardo Cordeiro, Antonio Florêncio, Everaldo Raiol, João Canto, Eduardo Moraes.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	ii
ABSTRACT.....	iv
CAPÍTULO 1 – Considerações gerais	1
1.1 INTRODUÇÃO	2
1.2 Revisão de literatura.....	3
1.2.1 A família Orchidaceae.....	3
1.2.2 A nutrição e adubação de orquídeas.	4
1.2.3 Nitrogênio	5
1.2.4 Fósforo.....	6
1.2.5 Potássio	7
1.2.6 Magnésio	8
1.2.7 Enxofre.....	8
1.2.8 Aspectos fisiológicos das orquídeas.....	9
1.2.9 Pós-colheita de orquídeas cortadas.....	10
1.3 Referências.....	11
CAPÍTULO 2 – Sintomas visuais de deficiência em macronutrientes em plantas de orquídeas denphal	17
RESUMO	17
2.1 INTRODUÇÃO	18
2.2 MATERIAIS E MÉTODOS	19
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
2.3.2 SINTOMAS VISUAIS DE OMISSÃO DE NUTRIENTES EM PLANTAS DE ORQUÍDEA DENPHAL	28
Deficiência de Nitrogênio.	29
Deficiência de Fósforo.....	30
Deficiência de Potássio	31
Deficiência de Magnésio	32
Deficiência de Enxofre.....	33
2.4 CONCLUSÕES.....	33
2.6 REFERÊNCIAS	34
CAPÍTULO 3–Longevidade e qualidade de hastes florais de denphal em soluções conservantes.....	37
RESUMO	37
3.1 INTRODUÇÃO	38
3.2 MATERIAIS E MÉTODOS	40
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
3.3.1 Qualidade das hastes florais	42
3.3.2 Longevidade das hastes florais	44
3.3.3 CONTEÚDO RELATIVO DE ÁGUA (CRA).....	46
3.4 CONCLUSÕES.....	48
3.4 REFERÊNCIAS	48

DEFICIÊNCIAS DE MACRONUTRIENTES E PÓS-COLHEITA DE DENPHAL (ORCHIDACEAE).

RESUMO- As orquídeas, tanto para corte ou vaso, estão entre as mais cultivadas e comercializadas em todo mundo. No Brasil, em algumas regiões como a amazônica, de modo geral, ainda há poucas informações sobre as técnicas de cultivo e manejo de orquídeas; no cultivo de denphal, que é uma das principais comercializadas, é anseio dos produtores maior conhecimento sobre exigências nutricionais e manejo pós-colheita. Não foram encontradas pesquisas sobre pós-colheita desta espécie, sendo importante alguns estudos básicos. Desta forma, este trabalho teve como objetivos, avaliar os efeitos das deficiências de N, P, K, Mg e S e sintomas de deficiência visual no desenvolvimento de mudas da orquídea denphal cultivada em solução nutritiva. bem como, a conservação de inflorescências cortadas de denphal em soluções conservantes. O experimento sobre deficiência de macronutrientes foi conduzido em casa de vegetação, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Campus Castanhal-PA; o delineamento experimental foram blocos ao acaso; os tratamentos foram constituídos por solução nutritiva completa, soluções com omissões individuais de N, P, K, Mg e S e apenas água (controle), em 10 repetições. As mudas foram plantadas em vasos de polietileno de 1 dm³, preenchido com vermiculita e mantidas durante 30 dias utilizando apenas a irrigação com água destilada (período de adaptação), após, iniciou-se a aplicação dos tratamentos com a solução nutritiva fornecida a cada 15 dias durante 90 dias. A orquídea denphal é sensível a deficiência nutricional sendo que a falta dos nutrientes N, P, K, Mg e S prejudica de forma semelhante a produção de massa seca da planta. As omissões individuais dos nutrientes N, P, K, Mg e S causaram prejuízo na taxa de fotossíntese, condutância estomática e taxa de transpiração e, conseqüentemente, no crescimento da cultura causando sintomas visuais de deficiência característico para cada nutriente. O experimento sobre pós-colheita foi conduzido na Universidade Estadual Paulista – UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal-SP. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado. Foram cinco tratamentos: T1 - água destilada (controle); T2 - 5% de sacarose + 50 mg L⁻¹ de 8-HQ + 50 mg L⁻¹ de AgNO₃; T3 - 5% de sacarose + 100 mg L⁻¹ de 8-HQ + 50 mg L⁻¹ de AgNO₃; T4 - 5% de sacarose + 100 mg L⁻¹ de 8-HQ; T5 - 1% (20 mg L⁻¹) de óleo essencial de eucalipto (*Eucalyptus globulus*); quatro repetições e dez hastes por parcela, perfazendo um total de 200 hastes. Os dados foram analisados estatisticamente. A solução conservante contendo sacarose (5%) e Hidroxiquinolina (8-HQ) na concentração de 100 mg L⁻¹ mostrou-se mais eficiente comparado aos demais, uma vez que manteve a qualidade, prolongando a vida de vaso de hastes de denphal por 30 dias.

Palavras-chave: *Dendrobium bigibbum* Lindl., nutrição mineral, orquídea

DEFICIENCIES OF MACRONUTIRENTS AND POS-HARVEST OF DENPHAL (ORCHIDACEAE)

ABSTRACT – Orchids, whether cut or vase, are among the most cultivated and commercialized worldwide. In Brazil, in some regions such as the Amazon, in general, there is still little information about orchid cultivation and management techniques; in the cultivation of denphal, which is one of the main commercialized ones, the producers desire greater knowledge about nutritional requirements and post-harvest management. No post-harvest research was found for this species, and some basic studies are important. Thus, this work aimed to evaluate the effects of N, P, K, Mg and S deficiencies and symptoms of visual impairment on the development of denphal orchid seedlings cultivated in nutrient solution. as well as the conservation of cut denphal inflorescences in preservative solutions. The experiment on macronutrient deficiency was carried out in a greenhouse, at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Pará, Campus Castanhal-PA; the experimental design was randomized blocks; treatments consisted of complete nutrient solution, solutions with individual omissions of N, P, K, Mg and S and only water (control), in 10 replications. The seedlings were planted in 1 dm³ polyethylene pots, filled with vermiculite and kept for 30 days using only irrigation with distilled water (adaptation period), after which treatments were applied with the nutrient solution provided every 15 days for 90 days. The denphal orchid is sensitive to nutritional deficiency and the lack of nutrients N, P, K, Mg and S similarly impairs the production of dry mass of the plant. The individual omissions of the nutrients N, P, K, Mg and S caused impairment in the rate of photosynthesis, stomatal conductance and transpiration rate and, consequently, in the growth of the crop, causing visual symptoms of deficiency characteristic for each nutrient. The post-harvest experiment was conducted at Universidade Estadual Paulista – UNESP, Faculty of Agrarian and Veterinary Sciences, Campus de Jaboticabal-SP. The experimental design was completely randomized. There were five treatments: T1 - distilled water (control); T2 - 5% sucrose + 50 mg L⁻¹ of 8-HQ + 50 mg L⁻¹ of AgNO₃; T3 - 5% sucrose + 100 mg L⁻¹ of 8-HQ + 50 mg L⁻¹ of AgNO₃; T4 - 5% sucrose + 100 mg L⁻¹ 8-HQ; T5 - 1% (20 mg L⁻¹) of eucalyptus (*Eucalyptus globulus*) essential oil; four replications and ten stems per plot, making a total of 200 stems. Data were analyzed statistically. The preservative solution containing sucrose (5%) and Hydroxyquinoline (8-HQ) at a concentration of 100 mg L⁻¹ was more efficient compared to the others, since it maintained the quality, prolonging the life of the denphal stems for 30 days.

Key words: *Dendrobium bigibbum* Lindl., mineral nutrition, orchid

CAPÍTULO 1 – Considerações Gerais

1.1 Introdução

As orquídeas representam aproximadamente 10% das Angiospermas, sendo a segunda maior família de plantas com cerca de 736 gêneros e 27.801 espécies (Govaerts, 2021), e é considerada a família de plantas com maior valor comercial (Roberts e Dixon, 2008). No Brasil, são as principais plantas ornamentais cultivadas e comercializadas em vaso (Junqueira e Peetz, 2017) e ascultivadas e comercializadas para corte são espécies ou híbridos dos gêneros *Cattleya*, *Cymbidium*, *Dendrobium*(denphal),*Oncidium*e*Phalaenopsis* (Pivetta et al., 2014).

O gênero *Dendrobium*apresenta mais de 1500 espécies, sendo considerado um dos maiores da família e apresentando grande variabilidade genética. É considerado o mais produzido e comercializado, tanto no Brasil quanto no exterior, devido à sua larga distribuição geográfica, crescimento em diferentes habitats e, principalmente, ao grande valor florístico de seus híbridos e ao uso como flor de corte (Jones et al., 1998; Lorenzi e Souza, 2001; Araújo, 2017).

Popularmente conhecida como denphal, a espécie *Dendrobiumbigibbum*Lindl. é amplamente cultivada e comercializada, apresentando florescimento ereto e vistoso, podendo ocorrer várias vezes ao ano (Araújo, 2017; Lim, 2014; Ribeiro et al., 2019).

A maioria das espécies da família Orchidaceaelevam mais tempo para mostrarem os sintomas de deficiência em razão do desenvolvimento lento (Paula e Silva, 2001; Stewart e Kane, 2006; Souto et al., 2010). A identificação quanto às exigências nutricionais e à identificação de problemas na produção decorrentes de estresses nutricionais, deficiências ou excessos facilita o manejo adequado da cultura, porém esses sintomas devem ser conhecidos para serem corrigidos.

A longevidade das flores de corte é limitada por sua natureza efêmera e por diversos estresses. A diminuição da absorção de água, esgotamento dos carboidratos armazenados, aumento da atividade respiratória e produção de etileno, de modo geral, são reflexos da senescência floral (Gupta e Dubey, 2018). Uma ampla gama de técnicas está disponível para estender a preservação de flores,

incluindo o uso de conservantes florais, inibidores da ação do etileno, reguladores de crescimento e controle de temperatura e desidratação das flores (Costa et al., 2021).

O uso de sacarose em soluções é uma das técnicas utilizadas para prolongar a vida útil de flores cortadas, pois fornece à flor substratos adequados para respiração, melhora o balanço hídrico, estimula a abertura das flores e também retarda a senescência devido à menor síntese de etileno (Almeida et al., 2011; Costa et al., 2021), porém, somente a utilização de sacarose nem sempre tem se mostrado eficiente para manter ou prolongar a longevidade de hastes de algumas espécies, no entanto, essa eficiência aumenta quando é associada a compostos germicidas como demonstrado em algumas pesquisas (Ketsa e Amutiratana, 1986; Ketsa e Boonrote, 1990; Mattiuz et al., 2015).

O uso de produtos químicos em soluções de armazenamento tem se mostrado benéfico para a conservação pós-colheita de flores cortadas (Sales et al., 2021) e, entre eles destaca-se o composto 8-Hidroxiquinolina (8-HQ), ou seu sulfato (8-HQS) ou citrato (8-HQC) e, também, o nitrato de prata (AgNO_3), os quais apresentam propriedades germicidas e são amplamente utilizados em soluções de armazenamento pois inibem o crescimento de microrganismos e a oclusão vascular permitindo a absorção da solução pela planta (Jowkar et al., 2017; Malakar et al., 2019; Sales et al., 2021).

O nitrato de prata demonstrou ser eficiente na manutenção da qualidade de aumento da longevidade de hastes florais de várias plantas ornamentais na pós-colheita. Porém, pesquisas têm sido realizadas com o intuito de substituir o íon Ag^+ por compostos menos tóxicos, que venham a apresentar o mesmo efeito, ou seja, que também possam inibir a ação do etileno sem causar prejuízos ao meio ambiente.

Há muito se sabe que altas concentrações de metais pesados como prata, chumbo, mercúrio, entre outros, são responsáveis por causar inúmeras doenças cancerígenas, bem como outros agravantes, como danos ao sistema nervoso central e aos sistemas hepático, renal, hematopoiético e esquelético (Kim et al., 2015; Shahbazi et al., 2017).

Pesquisas utilizando fontes naturais renováveis, como agente antimicrobiano visando conservação de produtos hortícolas, têm aumentado consideravelmente nos

O potássio é absorvido pelas plantas na forma de íon K^+ , sendo bastante permeável nas membranas plasmáticas, e isto o torna facilmente absorvido e transportado à longa distância pelo xilema e floema. Grande parte do potássio na planta está em forma solúvel, portanto, a sua redistribuição é bastante fácil no floema. Em condições de baixo suprimento de potássio pelo meio, o elemento é redistribuído das folhas mais velhas para as mais novas e para as regiões em crescimento. O potássio estimula o crescimento vegetativo e o perfilhamento (gramíneas), aumenta o teor de carboidratos, óleos, gorduras e proteínas, estimula o enchimento de grãos, diminuindo o chochamento, promove o armazenamento de açúcar e amido, ajuda na fixação simbiótica de nitrogênio e na resistência a seca, geada, pragas e moléstias (Malavolta et al., 1997).

Estudando fertirrigação com K, Wang (2007) observou que o aumento das doses resultou no aumento do comprimento e largura das folhas de orquídea do gênero *Phalaenopsis* cultivadas em esfagno. Entretanto, na ausência e na dose de 50 ppm de K as plantas apresentaram amarelecimento e abscisão foliar.

Os sintomas de deficiência de potássio nas orquídeas, de acordo com Santos (2010) são, amarelecimento e necrose (morte de tecido) de folhas mais velhas; plantas mais suscetíveis a pragas e doenças.

A omissão de K em *Bletia catenulata*, *in vitro*, resultou em sintomas visuais de deficiência, causando clorose e necrose no terço inferior das folhas; as folhas também apresentaram sintomas de encolhimento, com as bordas voltadas para cima (David et al., 2019).

1.2.6 Magnésio

A principal função do magnésio é a de compor a molécula de clorofila, além de atuar como ativador enzimático (Malavolta, 1980). Participa de vários processos vitais da planta que requeiram e forneçam energia, como a fotossíntese, respiração e síntese de macromoléculas (Mengel e Kirkby, 1987).

Stancato e Faria (1996), estudando o efeito da exclusão de nutrientes do meio de cultivo para a orquídea *Laelia cinnabarina*, cultivada *in vitro*, verificaram que,

últimos anos, recebendo o suporte de políticas de preservação ambiental. Dentre esses produtos, o uso de óleos essenciais tem se destacado nas pesquisas visando aumentar a vida pós-colheita de hastes florais, como os realizados com rosas (Manfredini et al., 2017a; Manfredini et al., 2017b; Almeida et al., 2020), gengibre ornamental (Mattos et al., 2017; Mattos et al., 2018) e gérbera (Maia et al., 2019). Dentre os óleos essenciais pesquisados e disponíveis no mercado, o de eucalipto (*Eucalyptus globulus*) tem mostrado bons resultados. Almeida et al. (2020) verificaram que a utilização deste óleo nas concentrações de 0,25%, 0,50%, 1,0% e 1,25% foram eficientes na manutenção da qualidade de hastes de rosas 'Carola'.

Diante da intensificação do cultivo das orquídeas, faz-se necessário o conhecimento de sintomas de deficiência nutricional para permitir a identificação e correção de deficiências que podem ocorrer em um sistema intensivo de produção. Portanto, esse trabalho teve o objetivo de caracterizar a sintomatologia visual de carências de macronutrientes e avaliar a produção de biomassa e o acúmulo de nutrientes na parte aérea de orquídeas denphal em solução nutritiva, bem como, a conservação de suas inflorescências cortadas em soluções conservantes.

1.2 Revisão de literatura

1.2.1 A família Orchidaceae

A família Orchidaceae, pertence à classe Liliopsida e à ordem Asparagales (APG III, 2009). As orquídeas representam aproximadamente 10% das Angiospermas, sendo a segunda maior família de plantas com cerca de 899 gêneros e 27.801 espécies (Govaerts, 2021). É considerada a família de plantas com maior valor comercial (Roberts e Dixon, 2008).

As orquídeas são plantas de formato exótico, admiradas por todos apreciadores de plantas ornamentais, devido sua variedade de cores, formas, tamanho e fragrâncias, é uma das plantas ornamentais com maior importância comercial e botânica para o setor paisagístico (Pridgeon, 2001).

Apreciadas em todo o mundo, as orquídeas são tradicionalmente colecionadas e cultivadas, tanto para vaso como flor de corte, sendo uma atividade

economicamente consolidada. No Brasil, são as principais plantas ornamentais cultivadas e comercializadas em vaso e as cultivadas para corte mais produzidas e comercializadas são espécies ou híbridos dos gêneros *Cattleya*, *Cymbidium*, *Dendrobium* (denphal), *Oncidium* e *Phalaenopsis* (Pivetta et al., 2014; Junqueira e Peetz, 2017).

O gênero *Dendrobium* apresenta mais de 1500 espécies, sendo considerado um dos maiores da família e apresentando grande variabilidade genética. É considerado o mais produzido e comercializado, tanto no Brasil quanto no exterior, devido à sua larga distribuição geográfica, crescimento em diferentes habitats e, principalmente, ao grande valor florístico de seus híbridos e ao uso como flor de corte (Jones et al., 1998; Lorenzi e Souza, 2001; Araújo, 2017).

Popularmente conhecido como denphal, a espécie *Dendrobium bigibbum* Lindl. é amplamente cultivada e comercializada, apresentando florescimento ereto e vistoso, podendo ocorrer várias vezes ao ano (Araújo, 2017; Lim, 2014; Ribeiro et al., 2019).

1.2.2 Nutrição e adubação de orquídeas

O desenvolvimento de uma planta depende dos níveis adequados de nutrientes no solo/substrato. E essas variações nas necessidades das plantas na estrutura e nas características químicas dos elementos devem ser consideradas quando da adubação. A deficiência de nutrientes minerais nos solos/substrato, acarreta uma série de problemas para a produção, causando alterações no metabolismo e no suprimento adequado do elemento (Raij, 1987).

Portanto, faz-se necessário o conhecimento sobre os teores foliares adequados dos nutrientes na planta para balancear adequadamente as adubações e equilibrar as relações entre os mesmos. Carlucci et al. (1989), identificaram como adequados os teores de NPK nos gêneros *Cattleya* e *Laelia*: N 3,5 - 7,2 e 4,5 - 4,6; P 0,5 e 0,4 e K 16,3 - 22,9 e 4,3 - 9,1 (g kg⁻¹), respectivamente. Segundo Malavolta et al. (1997), os teores de macro (g kg⁻¹) considerados adequados para orquídeas são: N (15-25); P (1,3-7,5); K (20-35); Ca (5-20); Mg (3-7); S (1,5-7,5).

As orquídeas levam mais tempo para demonstrar deficiência nutricional e apresentam baixa taxa de absorção de nutrientes pelas raízes em relação a outras plantas cultivadas (Naik et al., 2009).

A concentração dos nutrientes difere não somente entre as plantas, mas também entre os seus órgãos, em função do estado fisiológico do tecido, da posição do tecido na planta e da disponibilidade de nutrientes nos substratos, e relacionam faixas ideais de nutrientes em folhas totalmente desenvolvidas de alguns gêneros de orquídeas (Jones Junior et al., 1991). E considerou como adequados em folhas desenvolvidas (Tabela 1).

Tabela 1 Faixas ideais de nutrientes em folhas totalmente desenvolvidas de alguns gêneros de orquídeas.

Nutrientes	<i>Cattleya</i>	<i>Cymbidium</i>	<i>Cypripedium</i>	<i>Phalaenopsis</i>
	(g kg ⁻¹)			
N	15 - 25	15 - 25	23 - 35	20 - 35
P	1,3 - 7,5	1,3 - 7,5	2,0 - 7,0	2,0 - 7,0
K	20 - 35	20 - 35	20 - 35	40 - 60

Fonte: Jones Junior et al. (1991)

1.2.3 Nitrogênio

O nitrogênio pode ser absorvido como aminoácidos, CO(NH₂)₂ (uréia), amônio, nitrato e mesmo N₂, no caso de leguminosas e outras espécies; no entanto, a forma nítrica é predominante absorvida. Na planta, a maior parte de nitrogênio encontra-se em formas orgânicas representadas, principalmente, por aminoácidos e proteínas (Malavolta, 1980).

Estudando a absorção de nitrato e amônio no desenvolvimento *in vitro* de três espécies de orquídeas, duas terrestres e uma epífita, Hew et al. (1993) observaram que não houve diferenças significativas nos padrões de absorção de N entre as espécies estudadas, embora a taxa de absorção de amônio tenha sido maior do que a de nitrato.

O efeito da exclusão de nutrientes do meio de cultivo, no desenvolvimento *in vitro* da orquídea *Laelia cinnabarina* foi estudado por Stancato e Faria (1996) que observaram que a exclusão de N no meio foi a mais prejudicial. Semelhantemente,

David et al. (2019), estudando o efeito da exclusão dos macronutrientes do meio de cultivo, no desenvolvimento de plântulas de *Bletia catenulata*, *in vitro*, verificaram que a omissão N foi o que mais diminuiu o crescimento da planta; o sintoma de deficiência de N apareceu no início do desenvolvimento da planta (34 dias após a aplicação do tratamento) e foi caracterizado por inibição do crescimento e clorose em folhas velhas.

Os sintomas de deficiência de nitrogênio nas orquídeas são o amarelecimento uniforme de folhas mais velhas (traseiras), com posterior perda destas folhas, permanecendo apenas o pseudobulbo no caso daqueles gêneros que o possuem e redução do crescimento (Santos, 2010).

1.2.4 Fósforo

O fosforo é absorvido na forma de H_2PO_4^- ou $\text{H}_2\text{PO}_4^{2-}$, sendo que a forma predominante é H_2PO_4^- . É responsável pela transferência de energia e formação de compostos, como ATP. O sintoma mais característico da deficiência de fosforo é o aparecimento nas folhas mais velhas de um verde mais escuro e a diminuição da área foliar. Sendo que em algumas espécies pode manifestar-se em folhas arroxeadas (Prado, 2020).

O fósforo acelera a formação de raízes, aumenta a frutificação, acelera a maturação dos frutos, aumenta o teor de carboidratos, óleos, gorduras e proteínas e, além disso, ajuda na fixação simbiótica do nitrogênio (Malavolta et al., 1997).

Os sintomas de deficiência de fosforo nas orquídeas são crescimento reduzido; plantas com folhas com um verde muito escuro e, ou, avermelhadas (Santos, 2010).

David et al. (2019) verificaram, em plântulas da orquídea *Bletia catenulata*, *in vitro*, que a omissão de P resultou na redução do comprimento da planta e do número de folhas, também, que as plantas apresentaram coloração verde escuro opaco, especialmente as folhas mais velhas, além disso, essas folhas mais velhas ficaram mais estreitas.

1.2.5 Potássio

após a exclusão dos macronutrientes, o Mg foi o que menos foi afetado numa escala de severidade dos sintomas evidenciados.

Os sintomas de deficiência de magnésio nas orquídeas são folhas velhas com clorose internerval, pontas das folhas cloróticas esbranquiçadas e dobradas (enroladas) para dentro (Santos, 2010).

David et al., (2019), estudando o efeito da exclusão dos macronutrientes do meio de cultivo no desenvolvimento de plântulas de *Bletiacatenulata*, *in vitro*, verificaram que os sintomas da omissão de Mg foram caracterizados por um leve amarelecimento entre as nervuras.

1.2.7 Enxofre

O enxofre é absorvido pelas plantas na forma de sulfato que provém, predominantemente, da forma orgânica colocada em disponibilidade pela ação microbiana ou de fertilizantes aplicados. O enxofre exerce uma função muito importante no crescimento das plantas, pois é um constituinte essencial de proteínas (Prado, 2020).

O sintoma de deficiência de enxofre nas orquídeas são amarelecimento uniforme, mais intenso nas folhas mais novas (Santos, 2010).

David et al., (2019) observaram que os sintomas da omissão de S, no cultivo *in vitro* de *Bletiacatenulata*, foram caracterizados por uma coloração verde claro nas folhas mais novas.

1.2.8 Aspectos fisiológicos das orquídeas

O crescimento e o desenvolvimento das orquídeas dependem do manejo nutricional e luminoso em ambiente natural ou disponibilizado em casas de vegetação. A qualidade no desenvolvimento de uma planta sadia de orquídea está relacionado com o interesse comercial e paisagístico, os quais observam as características botânicas tais como folhas, pseudobulbos, brotação e florescimento (Pridgeon, 2001; Faria et al., 2015).

Embora a disponibilidade hídrica esteja entre os fatores mais limitantes, a intensidade do estresse induzido na planta associado a outras causas subjacentes que interferem no funcionamento fisiológico, como as trocas gasosas realizada na planta (Chaves, 1991; 2003), isso influencia a interação entre as necessidades de luz e água, bem como dos nutrientes, causando um desregulamento fisiológico (Baker, 2008; Zott, 2016).

Condições de estresse em plantas interferem diretamente em diversos parâmetros nas plantas, como: metabolismo, fisiologia e morfologia. Estes aspectos em conjunto contribuem para reduzir a taxa fotossintética da planta e seu crescimento vegetativo (Taiz et al., 2017). A partir do momento que a planta passa por um estresse, esse efeito pode ser identificado através da análise das trocas gasosas das plantas (Furtini Neto et al., 2015).

Dentre os fatores que podem ser analisados, a taxa fotossintética é estimada com uma taxa de assimilação de CO_2 em um fluxo no sistema, dada pela diferença na concentração do gás no início e fim do sistema, relacionada com a área foliar. A taxa de transpiração é medida pela diferença de concentração de vapor d'água também no início e fim do sistema, multiplicada pelo fluxo do sistema, com o produto dividido pela área foliar. Já a condutância pode ser considerada como o inverso da resistência a difusão na folha, podendo ser correlacionada com a abertura estomática. Com posse destes dados, pode-se calcular diversos índices como a taxa de assimilação de CO_2 , eficiência de carboxilação, eficiência do uso da água, por exemplo, que auxiliam na avaliação do estado da planta (Long et al., 1996; Taiz et al., 2017).

1.2.9 Pós-colheita de orquídeas cortadas

O sucesso comercial de uma flor de corte depende de sua qualidade estética, produção e longevidade após a colheita. O tratamento com soluções conservantes pode aumentar a longevidade e a qualidade pós-colheita de flores de corte, em razão do fornecimento de açúcares e conservação da hidratação dos tecidos (Halevy e Mayak, 1979).

A utilização de açúcares, como sacarose e glicose, tem mostrado eficiência em prolongar a vida dessas flores (Ketsa, 1989). A sacarose exógena é incluída na maioria das soluções conservantes de hastes florais (Halevy e Mayak, 1981).

Os açúcares translocados das soluções conservantes acumulam-se nas flores, aumentando a concentração osmótica, melhorando a capacidade de absorção e manutenção da turgescência das pétalas e favorecendo, desse modo, o balanço hídrico nas flores de corte (Halevy, 1976). A sacarose também retarda a degradação de proteínas, lipídios e ácidos nucleicos, mantém a integridade das membranas e a estrutura e a função mitocondrial, inibe a produção e a ação do etileno, melhora o balanço hídrico e regula o fechamento estomático, reduzindo a transpiração (Nowak et al., 1991).

No entanto, somente a utilização de sacarose não tem se mostrado eficiente para manter ou prolongar a longevidade de hastes de algumas orquídeas, como observado por Assis et al. (2003) em hastes de *Dendrobiumnobile*, Hastenreiter et al. (2006) para *Oncidiumvaricosum* e Favetta et al. (2016) para *Oncidiumbaueri*. Já a utilização da sacarose associada com compostos germicidas tem mostrado ser eficiente como o verificado por Mattiuz et al. (2015), que observaram maior número de flores abertas nas inflorescências e longevidade floral em hastes de *Oncidiumvaricosum* tratadas com sacarose (5%) + 8-citrato hidroxiquinolina (8-HQC) + nitrato de prata (AgNO_3).

Nitrato de prata e 8-citrato hidroxiquinolina são germicidas tradicionalmente utilizados em conservantes florais. O nitrato de prata foi eficiente em reduzir a senescência em orquídeas dos gêneros *Cattleya*, *Dendrobium* e *Oncidium* (Beyer, 1976; Ong e Lim, 1983).

O composto 8-citrato hidroxiquinolina é considerado excelente na redução da oclusão fisiológica em hastes florais (Nowak et al., 1991). Este composto prolongou a vida de vaso de diferentes híbridos de orquídeas dos gêneros *Dendrobium* (Ketsa e Amutiratana, 1986; Ketsa e Boonrote, 1990), sendo que o aumento da longevidade das hastes florais foi observado quando o 8-HQC foi utilizado conjuntamente com sacarose.

Pesquisas utilizando fontes naturais renováveis, como agente antimicrobiano visando conservação de produtos hortícolas, têm aumentado consideravelmente nos

últimos anos, recebendo o suporte de políticas de preservação ambiental. Dentre esses produtos, o uso de óleos essenciais tem se destacado nas pesquisas visando aumentar a vida pós-colheita de hastes florais, como os realizados com rosas (Manfredini et al., 2017a; Manfredini et al., 2017b; Almeida et al., 2020), gengibre ornamental (Mattos et al., 2017; Mattos et al., 2018) e gérbera (Maia et al., 2019).

Dentre os óleos essenciais pesquisados e disponíveis no mercado, o de eucalipto (*Eucalyptus globulus*) tem mostrado bons resultados. Almeida et al. (2020) verificaram que a utilização deste óleo nas doses de 0,25%, 0,50%, 1,0% e 1,25% foi eficiente na manutenção da qualidade de hastes de rosas 'Carola'.

1.3 REFERÊNCIAS

Almeida EFA, Paiva PDDO, Lima LCDO, Silva FC, Fonseca J, Nogueira DA (2011) Callalily inflorescences postharvest: pulsing with different sucrose concentrations and storage conditions. **Ciência e Agrotecnologia** 35(4):657-663.

Almeida EFA, Santos LO, Casticini A, Reis JBRS (2020) *Eucalyptus globulus* essential oil on the postharvest quality of 'Carola' roses. **Ornamental Horticulture** 26(2):159-165.

APG III (2009) An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society** 161:105-121.

Araújo R (2017) **Orquídeas Dendrobium**. São Paulo: Editora Europa, 79p.

Assis AM, Colombo LA, Faria RT, Fonseca ICB (2003) Longevidade pós-colheita de pseudobulbos com flores de *Dendrobium nobile* (Orchidaceae). **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental** 9(1):85-87.

Baker NR (2008) Chlorophyll fluorescence; a probe of photosynthesis in vivo. **Annual Review of Plant Biology** 59:89-113.

Beyer EM (1976) A potent inhibitor of ethylene action in plants. **Plant Physiology** 58:268-271.

Carlucci MV, Haag HP, Bellote AFJ (1989) Nutrição mineral de plantas ornamentais; IX. Composição química e extração de nutrientes por cinco espécies de Orchidaceae. In.: Haag HP, Minami K, Lima AMLP (Eds.) **Nutrição mineral de algumas espécies ornamentais**. Campinas: Fundação Cargill, 298 p.

Chaves MM (1991) Effects of water deficits on carbon assimilation. **Journal of Experimental Botany** 42:116.

Chaves MM, Maroco JP, Pereira JS (2003) Understanding plant responses to drought - from genes to the whole plant. **Functional Plant Biology** 30:239-264.

Costa LC, Araujo FF, Ribeiro WS, Santos MNS, Finger FL (2021) Postharvest physiology of cut flowers. **Ornamental Horticulture** 27(3):374-385.

David CHO, Paiva Neto VB, Campos CNS, Lopes PMSL, Teodoro PE, Prado RM (2019) Nutritional disorders of macronutrients in *Bletia catenulata*. **HortScience** 54(10):1836–1839.

Faria RT, Colombo RC (2015) Oncidium: a orquídea em expansão no cenário florícola. **Horticultura Brasileira** 33(4):533.

Favetta V, Colombo RC, Faria RT (2016) Longevidade de hastes florais de *Oncidium baueri* mantidas em soluções conservantes. **Comunicata Scientiae** 7(2):209-213.

Furtini Neto AE, Boldrin KVF, Matsson NS (2015) Nutrition and quality in ornamental plants. **Ornamental Horticulture** 21(2):139-150.

Govaerts RHA (ed.) **The Plant List**; a working list of all plant species; Orchidaceae Disponível em <www.theplantlist.org/1.1/browse/A/Orchidaceae> Acesso em: 02 nov. 2021.

Gupta J, Dubey RK (2018) Factors affecting post-harvest life of flower crops. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences** 7:548-557.

Halevy AH (1976) Treatments to improve water balance of cut flowers. **Acta Horticulturae** 64:223-230.

Halevy AH, Mayak S (1979) Senescence and post harvest physiology of cut flowers, Part I. **Horticultural Reviews** 1:204-236.

Halevy AH, Mayak S (1981) Senescence and postharvest physiology of cut flowers – Part II. **Horticultural Reviews** 3:9-143.

Hastenreiter FA, Vieira JGZ, Faria RT (2006) Longevidade pós-colheita de flores de *Oncidium varicosum* (Orchidaceae). **Semina** 27(1):27-34.

Hew CS, Lim LY, Low CM (1993) Nitrogen uptake by tropical orchids. **Environmental and Experimental Botany** 33: 273-281.

Jones Junior JB, Wolf B, Mills HA (1991) **Plant analysis handbook**. Athens: Micro-Macro Publishing, 213p.

Jones WE, Kuehnle AR, Arumuganathan K (1998) Nuclear DNA content of 26 orchid (Orchidaceae) genera with emphasis on *Dendrobium*. **Annals of Botany** 82(2):189-194.

Jowkar MM, Hassanzadeh N, Kafi M, Khalighi A (2017) Comprehensive microbial study on biocide application as vase solution preservatives for cut 'Cherry Brandy' rose flower. **International Journal of Horticultural Science and Technology** 4(1): 89-103.

Junqueira AH, Peetz MS (2017) Brazilian consumption of flowers and ornamental plants: habits, practices and trends. **Ornamental Horticulture** 23(2):178-184.

Ketsa S (1989) Vase-life characteristics of inflorescences of *Dendrobium* "Pompadour". **Journal of Horticultural Science** 64(5):611-615.

Ketsa S, Amutiratana D (1986) Effect of sucrose, silver, nitrate and 8-hydroxyquinoline sulfate on postharvest behaviour of *Dendrobium* 'Pompadour' flowers. In: ASEAN ORCHID CONGRESS. **Proceedings...** Bangkok, p.124-129.

Ketsa S, Boonrote A (1990) Holding solutions for maximizing bud opening and vase-life of *Dendrobium* 'Youpadeewan' flowers. **Journal of Horticultural Science** 65:41-47.

Kim H, Jang T, Chae H, Choi WJ, Ha MN, Ye BJ, Kim BG, Jeon MJ, Kim SY, Hong YS (2015) Avaliação e gestão da exposição ao chumbo. **Anais de Medicina Ocupacional e Ambiental** 27(30):30.

Lim TK (2014) *Dendrobium bigibbum*. In.: Lim TK (Ed.) **Edible medicinal and no medicinal plants** Dordrecht: Springer, p.555-558.

Long SP, Farage PK, Garcia RL (1996) Measurement of leaf and canopy photosynthetic CO² exchange in the field. **Journal of Experimental Botany** 47(11):1629-1642.

Lorenzi H, Souza HM (2001) **Plantas Ornamentais no Brasil**. 3. ed. Nova Odessa: Plantarum. 1088p.

Maia RKM, Silva EA, Alves RM, Morais MAS, Vieira MRS, Silva LF, Simões RFJ, Fonseca KS, Simões ANN (2019) Ethanol and citric acid improve longevity in *Gerbera* cv. Mistique. **Ornamental Horticulture** 25(2):109-118.

Malakar M, Acharyya P, Biswas S (2019) Effect of silver nitrate and sucrose on the vase life of *Gerbera* (*Gerbera jamesonii* H. Bolus) cut flowers. **Journal of Crop and Weed** 15(2):46-51.

Malavolta E (1980) **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres. 251p.

Malavolta E, Vitti GC, Oliveira SA (1997) **Avaliação do estado nutricional das plantas - princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 319p.

Manfredini GM, Paiva PDO, Almeida EFA, Nascimento AMP, Sales TS, Santos LO (2017a) Qualidade pós-colheita de rosas tratadas com óleo essencial. **Ornamental Horticulture** 23(2):192-199.

Manfredini GM, Paiva PDO, Almeida EFA, Reis MVR, Maia MO (2017b) Armazenamento e jasmonato de metila na conservação pós-colheita de rosas cv. Avalanche. **Ornamental Horticulture** 23(2):207-211.

Mattiuz CFM, Mattiuz B, Rodrigues TJD, Marques KM, Martins RN (2015) Effectiveness of postharvest solutions for the conservation of cut *Oncidium varicosum* (Orchidaceae) inflorescences. **Ciência e Agrotecnologia** 39(4):315-322.

Mattos DG, Paiva PDO, Elias HHS, Vilas Boas EVB, Rodrigues LF, Lago RC (2018) Starch and total soluble sugar content in torch ginger postharvest. **Ornamental Horticulture** 23(4):435-442.

Mattos DG, Paiva PDO, Nery FC, Vale RP, Sarto MT, Luz CA (2017) Water relations in post-harvest torch ginger affected by harvest point and carnaúba wax. **Postharvest Biology and Technology** 127:35-43.

Mengel K, Kirkby EA (1987) **Principles of plant nutrition**. Bern: International Potash Institute. 687p.

Naik SK, Bharathi TU, Barman D, Devadas R, Medhi RP (2009) Status of mineral nutrition of orchid: a review. **Journal of Ornamental Horticulture** 12:1-14.

Nowak J, Goszczynska MD, Rudnicki RM (1991) Storage of cut flowers and ornamental plants: present status and future prospects. **Postharvest News and Information** 2(4) 255-260.

Ong HT, Lim LL(1983) Use of silver nitrate and citric ac to improve shelf life of golden shower flowers. **The Orchid Review** 91:141-144.

Paula CC, SILVA HMP (2001)**Cultivo prático de orquídeas**. 2. ed. Viçosa: UFV. 63 p.

Pivetta KFL, Yanagisawa SS, Faria RT, Mattiuz CBM, Takane RJ, Batista GS (2014) Orquídeas. In: Paiva PDO, Almeida EFA (Org.). **Produção de Flores de Corte**. 1ed. Lavras-MG:UFLA, v. 2, p. 454-510.

Prado, R. de M (2020)**Nutrição de plantas**. 2. ed. São Paulo: Editora Unesp. 414p.

Pridgeon AM (2001) **The illustrated encyclopedic of orchids**. Austrália: Lansdwone Publishing Pty Ltd. 304 p.

Raij BV (1987) **Avaliação da fertilidade do solo**. Piracicaba: Associação Brasileira para pesquisa da Potassa e do Fosfato, 142p.

Ribeiro LM, Sorgato JC, Scalon SPQ, Soares JS, Ribeiro IS (2019) Influência da luz, ventilação natural e tamanho do frasco no crescimento e desenvolvimento de *denphal* (Orchidaceae). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** 14(3) e5957.

Roberts DL, Dixon KW (2008) Orchids. **Current Biology** 18:325-329.

Sales TS, Paiva PDO, Manfredini GM, Nascimento AMP, Reis MV (2021) Water relations in cut calla lily flowers maintained under different postharvest solutions **Ornamental Horticulture** 27(2):126-136.

Santos AF (2010) **Nutrição e fertilização de orquídeas**; estudo de caso – *Cattleya walkeriana*. Viçosa: Núcleo de Pesquisa e Conservação de Orquídeas – UFV, 12 p.

Shahbazi F, Ghasemi S, Sodaiezhadeh H, Ayaseh K, Zamani-Ahmadm Mahmoodi R (2017) O efeito da lama de esgoto nas concentrações de metais pesados na planta de trigo (*Triticum aestivum* L.). **Pesquisa de Ciência Ambiental e Poluição Internacional** 24(18): 15634-15644.

Souto JS, Morimoto JM, Ferreira WM, Nakabashi M, Suzuki RM (2010) Efeitos do ácido naftalenoacético no desenvolvimento in vitro de *Cattleya bicolor* Lindl. (Orchidaceae). **Revista Brasileira de Biociências** 8:179-185.

Stancato GC, Faria RT (1996) *In vitro* growth and mineral nutrition of the lithophytic orchid *Laelia cinnabarina* Batem. (Orchidaceae) I: effects of macro and microelements. **Lindleyana** 11:41 -43.

Stewart SI, Kane ME (2006) Asymbiotic seed germination and in vitro seedling development of *Habenaria macroceratitis* (Orchidaceae) a rare Florida terrestrial orchid. **Plant Cell Tissue and Organ Culture** 86:147-158.

Taiz L, Zeiger E, Moller I, Murphy A (2017) **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 888 p.

Wang YT (2007) Potassium nutrition affects phalaenopsis growth and flowering. **HortiScience** 42(7):1563-1567.

Zotz, G (2016) **Plants on Plants- the Biology of Vascular Epiphytes**. Berlin: Springer.

CAPÍTULO 2 – Omissão de macronutrientes em mudas de orquídea denphal

RESUMO - No cultivo de denphal (*Dendrobium bigibbum* Lindl.), uma das principais orquídeas cultivadas e comercializadas no mundo, ainda falta conhecimento sobre exigências nutricionais e os prejuízos biológicos da deficiência nutricional. Diante disso, realizou-se essa pesquisa objetivando-se avaliar os efeitos das deficiências de N, P, K, Mg e S em aspectos fisiológicos, acúmulo de nutrientes, produção de massa seca e sintomas de deficiência visual no desenvolvimento de mudas da orquídea denphal cultivada em solução nutritiva. Os tratamentos foram constituídos por solução nutritiva completa, soluções com omissões individuais de N, P, K, Mg e S e apenas água (controle), dispostos em blocos ao acaso em 10 repetições. As mudas foram plantadas em vasos de polietileno de 1 dm³, preenchido com vermiculita e mantidas durante 30 dias utilizando apenas a irrigação com água destilada (período de adaptação), após, iniciou-se a aplicação dos tratamentos com a solução nutritiva fornecida a cada 15 dias durante 90 dias. A orquídea denphal é sensível a deficiência nutricional sendo que a falta dos nutrientes N, P, K, Mg e S prejudica de forma semelhante a produção de massa seca da planta. As omissões individuais dos nutrientes N, P, K, Mg e S causaram prejuízo na taxa de fotossíntese, condutância estomática e taxa de transpiração e consequentemente no crescimento da cultura causando sintomas visuais de deficiência característico para cada nutriente.

Palavras-chave: *Dendrobium bigibbum*, deficiência nutricional, Orchidaceae

Visual symptoms of macronutrient orchid deficiencies in denphal plants.

ABSTRACT – In the cultivation of denphal (*Dendrobium bigibbum* Lindl.), one of the main cultivated and commercialized orchids in the world, there is still a lack of knowledge about nutritional requirements and the biological damages of nutritional deficiency. Therefore, this research was carried out with the aim of evaluating the effects of N, P, K, Mg and S deficiencies in physiological aspects,

nutrient accumulation, dry mass production and symptoms of visual impairment in the development of denphal orchid seedlings. grown in nutrient solution. The treatments consisted of complete nutrient solution, solutions with individual omissions of N, P, K, Mg and S and only water (control), arranged in randomized blocks in 10 replications. The seedlings were planted in 1 dm³ polyethylene pots, filled with vermiculite and kept for 30 days using only irrigation with distilled water (adaptation period), after which treatments were applied with the nutrient solution provided every 15 days for 90 days. The denphal orchid is sensitive to nutritional deficiency and the lack of nutrients N, P, K, Mg and S similarly impairs the production of dry mass of the plant. The individual omissions of the nutrients N, P, K, Mg and S caused damage to the photosynthesis rate, stomatal conductance and transpiration rate and, consequently, to the growth of the crop, causing visual symptoms of deficiency characteristic for each nutrient.

2.1 Introdução

Dendrobium bigibbum Lindl. é uma das principais orquídeas cultivadas e comercializadas tanto em vaso como corte. É originária da Austrália e Nova Guiné, apresenta inflorescência terminal com muitas flores, de cores variadas e pseudobulbos eretos e delgados (De e Pathak, 2020).

A produção comercial de plantas ornamentais, como as orquídeas, é extremamente dependente de qualidade e padronização, aspectos estes que podem ser garantidos ajustando a fisiologia das plantas, a partir da nutrição adequada. No entanto, as exigências nutricionais das orquídeas não são conhecidas considerando as especificidades de cada espécie, podendo acarretar em redução na qualidade final e aumento dos custos de produção (Furtini Neto et al., 2015). Assim, tem sido utilizada fertilização genérica no cultivo de orquídeas, sem atender essas exigências nutricionais específicas.

A deficiência de um nutriente promove distúrbios no metabolismo da planta prejudicando o seu crescimento (Malavota et al., 1997; Prado, 2020) por prejudicar processos fisiológicos vitais nas plantas como a taxa fotossintética (Taiz et al., 2017).

As pesquisas realizadas até o momento, estudando deficiência nutricional em orquídeas, estão restritas a poucas espécies e híbridos, como algumas conduzidas *in vitro* com *Laelia cinnabarina* (Stancato e Faria, 1996), *Cattleya loddigesii* (Rodrigues et al., 2011) e *Bletia catenulata* (David et al., 2019) e também, com um híbrido de *Phalaenopsis* (Wang, 2007).

Diante do exposto, realizou-se essa pesquisa objetivando-se avaliar os efeitos das deficiências de N, P, K, Mg e S em aspectos fisiológicos, acúmulo de nutrientes, produção de massa seca e sintomas de deficiência visual no desenvolvimento de mudas da orquídea denphal cultivada em solução nutritiva.

2.2 Material e métodos

O experimento foi instalado em condições de casa de vegetação pertencente ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Campus Castanhal, no período de janeiro a junho de 2021. A cobertura da casa de vegetação foi realizada com filme de polietileno de 150 mm, recoberto com tela de sombreamento de 50%.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso. Foram sete tratamentos e 10 repetições. A unidade experimental foi constituída por um vaso contendo uma planta. Os tratamentos foram baseados na técnica do elemento faltante ou diagnose por subtração (Malavolta e Muraoka, 1985), ou seja, utilizou-se a solução de Hoagland e Arnon (1950) da seguinte forma: 1) completa (todos nutrientes); 2) solução completa menos N (-N); 3) solução completa menos P (-P); 4) solução completa menos K (-K); 5) solução completa menos Mg (-Mg) e 6) solução completa menos S (-S) e controle (apenas água).

As mudas foram adquiridas contendo dois a três pares de folhas normais e plantadas em vasos de polietileno com capacidade de 1000 mL contendo, como substrato, Vermiculita® média com as seguintes características descritas pelo

fabricante: capacidade de troca cationica igual a 200m mol.c/kg; capacidade de retenção de água igual a 100% peso/peso e umidade máxima de 3% do peso.

Nos vasos, foram adaptadas mangueiras para retroalimentação da solução em um recipiente com volume de 500 mL. As mudas foram submetidas à 30 dias de quarentena, sendo irrigadas com água desmneralizada, pois, as mesmas recebiam aplicações foliares quinzenalmente com produto quelatado plantafol contendo 0,6; 0,6 e 0,6 g/L de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente, para estabilizar as mudas e garantir uma nutrição mínima para em seguida omitir os nutrientes do meio de cultivo.

Após esse período, realizou-se a aplicação dos tratamentos utilizando solução básica de Hoagland e Arnon (1950) com 50% de sua concentração original adicionando 500 mL desta solução por vaso. A cada 30 dias eram trocadas as soluções dos recipientes coletores e, no tratamento controle (sem nutrientes), foi aplicado água desmineralizada.

As avaliações foram realizadas após quatro meses do início da aplicação dos tratamentos. Realizou-se avaliações de trocas gasosas com medição na folha intermediária não destacada da planta (entre o ápice e a folha mais velha) realizada no período das 5:00 às 07h00, utilizando-se um analisador de gases a infravermelho - IRGA (modelo LI-6400XT da LI-COR), em níveis constantes de luminosidade (1000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e CO₂ (400 μmol). Foram determinados: taxa de fotossíntese líquida (A), condutância estomática ao vapor d'água (gS) e taxa de transpiração (E).

Determinou-se a massa seca da parte aérea, de raízes e total (planta inteira). As plantas foram retiradas dos vasos e separadas as folhas, raízes e caules. As partes separadas foram acondicionadas em saco de papel e colocadas em estufa de circulação forçada de ar, com temperatura média de 70 °C, até atingir peso constante.

Após a determinação da massa seca, realizou-se análise química da parte aérea para determinar os teores de N, P, K, Mg e S conforme método descrito por Bataglia et al. (1983). Realizou-se o cálculo para determinar o acúmulo destes nutrientes na parte aérea a partir da multiplicação do resultado da massa seca e dos teores de nutrientes.

Foi realizada a análise de variância a partir do teste “F” ao nível de 5% de probabilidade. Havendo a significância, realizou-se o teste de Scott Knott, ao nível de 5% de probabilidade, para comparações das médias obtidas nos tratamentos. As análises foram determinadas com base no programa de estatístico Agroestat (Barbosa e Maldonado Júnior, 2015).

Realizou-se, também, a diagnose visual dos macronutrientes estudados das plantas registrada com fotos obtidas 10 dias antes do término do experimento.

2.3 Resultados

2.3.1. Trocas gasosas, massa seca, teores e acúmulo de nutrientes em plantas de orquidea denphal

A omissão de K em relação a solução nutritiva completa diminui a taxa fotossintética que por sua vez diferiu das omissões dos demais nutrientes e do controle que tiveram maiores reduções fotossintéticas. Para condutância estomática e taxa de transpiração, todos os tratamentos com omissão de nutrientes apresentaram médias inferiores ao tratamento completo (Tabela 1).

Tabela 1. Taxa de fotossíntese líquida (A), condutância estomática (g_s) e taxa de transpiração (E) das folhas das plantas de denphal, em função do tratamento.

Tratamentos	Taxa de fotossíntese líquida (A)	Condutância estomática (g_s)	Taxa de transpiração (E)
	$\mu\text{mol CO}_2$	$\text{mol H}_2\text{O}$ $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$	$\text{mmol H}_2\text{O}$
Completo	4,91 a	1,17 a	1,17 a
-N	3,15 c	0,52 b	0,52 b
-P	2,11 c	0,72 b	0,72 b
-K	3,78 b	0,67 b	0,67 b
-Mg	3,02 c	0,68 b	0,68 b
-S	2,16 c	0,79 b	0,79 b
Controle	2,18 c	0,48 b	0,48 b
Teste F	13,05**	3,64*	3,64*
CV (%)	17,13	27,03	27,03
DP	0,53	0,19	0,19

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Scott Knott. CV- Coeficiente de variação, DP- Desvio Padrão

As omissões individuais de N, P, K, Mg, S e o controle limitaram significativamente a produção de massa seca da parte aérea, da raiz e da planta inteira quando comparado ao tratamento completo (Tabela 2).

A omissão de N causou redução na massa seca de 37% na parte aérea, 25% nas raízes e de 28% na planta inteira em relação ao tratamento completo. A omissão de P reduziu a produção de massa seca, 32% na parte aérea, 30% nas raízes e 32% na planta inteira, em relação ao tratamento completo. A omissão de K causou redução na massa seca de 25%, na parte aérea, de 27% na parte radicular e de 28% na planta inteira, quando comparado com o tratamento completo. A omissão de Mg causou redução na massa seca de 30%, na parte aérea, nas raízes de 23% e de 20% na planta inteira, quando comparado com o tratamento completo. A omissão de S causou redução na massa seca da parte aérea de 23%, radicular de 23% e 23% na planta inteira em relação ao tratamento completo.

Tabela 2. Produção de massa seca (g/planta) da parte aérea (MSPA), das raízes (MSR) e total (MST), de plantas de orquídea em função dos tratamentos.

Tratamento	MSPA	MSR	MST
Completo	6,20 a	6,48 a	12,69 a
Omissão de N	4,24 b	4,87 b	9,11 b
Omissão de P	4,04 b	4,56 b	8,60 b
Omissão de K	4,37 b	4,76 b	9,13 b
Omissão de Mg	4,12 b	4,36 b	8,48 b
Omissão de S	4,76 b	5,02 b	9,78 b
Controle	3,70 b	3,92 b	7,62 b
Teste F	11,72**	22,96**	27,88**
CV (%)	9,23	5,99	5,67
DP	0,41	0,29	0,53

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem a 1% de probabilidade pelo teste de Scott Knott. CV- Coeficiente de variação, DP- Desvio Padrão

O teor de N atingiu maiores valores com uso do tratamento completo e do – Mg e - S que não diferiram entre si mas foram menores que os demais tratamentos – N, -P, -K e controle (Tabela 3). Os teores de P não foram afetados pelos

tratamentos. Os teores de Mg foram maiores nos tratamentos completo que não diferiu do tratamento –Mg mas foram inferiores aos demais tratamentos –N, -P, -K e controle. Os teores de S foram maiores nos tratamentos completo e no tratamento – P em relação aos demais tratamentos estudados.

No tratamento completo observou-se que acúmulo de nutrientes, em ordem decrescente, foi: $K > N > Mg > P > S$. O maior acúmulo de N ocorreu com tratamento completo que não diferiu do tratamento –S em relação aos demais tratamentos estudados (Tabela 3). O maior acúmulo de P ocorreu no tratamento completo em relação aos demais tratamentos. O maior acúmulo no tratamento completo que não diferiu dos tratamentos –Mg e –S em relação aos demais tratamentos. O acúmulo de S atingiu maior valor no tratamento completo em relação aos tratamentos –N, -P, -K e –S que não diferiram entre si por sua vez foram superiores aos tratamentos -Mg e controle (Tabela 3).

Tabela 3. Teores foliares e acúmulo de macronutrientes (parte área) nas plantas de orquídeas em função dos tratamentos

Tratamentos	N	P	K	Mg	S
	Teor (g/kg)				
Completo	7,90 a	1,20 a	22,53 a	6,93 a	0,73 a
-N	5,33 b	1,06 a	15,10 b	4,03 b	0,53 b
-P	6,53 b	0,93 a	15,50 b	3,50 b	0,60 a
-K	5,73 b	0,93 a	13,00 b	3,36 b	0,50 b
-Mg	7,43 a	1,30 a	26,53 a	5,70 a	0,40 b
-S	8,70 a	1,33 a	22,60 a	5,93 a	0,50 b
Controle	4,86 b	1,00 a	15,83 b	3,96 b	0,36 b
Teste F	5,10 **	2,78*	6,67**	2,94**	4,97**
CV (%)	15,45	28,98	17,92	27,35	17,59
DP	1,03	1,54	3,36	1,33	0,09
	Acúmulo (mg por planta)				
Completo	48,78 a	7,48 a	139,68 a	42,79 a	4,52 a
-N	22,30 b	4,54 b	64,27 b	17,03 c	2,27 b
-P	26,79 b	3,77 b	64,67 b	14,62 c	2,47 b
-K	25,92 b	4,24 b	58,98 b	15,37 c	2,26 b
-Mg	30,68 b	5,39 b	108,54 a	23,00 c	1,62 c
-S	41,83 a	6,36 b	109,11 a	28,44 b	2,38 b
Controle	18,18 b	3,75 b	52,30 b	14,62 c	1,36 c
Teste F	8,07 **	2,78 **	8,87**	7,50**	11,89**
CV	20,22	28,98	21,22	27	19,74
DP	6,39	1,54	18,82	6,25	0,5

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem a 1% de probabilidade pelo teste de Scott Knott. Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Scott Knott. CV- Coeficiente de variação, DP- Desvio Padrão

2.3.2. Sintomas visuais de omissão de nutrientes em plantas de orquídea denphal

O desequilíbrio nutricional causa vários distúrbios morfoanatômico-fisiológicos que, se manifesta visualmente. Os sintomas visuais de omissão de N, P, K, Mg e S e todos os macronutrientes (testemunha ou controle) são característicos para cada nutriente (Figura 1).



Figura 1. Imagens das mudas em vaso e detalhe das folhas da orquídea denphal cultivada em solução nutritiva sem deficiência (completo) e com deficiência

de nitrogênio (-N), fósforo (-P), potássio (-K), magnésio (-Mg), enxofre (-S) e de todos os msacronutrientes (testemunha).

As mudas desenvolvidas sob omissão de N na solução nutritiva iniciaram os sintomas de deficiência a partir de 60 dias da instalação do experimento. Os primeiros sintomas foram clorose generalizada nas folhas mais velhas mas com o avanço da deficiência, toda as folhas da planta ficaram clorótica resultando diminuição do crescimento e o número de hastes e folhas.

No tratamento com a omissão de P, as mudas apresentaram comprimento da planta e número reduzido de folhas. As folhas apresentaram também tonalidade verde escuro opaco, especialmente as mais velhas que eram mais estreitas. No decorrer do desenvolvimento, as mudas ficaram raquíticas, com poucas folhas.

As plantas sob omissão de K apresentaram sintomas de clorose das folhas velhas e também houve redução no crescimento das plantas.

As plantas com omissão de Mg apresentaram sintoma típico de amarelecimento internerval das folhas velhas.

No tratamento com omissão e S, observou-se amarelecimento das folhas mais novas, entretanto, não houve redução acentuada no desenvolvimento da planta.

2.4 Discussão

O ótimo crescimento das plantas do tratamento completo indica que a solução nutritiva utilizada atendeu a exigência da planta. Cabe destacar que o acúmulo de nutrientes nas folhas das mudas da orquídea denphal do tratamento completo apresentaram escala de ordem decrescente, foi: $K > N > Mg > P > S$. Em outros estudos a Ichinose et al. (2018), pesquisando o desenvolvimento e acúmulo de nutrientes na orquídea *Dendrobium nobile* verificaram que a ordem de absorção de macronutrientes foi: $K > N > Ca > Mg > P > S$. Observa-se que os dois nutrientes mais exigidos (K e N) e os dois nutrientes menos exigidos (P e S) são semelhantes nas orquídeas independente da espécie.

A deficiência de N, P, Mg, S e de todos os macronutrientes (controle) comparado com plantas cultivada em solução nutritiva completa resultou em prejuízos fisiológicos na orquídea.

Isso se deve a importância destes nutrientes em processos fisiológicos das plantas. Em relação ao N, isso pode ser explicado pelo fato deste nutriente ser parte constituinte da clofila, vitaminas, carboidratos e proteínas (Taiz et al., 2017) e efeitos na síntese e atividade da enzima ribulose-1,5-bisfosfatocarboxilase-oxigenase, RUBISCO, responsável pela assimilação do CO₂ (Prado, 2020). Já no caso do P, esse elemento desempenha importante papel no metabolismo das plantas por estar envolvido na transferência de energia, pois ATP (adenosina trifosfato) é necessária para a realização da fotossíntese (Malavolta et al., 1997). O Mg tem um papel específico na ativação de enzimas envolvidas na fotossíntese e também na parte da estrutura em anel da molécula de clorofila. Ao S se deve ao seu papel nos diversos processos metabólicos ligados a fotossíntese, como a Ferredoxina e Coenzima A (Prado, 2020). Plantas deficientes em Mg apresentam redução na capacidade fotossintética, pela limitação do fluxo de energia luminosa e de fixação do carbono (Hawkesford et al., 2012; Costa et al., 2017). Na planta, o K desempenha funções na ativação enzimática, na síntese de carboidratos, ácidos nucleicos e proteínas, na osmoregulação e na fotossíntese (Hawkesford et al., 2012). Plantas sob deficiência de K, a baixa concentração de CO₂ nos cloroplastos pode levar a desativação da enzima Rubisco (Jin et al., 2011).

Estes prejuízos fisiológicos com a deficiência dos nutrientes estudados se deve a diminuição do acúmulo destes nutrientes na planta cultivada com solução nutritiva deficiente. Assim, a diminuição da absorção de nutrientes prejudicaram o desempenho das funções destes elementos conforme discutido anteriormente e resultaram na diminuição da produção de massa seca das mudas de denphal quando comparado ao tratamento completo.

A deficiência nutricional nas plantas de orquídeas ao diminuir o crescimento da planta visto pelo acúmulo de massa seca esteve acompanhado na indução de distúrbios nutricionais que iniciaram a nível molecular e subcelular prejudicando as funções destes elementos na planta e em seguida evoluem para nível celular e tecido e assim tornando visível.

A omissão de nutrientes causa vários distúrbios que desencadeiam alguns sintomas característicos que, muitas vezes, são diagnosticados visualmente (Epstein e Bloom, 2006).

As mudas de denphal sob omissão de N começaram a apresentar sintomas de deficiência a partir de 60 dias da instalação do experimento. Isso se explica devido as orquídeas levarem mais tempo para demonstrar deficiência nutricional e apresentarem baixa taxa de absorção de nutrientes pelas raízes em relação a outras plantas cultivadas (Naik et al., 2009). Os primeiros sintomas apresentados foram clorose generalizada nas folhas mais velhas e com o avanço da deficiência, toda a planta se mostrou clorótica além de menor crescimento e redução no número de folhas.

O sintoma típico de deficiência de N é a clorose em folhas mais velhas; isto ocorre como resultado da alta mobilidade deste nutriente no floema e a alta demanda por desenvolvimento dos tecidos (Hawkesford et al., 2012). A omissão de N resulta na redução do crescimento das plantas, onde este é redistribuído para as folhas mais novas, ocasionando aumento na senescência de folhas mais velhas (Marschner, 2012).

Santos (2010) enfatiza que os sintomas de deficiência de nitrogênio nas orquídeas são o amarelecimento uniforme de folhas mais velhas, com posterior perda destas folhas, permanecendo apenas o pseudobulbo no caso daqueles gêneros que o possuem e redução do crescimento.

Este sintoma de clorose nas folhas mais velhas também foi observado por David et al. (2019) quando omitiram o N em meio de cultivo para a orquídea terrestre *Bletia catenulata* cultivada *in vitro*.

A exclusão de N no meio de cultivo foi a mais prejudicial no desenvolvimento de plântulas da orquídea *Laelia cinnabarina*, cultivada *in vitro* (Stancato e Faria, 1996) e redução do crescimento das plântulas das orquídeas *Bletia catenulata* (David et al., 2019) e *Cattleya loddigesii* (Rodrigues et al., 2011). Para mudas da orquídea do gênero *Phalaenopsis* cultivadas *in vitro*, a adição de N no meio de cultivo proporcionou melhores resultados na produção de biomassa (Hinnen et al., 1989). A carência de N também afetou negativamente o crescimento das plantas da ornamental *Costus productus* (Merida et al., 2017).

Sintomas visuais de deficiência de P foram observados no decorrer do desenvolvimento das mudas de denphal, apresentando plantas debilitadas e com poucas folhas. Mengel e Kirkby (1987) comentaram que o desenvolvimento das plantas com deficiência de P é prejudicado em razão de vários processos serem afetados, como a síntese de proteínas e ácidos nucleicos.

A omissão de P também interferiu negativamente no desenvolvimento de plantas de *Bletia catenulata* cultivada *in vitro* e também resultou em plantas de coloração verde escuro opaco, especialmente nas folhas mais velhas (David et al., 2019). A deficiência de P costuma induzir excesso de produção de antocianinas levando ao aparecimento de manchas roxas nas folhas (Taiz et al., 2017); este sintoma não foi observado para denphal nem para a orquídea *Bletia catenulata* (David et al., 2019).

As plantas sob omissão de K apresentaram sintomas de deficiência nas folhas mais velhas, com redução no crescimento das plantas e, no decorrer, as folhas mais velhas apresentaram clorose. A omissão de K também reduziu a altura de plantas e causou clorose e necrose no terço inferior das folhas da orquídea *Bletia catenulata* (David et al., 2019). Essa redução do crescimento causada pela deficiência de K pode ser devido a interferências nos processos metabólicos já que este nutriente é um ativador enzimático essencial, atuando na fotossíntese e osmoregulação celular e síntese de ácidos nucléicos, carboidratos e proteínas (Hawkesford et al., 2012). Pathak et al. (2014) observaram que as plantas com deficiência de K geralmente acumulam compostos de N solúveis que podem ser responsáveis pela clorose e manchas necróticas nas folhas.

A deficiência de K é retratada pela redução do crescimento vegetal por ser requerido em grandes quantidades pelas plantas (Niu et al., 2013). Causa também desbalanço iônico ocasionando acidificação do meio celular, o que favorece a síntese de putrescina (Houdusse et al., 2008) ocasionando perda da permeabilidade das membranas, e fluxo de K, perda de proteínas e necrose nos tecidos (Wimalasekera et al., 2011).

As plantas com deficiência de Mg apresentaram sintoma típico de clorose internerval em folhas mais velhas, assim como preconiza Santos (2010) para orquídeas em geral. Ainda, com o progredir do sintoma, as margens dessas folhas

se tornaram também amareladas. O sintoma de clorose deve-se ao fato do Mg ser um componente da molécula de clorofila (Verbruggen e Hermans, 2013). Esse sintoma foi semelhante ao observado por David et al. (2019) que estudaram também a omissão de Mg em plantas de *Bletia catenulata*.

O Mg apresenta função importante na formação da estrutura da clorofila, além de atuar na ativação da enzima Rubisco (Carril, 2009), na manutenção do pH ótimo para a enzima, participa da estrutura da membrana do tilacóide e no empilhamento da grana (Hawkesford et al., 2012). A clorofila presente nos feixes vasculares permanece inalterada por mais tempo do que a clorofila nas células entre os feixes, ocasionando esse padrão de clorose (Taiz et al., 2017). A deficiência de Mg limita a capacidade fotossintética e aumenta a formação de espécies reativas de oxigênio, o que excede a capacidade enzimática de desintoxicação, ocasionando clorose e posterior necrose, devido a foto-oxidação dos cloroplastos (Hawkesford et al., 2012).

O sintoma apresentado pela omissão de S foi o amarelecimento das folhas mais novas e estiolamento das plantas, concordando com Santos (2010) que relata, que os sintomas de deficiência de enxofre em orquídeas é o amarelecimento uniforme, mais intenso nas folhas mais novas; esse sintoma também foi observado por David et al. (2019), no cultivo *in vitro* de *Bletia catenulata*.

A falta de S causa distúrbio na planta porque ele é constituinte de aminoácidos, com sua deficiência, a síntese de proteína e açúcares é prejudicada e, com menor teor de clorofila e raízes menos desenvolvidas prejudicando o crescimento da planta (Raij, 2011).

2.5 Conclusões

A orquídea denphal com ótimo crescimento apresenta a exigência nutricional específica obedecendo a seguinte ordem decrescente $K > N > Mg > P > S$. A orquídea denphal é sensível a deficiência nutricional sendo que a falta dos nutrientes N, P, K, Mg e S prejudica de forma semelhante a produção de massa seca da planta. As omissões individuais dos nutrientes N, P, K, Mg e S causaram prejuízo na taxa de fotossíntese, condutância estomática e taxa de transpiração e

consequentemente no crescimento da cultura causando sintomas visuais de deficiência característico para cada nutriente.

2.6 Referências

Barbosa JC, Maldonado Junior W (2015) **AgroEstat - sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos**. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 396p.

Bataglia OC, Furlani AMC, Teixeira JPF, Furlani PR, Gallo JR (1983) **Métodos de análise química de plantas** Campinas: Instituto Agrônomo. 48p.

Carril EPU (2009) **Fotossíntesis; aspectos básicos** Madrid: Reduca. p. 1-47,

Costa LC, Carmona VMV, Cecilio Filho AB, Nascimento CS, Nascimento CS (2017) Symptoms of deficiencies macronutrients in watermelon. **Comunicata Scientiae** 8 (1):80–92.

David CHO, Paiva Neto VB, Campos CNS, Lopes PMSL, Teodoro PE, Prado RM (2019) Nutritional disorders of macronutrients in *Bletia catenulata*. **HortScience** 54(10):1836–1839.

De LC, Pathak P (2020) Good agricultural practices of dendrobium orchids. **Journal of the Orchid Society of India** 34: 35-43.

Epstein E, Blomm AJ (2006) **Nutrição mineral de plantas**; princípios e perspectivas. Londrina: Planta. 403p.

Furtini Neto AE, Boldrin KVF, Matsson NS (2015) Nutrition and quality in ornamental plants. **Ornamental Horticulture** 21(2):139-150.

Hawkesford M, Horst W, Kichey T, Lambers H, Schjoerring J, Moller IS, White P (2012) Functions of macronutrients. In: Marschner P (ed) **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, p. 135-189.

Hinnen MGJ, Pierik RLM, Bronsema FBF (1989) The influence of macronutrients and some other factors on growth of *Phalaenopsis* hybrid seedlings *in vitro*. **Scientia Horticulturae** 41: 105-116.

Hoagland DR, Arnon DI (1950) **The water culture method for growing plants without soil**. Berkeley: California Agricultural Experimental Station. 347p.

Houdusse F, Garnica M, Zamarreño AM, Yvin JC, García-Mina JM (2008) Possible mechanism of the nitrate action regulating free-putrescine accumulation in ammonium fed plants. **Plant Science** 175:731-739.

Ichinose JGS, MantovaniC, Mazzini-GuedesRB, PivettaKFL, FariaRT, Villas BôasRL, HoshinoRT (2018) Plant development and nutrient uptake rate in *Dendrobium nobile* Lindl. **Journal of Plant Nutrition** 41(15):1937-1945.

JinSH, HuangJQ, LiXQ, ZhengBS, WuJS, WangZJ, Liu GH, Chen M(2011) Effects of potassium supply on limitations of photosynthesis by mesophyll diffusion conductance in *Carya cathayensis*. **Tree Physiology**, 31(10):1142-1151.

Malavolta E, Muraoka T (1985)**Avaliação do estado nutricional e da fertilidade do solo**; métodos de vegetação diagnose por subtração em vasos. Piracicaba, CENA-USP, 7p.

Malavolta E, Vitti GC, Oliveira SA (1997)**Avaliação do estado nutricional das plantas - princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 319p.

Marschner P (2012)**Mineral nutrition of higher plants**. 3ed. New York: Academic Press,651p.

Mengel K, KirkbyEA(1987) **Principles of plant nutrition**. Bern: International Potash Institute. 687p.

MeridaD,PivettaKFL, Mazzini-GuedesRB, CastroCEF, PurquerioLFV (2017) Effects of nitrogen fertilization on development, flowering, and mineral nutrition of potted *Costus productus* Gleason ex Maas. **Journal of Plant Nutrition** 40(7):1045-1052.

Naik SK, BharathiTU, BarmanD, DevadasR, MedhiRP (2009)Status of mineral nutrition of orchid: a review. **Journal of Ornamental Horticulture** 12:1-14.

Niu J, ZhangW, RuS, ChenX, XiaoK, ZhangX, AssarafM, ImasP, MagenH, ZhangF (2013) Effects of potassium fertilization on winter wheat under different production practices in the North China Plain. **Field Crops Research** 140: 69-76.

Pathak MR, SilvaJAT, WaniSH(2014) Polyamines in response to abiotic stress tolerance through transgenic approaches. **Crops Food** 5(2):87–96.

Prado RM (2020)**Nutrição de plantas**. 2. ed. São Paulo: Editora Unesp. 414p.

Raij BV (2011)**Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute. 420 p.

Rodrigues FA, SoaresJDR, SantosDN, PasqualM (2011) KNO₃ e NH₄NO₃ no cultivo *in vitro* de orquídea (*Cattleya loddigesii* 'Tipo'). **Plant Cell Culture Micropropagation** 7(2):61-65.

Santos AF (2010)**Nutrição e fertilização de orquídeas**; estudo de caso – *Cattleya walkeriana*. Viçosa: Núcleo de Pesquisa e Conservação de Orquídeas-UFV, 12 p.

Stancato GC, Faria RT (1996) *In vitro* growth and mineral nutrition of the lithophytic orchid *Laelia cinnabarina* Batem (Orchidaceae): effects of macro and microelements. **Lindleyana** 11(1):41-43.

Taiz L, Zeiger E, Moller I, Murphy A (2017) **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed. 888 p.

Verbruggen N, Hermans C (2013) Physiological and molecular responses to magnesium nutritional imbalance in plants. **Plant Soil** 368(1-2):87–99.

Wang YT (2000) Impact of a high phosphorus fertilizer and timing of termination of fertilization on flowering of a hybrid of moth orchid. **HortiScience** 35:60-62.

Wang YT (2007) Potassium nutrition affects phalaenopsis growth and flowering. **HortiScience** 42(7):1563-1567.

Wimalasekera R, Tebartz F, Schere GFE (2011) Polyamines, polyamine oxidases and nitric oxide in development, abiotic and biotic stresses. **Plant Science** 181:593-603.

CAPÍTULO 3 – Longevidade e qualidade de hastes florais de denphal em soluções conservantes.

RESUMO - As orquídeas, tanto para corte ou vaso, estão entre as plantas ornamentais mais cultivadas e comercializadas em todo mundo. No Brasil, em algumas regiões como a amazônica, de modo geral, ainda há desconhecimento de técnicas de cultivo e manejo de orquídeas; no cultivo de denphal, que é uma das principais comercializadas, é anseio dos produtores e comerciantes, maior conhecimento sobre manejo pós-colheita. Não foram encontradas pesquisas sobre pós-colheita desta espécie. Desta forma, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de soluções conservantes, visando aumentar a longevidade, mantendo a qualidade, de hastes cortadas de denphal (*Dendrobium bigibbum* Lindl.). O trabalho foi conduzido na Universidade Estadual Paulista – UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado. Foram cinco tratamentos: T1 - água destilada (controle); T2 - 5% de sacarose + 50 mg L⁻¹ de 8-HQ + 50 mg L⁻¹ de AgNO₃; T3 - 5% de sacarose + 100 mg L⁻¹ de 8-HQ + 50 mg L⁻¹ de AgNO₃; T4 - 5% de sacarose + 100 mg L⁻¹ de 8-HQ; T5 - 1% (20 mg/L) de óleo essencial de eucalipto (*Eucalyptus globulus*); quatro repetições e dez hastes por parcela, perfazendo um total de 200 hastes. Os dados foram analisados estatisticamente. A solução conservante contendo sacarose (5%) e Hidroxiquinolina (8-HQ) na concentração de 100 mg L⁻¹ mostrou-se mais eficiente comparado aos demais, uma vez que manteve a qualidade, prolongando a vida de vaso de hastes de denphal por 30 dias.

Palavras-chave: Pós-colheita, *Dendrobium bigibbum*, Orchidaceae, vida útil, flor de corte.

Longevity and quality of denphal flower in preservative solutions.

ABSTRACT - Orchids, whether for cutting or potting, are among the most cultivated and commercialized ornamental plants worldwide. In Brazil, in some regions such as the Amazon, there is still a lack of knowledge about cultivation techniques and management of orchids in general; in the cultivation of denphal, which is one of the main commercialized ones, the producers want greater knowledge about post-harvest management. No research on postharvest of this species was found, and some basic studies are important. Thus, this work aimed to evaluate the effect of preservative solutions, aiming to increase the longevity, while maintaining the quality of cut denphal (*Dendrobium bigibbum* Lindl.) stems. The work was conducted at The Universidade Estadual Paulista - UNESP, Faculty of Agrarian and Veterinary Sciences - FCAV, Jaboticabal-SP. The experimental design was completely randomized. There were five treatments: T1 - distilled water (control); T2 - 5% sucrose + 50 mg/L 8 HQ + 50 mg/L AgNO₃; T3 - 5% sucrose + 100 mg/L 8 HQ + 50 mg/L AgNO₃; T4 - 5% sucrose + 100 mg/L 8 HQ; T5 - 1% (20 mg/L) of eucalyptus essential oil; four repetitions and four stems per plot, making a total of 80 stems. Data were analyzed statistically. The preservative solution containing sucrose (5%) and Hydroxyquinoline (8-HQ) at a concentration of 100 mg L⁻¹ proved to be more

efficient compared to the others, as it maintained the quality, prolonging the pot life of denphal stems by 30 days.

Key words: Post harvest, *Dendrobium bigibbum*, Orchidaceae, shelf life, cut flower.

3.1 Introdução

As orquídeas representam aproximadamente 10% das Angiospermas, sendo a segunda maior família de plantas com cerca de 899 gêneros e 27.801 espécies (Govaerts, 2021), sendo considerada a família de plantas com maior valor comercial (Roberts e Dixon, 2008).

Apreciadas em todo o mundo, as orquídeas são tradicionalmente colecionadas e cultivadas, tanto para vaso como flor de corte, sendo uma atividade economicamente consolidada; as orquídeas cultivadas para corte mais produzidas e comercializadas são espécies ou híbridos dos gêneros *Cattleya*, *Cymbidium*, *Dendrobium*(denphal), *Oncidium* e *Phalaenopsis* (Pivetta et al., 2014).

O gênero *Dendrobium* apresenta mais de 1500 espécies, caracterizando-se como um dos maiores da família e apresentando grande variabilidade genética. É considerado o mais produzido e comercializado, tanto no Brasil quanto no exterior, devido à sua larga distribuição geográfica, crescimento em diferentes habitats e, principalmente, ao grande valor florístico de seus híbridos e ao uso como flor de corte (Jones et al., 1998; Lorenzie Souza, 2001; Araújo, 2017).

Popularmente conhecido como denphal, a espécie *Dendrobium bigibbum* Lindl. é amplamente cultivada e comercializada, apresentando florescimento ereto e vistoso, podendo ocorrer várias vezes ao ano (Lim, 2014; Araújo, 2017; Ribeiro et al., 2019).

A longevidade das flores de corte é limitada por sua natureza efêmera e por diversos estresses. A diminuição da absorção de água, esgotamento dos carboidratos armazenados, aumento da atividade respiratória e produção de etileno, de modo geral, são reflexos da senescência floral (Gupta e Dubey, 2018). Uma ampla gama de técnicas está disponível para estender a preservação de flores, incluindo o uso de conservantes florais, inibidores da ação do etileno, reguladores de crescimento e controle de temperatura e desidratação das flores (Costa et al., 2021).

O uso de sacarose em soluções é uma das técnicas utilizadas para prolongar a vida útil de flores cortadas, pois fornece à flor substratos adequados para respiração, melhora o balanço hídrico, estimula a abertura das flores e também retarda a senescência devido à menor síntese de etileno (Almeida et al., 2011; Costa et al., 2021).

Somente a utilização de sacarose, no entanto, nem sempre tem se mostrado eficiente para manter ou prolongar a longevidade de hastes de algumas espécies, porém, essa eficiência aumenta quando é associada a compostos germicidas como demonstrado em algumas pesquisas (Ketsa e Amutiratana, 1986; Ketsa e Boonrote, 1990; Mattiuz et al., 2015).

O uso de produtos químicos em soluções de armazenamento tem se mostrado benéfico para a conservação pós-colheita de flores cortadas (Sales et al., 2021) e, entre eles destaca-se o composto 8-Hidroxiquinolina (8-HQ), ou seu sulfato (8-HQS) ou citrato (8-HQC) e, também, o nitrato de prata (AgNO_3), os quais apresentam propriedades germicidas e são amplamente utilizados em soluções de armazenamento pois inibem o crescimento de microrganismos e a oclusão vascular permitindo a absorção da solução pela planta (Jowkar et al., 2017; Malakar et al., 2019; Sales et al., 2021).

A utilização de 8-HQS associada à sacarose colaborou em prolongar a vida de vaso de orquídea do gênero *Dendrobium* (Ketsa e Amutiratana, 1986; Ketsa e Boonrote, 1990) e 8-HQS associada à sacarose em orquídea do gênero *Oncidium* (Hew, 1985). Já para hastes da orquídea *Oncidium varicosum*, maior eficiência foi observada quando se associou também o AgNO_3 à combinação de 8-HQC e sacarose (Mattiuz et al., 2015).

Os íons de prata (Ag^+), na forma de nitrato de prata e tiosulfato de prata, são inibidores potentes e específicos da ação do etileno. A prata altera a capacidade dos receptores em transduzir o sinal para os componentes seguintes da cadeia de sinalização. O etileno é produzido normalmente no final de sua rota biosintética, mas ao penetrar a membrana plasmática da célula e ir ao encontro de seu receptor, localizado no retículo endoplasmático, ele não consegue se ligar ao receptor devido a ação dos íons prata (Kerbaui, 2017).

O nitrato de prata demonstrou ser eficiente na manutenção da qualidade de aumento da longevidade de hastes florais de várias plantas ornamentais na pós-colheita. Porém, pesquisas têm sido realizadas com o intuito de substituir o íon Ag^+ por compostos menos tóxicos, que venham a apresentar o mesmo efeito, ou seja, que também possam inibir a ação do etileno sem causar prejuízos ao meio ambiente.

Há muito se sabe que altas concentrações de metais pesados como prata, chumbo, mercúrio, entre outros, são responsáveis por causar inúmeras doenças cancerígenas, bem como outros agravantes, como danos ao sistema nervoso central e aos sistemas hepático, renal, hematopoiético e esquelético (Kim et al., 2015; Shahbazi et al., 2017).

Pesquisas utilizando fontes naturais renováveis, como agente antimicrobiano visando conservação de produtos hortícolas, têm aumentado consideravelmente nos últimos anos, recebendo o suporte de políticas de preservação ambiental. Dentre esses produtos, o uso de óleos essenciais tem se destacado nas pesquisas visando aumentar a vida pós-colheita de hastes florais, como os realizados com rosas (Manfredini et al., 2017a; Manfredini et al., 2017b; Almeida et al., 2020), gengibre ornamental (Mattos et al., 2017; Mattos et al., 2018) e gérbera (Maia et al., 2019). Dentre os óleos essenciais pesquisados e disponíveis no mercado, o de eucalipto (*Eucalyptus globulus*) tem mostrado bons resultados. Almeida et al. (2020) verificaram que a utilização deste óleo nas concentrações de 0,25%, 0,50%, 1,0% e 1,25% foram eficientes na manutenção da qualidade de hastes de rosas 'Carola'.

Desta forma, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de soluções conservantes, visando aumentar a longevidade, mantendo a qualidade, de hastes cortadas de denphal (*Dendrobium bigibbum* Lindl.).

3.2 Material e métodos

Para realização do experimento, hastes de denphal foram adquiridas de uma produção comercial no município de Atibaia-SP e o experimento conduzido no Laboratório de Sementes Hortícolas e Florestais da Universidade Estadual Paulista – UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado. Foram cinco tratamentos: T1 - água destilada (controle); T2 - 5% de sacarose + 50 mg L⁻¹ de 8-HQ + 50 mg L⁻¹ de AgNO₃; T3 - 5% de sacarose + 100 mg L⁻¹ de 8-HQ + 50 mg L⁻¹ de AgNO₃; T4 - 5% de sacarose + 100 mg L⁻¹ de 8-HQ; T5 - 1% (20 mg L⁻¹) de óleo essencial de eucalipto; quatro repetições e 10 hastes por parcela, perfazendo um total de 200 hastes.

As inflorescências, com flores de coloração branca, foram colhidas no dia 02/06/2021, selecionadas quanto à qualidade das flores e o estágio de desenvolvimento e uniformizadas por tamanho (25 cm); foram acondicionadas em maços contendo seis hastes protegidas por embalagem de plástico e colocadas em recipientes, de forma a manter suas bases em água destilada, conforme preparo do produtor para o mercado; em seguida foram transportadas até o laboratório da UNESP/FCAV, em veículo refrigerado.

No laboratório, as hastes foram colocadas em recipientes de 500 mL, de acordo com o tratamento e cada recipiente representou uma parcela. O experimento foi mantido em sala com iluminação natural, em ambiente com ar condicionado, monitorado, cuja temperatura média foi de 20,87°C e umidade relativa de 72,47%, por 30 dias, quando observou-se que não havia mais hastes em condições de mercado.

Avaliou-se, a cada três dias: a) Qualidade – Para cada tratamento, foi analisado separadamente, por meio de uma escala de notas de 4 a 1, o escurecimento das flores (nota 4 - nenhuma pétala escurecida; nota 3 - de 5 a 19% das pétalas escurecidas; nota 2 - 20% a 29% das pétalas escurecidas; nota 1: 30% ou mais das pétalas escurecidas), a turgescência das flores (nota 4 - flores túrgidas; nota 3 - flores levemente murchas; nota 2 - flores murchas; nota 1 flor totalmente murcha) e a curvatura da haste (nota 4 - haste ereta; nota 3 - haste levemente curvada; nota 2 - haste com curvatura maior do que ângulo de 30°; nota 1: haste com curvatura maior do que ângulo de 90°), realizada até 15 dias após a colheita; b) Longevidade - determinada com base na análise de qualidade, analisando a média das notas de 4 a 1 de escurecimento e turgescência das flores e curvatura da haste, sendo considerada encerrada quando 50% ou mais de flores de uma inflorescência haviam perdido a qualidade ornamental, ou seja, apresentavam notas 2 e 1, expresso em dias; esta avaliação foi realizada até 33 dias após a colheita, quando todos os

tratamentos apresentaram notas inferiores a 3; após a colheita, quando todos os tratamentos apresentaram notas inferiores a 3; c) Conteúdo Relativo de Água (CRA) - obtido com base na metodologia descrita por Kramer (1983), sendo retirada uma flor basal de uma haste por parcela; as flores foram pesadas (para determinação da massa fresca) e imersas em água destilada para hidratação por um período de 24 horas; após este período, utilizando-se uma peneira, retirou-se o excesso de água e as flores foram pesadas (para determinação da massa túrgida) e levadas para estufa com circulação forçada, a 70 °C, para secagem e determinação da massa seca. A partir destes dados, calculou-se então, o CRA, expresso em porcentagem, usando a seguinte equação: $[(MF - MS)/(MT - MS) \times 100]$; esta avaliação foi realizada até 15 dias após a colheita.

Foi realizada regressão polinomial a fim de verificar o comportamento das variáveis ao longo do tempo utilizando o programa estatístico AgroEstat (Barbosa e Maldonado Júnior, 2015). Os dados de CRA foram previamente transformados em $\arcsen (x/100)^{1/2}$.

3.3 Resultados e discussão

3.3.1 Qualidade das hastes florais

As soluções conservantes afetaram a qualidade das hastes de forma distinta (Figura 1), observa-se que, quando as hastes foram colocadas somente em água destilada (T1), as perdas ocorreram com mais intensidade em razão do murchamento, seguido do curvamento das hastes. Nos tratamentos contendo nitrato de prata (T2 e T3), os danos ocorreram com grande intensidade devido à curvatura da haste e seguido do murchamento mostrando que o nitrato de prata foi prejudicial para a espécie. Mattiuz et al. (2005) também verificaram redução da turgescência e maior curvatura das hastes de *Alpinia purpurata*, a partir do sexto dia, nos tratamentos com água destilada (controle) e tiosulfato de prata.

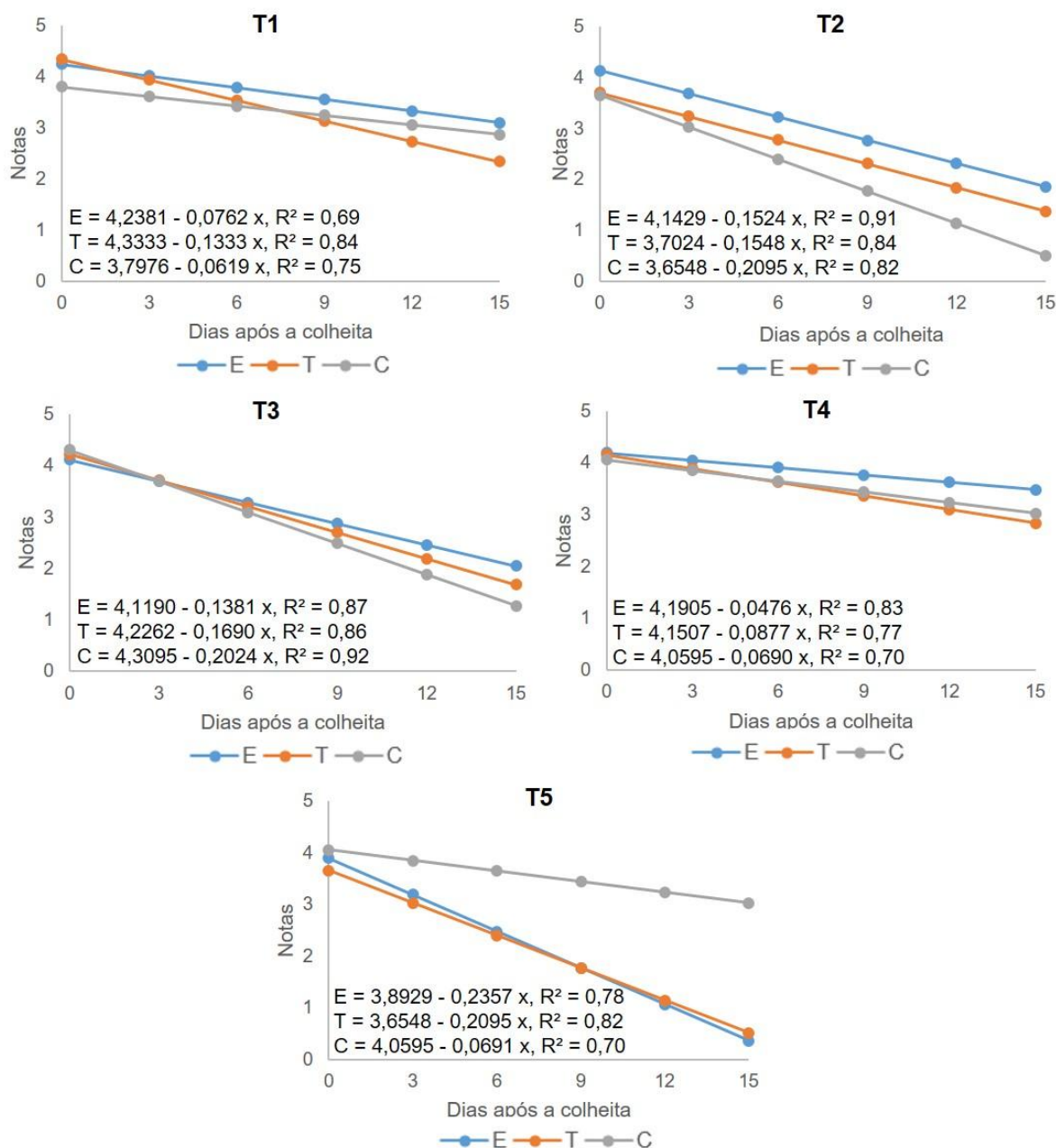


Figura 1. Curvas de regressão entre notas de escurecimento (E) e turgescência (T) das flores e curvatura (C) das hastes e dias após a colheita de hastes de denphal submetidas às soluções conservantes: T1 - água destilada (controle); T2 - 5% de sacarose + 50 mg L⁻¹ de 8-HQ + 50 mg L⁻¹ de AgNO₃; T3 - 5% de sacarose + 100 mg L⁻¹ de 8-HQ + 50 mg L⁻¹ de AgNO₃; T4 - 5% de sacarose + 100 mg L⁻¹ de 8-HQ; T5 - 1% (20 mg L⁻¹) de óleo essencial de eucalipto.

No tratamento com solução contendo 8-HQ e sacarose, cujos danos, de modo geral, foram menos severos, a perda de qualidade foi em razão do murchamento das flores e também, curvatura da haste.

As inflorescências mantidas em solução de 8-HQ associada apenas à sacarose (T4), receberam as melhores notas referentes à evolução das características de qualidade escurecimento, turgescência e curvatura das hastes (Figura 1). A superioridade do tratamento com 8-HQ pode ser devido à ação inibitória deste composto sobre fungos, leveduras e bactérias (Brackmann et al., 2000). Pietro et al. (2012) também verificaram maiores notas de escurecimento, turgescência e curvatura de hastes de rosas 'Vega' nas flores mantidas em solução de 8-HQC. Assim como Spricigo et al. (2010) que encontraram bons resultados com o uso associado de 8-HQC e sacarose para flores de crisântemos.

Já no tratamento onde se utilizou óleo essencial de *Eucalyptus globulus* (T5) as perdas foram devido ao murchamento e escurecimento das flores. O escurecimento pode estar relacionado com o estresse hídrico (Paull et al., 1981) ou ao baixo nível de carboidratos (Reid, 2002).

3.3.2 Longevidade das hastes florais

A longevidade das hastes de denphal foi influenciada pela composição das soluções conservantes sendo que alguns componentes como o nitrato de prata - AgNO_3 (T2 e T3) e o óleo essencial de *Eucalyptus globulus* (T5) nas concentrações utilizadas, afetaram negativamente a vida de vaso desta orquídea, uma vez que, naturalmente, com as bases somente em água destilada (T1), mantiveram a qualidade durante 15 dias. Já a presença de sacarose e 8-Hidroxiquinolina (8-HQ), na concentração de 100 mg L^{-1} (T4) prolongaram a vida de vaso, mantendo a qualidade das hastes por 30 dias (Figura 2).

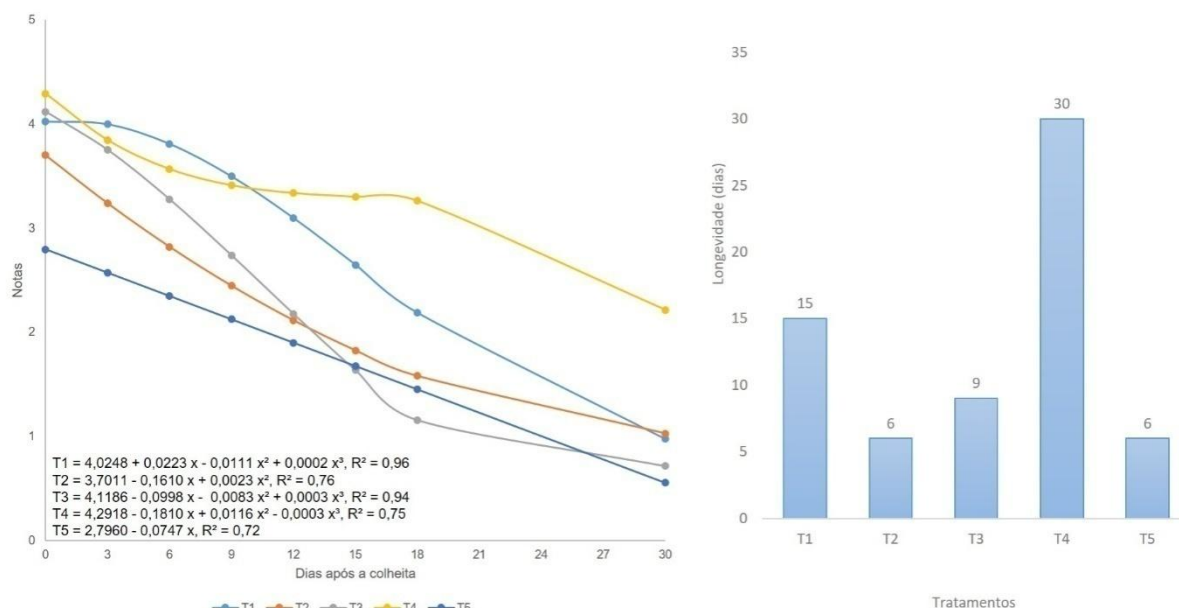


Figura 2. Curvas de regressão entre notas e dias após a colheita e longevidade (dias) de hastes de denphal submetidas às soluções conservantes: T1 - água destilada (controle); T2 - 5% de sacarose + 50 mg L⁻¹ de 8-HQ + 50 mg L⁻¹ de AgNO₃; T3 - 5% de sacarose + 100 mg L⁻¹ de 8-HQ + 50 mg L⁻¹ de AgNO₃; T4 - 5% de sacarose + 100 mg L⁻¹ de 8-HQ; T5 - 1% (20 mg L⁻¹) de óleo essencial de eucalipto.

A sacarose foi eficiente em prolongar a longevidade das hastes de denphal pois, conforme relatam Almeida et al. (2011) e Costa et al. (2021), fornece à flor substratos adequados para respiração, melhora o balanço hídrico, estimula a abertura das flores e também retarda a senescência devido à menor síntese de etileno, no entanto, essa eficiência foi verificada quando a sacarose estava associada ao 8-HQ, confirmando os resultados semelhantes obtidos para outras orquídeas como as dos gêneros *Dendrobium* (Ketsa e Amutiratana, 1986; Ketsa e Boonrote, 1990) e *Oncidium* (Hew, 1985; Mattiuz et al., 2015), sendo observado que o aumento da longevidade das hastes florais ocorreu quando o 8-HQC ou 8-HQS foram utilizados juntamente com sacarose. No entanto, os resultados têm sido variáveis com a espécie e a concentração; Durigan et al. (2013) observaram melhores resultados para gérbera com a concentração de 50 mg L⁻¹, já para *Oncidium varicosum*, melhores resultados foram obtidos por Mattiuz et al. (2015) com 100 mg L⁻¹.

O uso de nitrato de prata na concentração de 50 mg L⁻¹, em soluções contendo também sacarose (5%) e 8-HQ (50 ou 100 mg L⁻¹), foi prejudicial em prolongar a vida de vaso, embora seja relatado como eficiente em inibir o crescimento microbiano e prevenir a oclusão vascular (Elgimabi, 2011; Malakar et al., 2019) e essa eficiência tenha sido demonstrada em inflorescências da orquídea *Oncidium varicosum* tratadas com 50 mg L⁻¹ de AgNO₃, juntamente com sacarose (5%) e 8-HQC (100 mg L⁻¹), onde apresentaram maior longevidade e número de flores abertas (Mattiuz et al., 2015). No caso do denphal, o nitrato de prata provocou fitotoxicidade, que varia em razão da formulação, da concentração e da espécie (Reid et al., 1980; Cameron e Reid, 1981)

O uso de óleo essencial de *Eucalyptus globulus* a 1% também foi prejudicial para as hastes de denphal, embora tenha sido eficiente na manutenção da qualidade de hastes de rosas 'Carola' (Almeida et al., 2020), mostrando que a resposta a este componente é variável entre as espécies.

3.3.3 Conteúdo Relativo de Água (CRA)

O CRA das hastes de denphal foi influenciado pela composição das soluções conservantes (Figura 3); observa-se que a solução contendo 8-HQ e sacarose (T4) seguida pela manutenção em água destilada (T1) apresentaram maiores médias de CRA ao longo do tempo, mantendo a mesma tendência dos resultados obtidos para longevidade, indicando que, as soluções que continham AgNO₃ (T2 e T3) e óleo essencial de *Eucalyptus globulus* (T5) foram fitotóxicas causando danos que interferiram na absorção de água resultando em perda na qualidade.

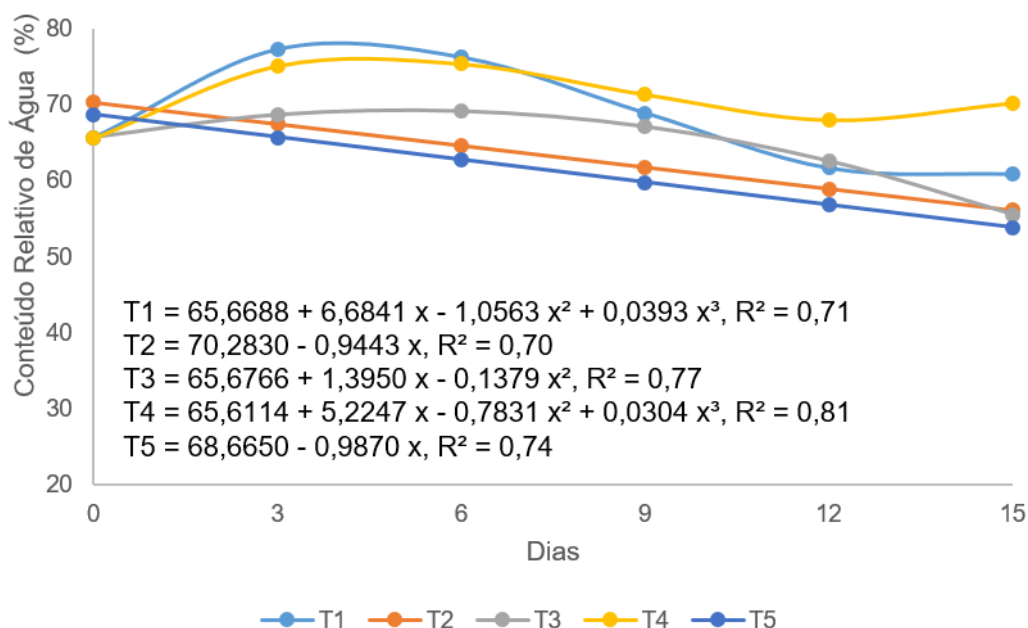


Figura 3. Curvas de regressão entre o Conteúdo Relativo de Água - CRA (%) - dados transformados em $\arcsen(x/100)^{1/2}$, de hastes de denphal conservadas em diferentes soluções (T1 - água destilada (controle); T2 - 5% de sacarose + 50 mg L⁻¹ de 8-HQ + 50 mg L⁻¹ de AgNO₃; T3 - 5% de sacarose + 100 mg L⁻¹ de 8-HQ + 50 mg L⁻¹ de AgNO₃; T4 - 5% de sacarose + 100 mg L⁻¹ de 8-HQ; T5 - 1% (20 mg L⁻¹) de óleo essencial de eucalipto), ao longo de 3, 6, 9, 12 e 15 dias após a colheita.

Houve redução do CRA ao longo do tempo, para os tratamentos T2 e T5, já imediatamente após a colheita e para T3, T4 e T5, entre 3 e 6 dias sendo que essa redução foi menos acentuada para o tratamento contendo sacarose e 8-HQ (T4). Pietro et al. (2012) verificaram que rosas cv. Vega tratadas com 8-HQC acrescido de sacarose, apresentaram a menor redução do conteúdo relativo de água no período experimental, indicando que esse tratamento manteve o balanço hídrico das pétalas de rosa, o que, segundo Marousky (1969), pode ser atribuído à ação do composto no fechamento dos estômatos.

A redução do conteúdo de água de flores cortadas também foi constatada por Mattiuz et al. (2010; 2015) para *Oncidium varicosum* e, como consequência, ocorre murchamento e senescência das pétalas que são as principais razões para a redução da vida útil de flores cortadas (Mattiuz et al., 2015).

O 8-HQ e a sacarose foram, portanto, efetivos na manutenção da qualidade das hastes de denphal; a maior turgescência indica que houve um efeito benéfico deste tratamento.

3.4 CONCLUSÃO

A solução conservante contendo sacarose (5%) e Hidroxiquinolina (8-HQ) na concentração de 100 mg L⁻¹ mostrou-se mais eficiente comparado aos demais, uma vez que manteve a qualidade, prolongando a vida de vaso de hastes de denphal por 30 dias.

3.5 REFERÊNCIAS

- Almeida EFA, Santos LO, Castricini A, Reis JBRS (2020) *Eucalyptus globulus* essential oil on the postharvest quality of 'Carola' roses. **Ornamental Horticulture** 26(2):159-165.
- Almeida EFA, Paiva PDDO, Lima LCDO, Silva FC, Fonseca J, Nogueira DA (2011) Callalily inflorescences postharvest: pulsing with different sucrose concentrations and storage conditions. **Ciência e Agrotecnologia** 35(4):657-663.
- Araújo R (2017) **Orquídeas Dendrobium**. São Paulo: Editora Europa, 79p.
- Barbosa JC, Maldonado Junior W (2015) **AgroEstat - sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos**. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 396p.
- Brackmann A; Bellé RA; Vizzotto M; Lunardi R. (2000). Armazenamento de crisântemos *Dendranthemagrandiflora* cv. Redrefocus em diferentes temperaturas e soluções conservantes. **Revista Brasileira de Agrociência** 6: 19-23.
- Cameron AC, Reid MS (1981) The use of silver thiosulfate anionic complex as a foliar spray to prevent flower abscission of zygocactus. **HortScience** 16:761-762.
- Costa LC, Araujo FF, Ribeiro WS, Santos MNS, Finger FL (2021) Postharvest physiology of cut flowers. **Ornamental Horticulture** 27(3):374-385.
- Durigan MFB; Mattiuz B, Rodrigues TJD, Mattiuz CFM (2013) Uso de soluções de manutenção contendo ácido cítrico, cloro ou 8-HQC na conservação pós-colheita de

flores cortadas de gérbera 'Suzanne'. **Revista Brasileira de HorticulturnOrnamental**19(2):107-116.

Elgimabi MENE (2011)Vaselifeextensionof rose cutflowers (*Rosa hybrida*) as influencedbysilvernitrateand sucrose pulsing. **American Journal of Agricultural and Biological Sciences** 6(1):128-133.

Govaerts RHA (ed.)**The Plant List**; a working list of all plant species; OrchidaceaeDisponívelem<www.theplantlist.org/1.1/browse/A/Orchidaceae>Acesso em: 02 nov. 2021.

Gupta J, Dubey RK (2018) Factors affecting post-harvest life of flower crops. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences** 7:548-557.

HewCS(1985) The effects of 8-hydroxyquinoline sulphate,acetylsalicylic acid and sucrose on bud opening of *Oncidium*flowers. **Journal of Horticultural Science** 62:75-78.

Jones WE, Kuehnle AR, Arumuganathan K (1998) Nuclear DNA content of 26 orchid (Orchidaceae) genera with emphasis on *Dendrobium*. **Annals of Botany** 82(2):189-194.

Jowkar MM, Hassanzadeh N, Kafi M, Khalighi A (2017) Comprehensive microbial study onbiocide application as vase solution preservatives for cut 'Cherry Brandy' rose flower. **International Journal of Horticultural Science and Technology** 4(1): 89-103.

Kerbaux GB (2017)**Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 470 p.

Ketsa S, Amutiratana D (1986) Effect of sucrose, silver, nitrate and 8-hydroxyquinoline sulfate on postharvest behaviour of *Dendrobium* 'Pompadour' flowers. In: ASEAN ORCHID CONGRESS. **Proceedings...** Bangkok, p.124-129.

Ketsa S, Boonrote A (1990) Holding solutions for maximizing bud opening and vase-life of *Dendrobium* 'Youpadeewan' flowers. **Journal of Horticultural Science** 65:41-47.

Kim H, Jang T, Chae H, Choi WJ, Ha MN, Ye BJ, Kim BG, Jeon MJ, Kim SY, Hong YS (2015) Avaliação e gestão da exposição ao chumbo. **Anais de Medicina Ocupacional e Ambiental**27(30):30.

Kramer PJ (1983) **Waterrelations of plants**. New York: Academic, 489p.

Lim TK (2014) *Dendrobium bigibbum*. In.: Lim TK (Ed.) **Edible medicinal and no medicinal plants** Dordrecht: Springer, p.555-558.

Lorenzi H, Souza HM (2001) **Plantas Ornamentais no Brasil**. 3. ed. Nova Odessa: Plantarum. 1088p.

Maia RKM, Silva EA, Alves RM, Morais MAS, Vieira MRS, Silva LF, Simões RFJ, Fonseca KS, Simões ANN (2019) Ethanol and citric acid improve longevity in *Gerbera* cv. Mistique. **Ornamental Horticulture** 25(2):109-118.

Malakar M, Acharyya P, Biswas S (2019) Effect of silver nitrate and sucrose on the vase life of *Gerbera* (*Gerbera jamesonii* H. Bolus) cut flowers. **Journal of Crop and Weed** 15(2):46-51.

Marousky FJ (1969). Vascular blockage, water absorption, stomatal opening, and respiration of cut "Better Times" roses treated with 8-hydroxyquinoline citrate and sucrose. **Journal of the American Society for Horticultural Science** 94: 223-226.

Mattiuz CFM, Mattiuz B, Rodrigues TJD, Marques KM, Martins RN (2015) Effectiveness of postharvest solutions for the conservation of cut *Oncidium varicosum* (Orchidaceae) inflorescences. **Ciência e Agrotecnologia** 39(4):315-322.

Mattiuz CFM, Rodrigues TJD, Mattiuz B, Pietro J, Martins RN (2010) Armazenamento refrigerado de inflorescências cortadas de *Oncidium varicosum* 'Samurai'. **Ciência Rural** 40(11):2288-2293.

Mattiuz CFM, Rodrigues TJD, Mattiuz BH, Pivetta KFL (2005) Aspectos fisiológicos e qualitativos da conservação pós-colheita de inflorescências de gengibre vermelho [*Alpinia purpurata* (Vieill.) K. Schum.]. **Científica** 33(1):83-90.

Mattos DG, Paiva PDO, Elias HHS, Vilas Boas EVB, Rodrigues LF, Lago RC (2018) Starch and total soluble sugar content in torch ginger postharvest. **Ornamental Horticulture** 23(4):435-442.

Mattos DG, Paiva PDO, Nery FC, Vale RP, Sarto MT, Luz CA (2017) Water relations in post-harvest torch ginger affected by harvest point and carnaúba wax. **Postharvest Biology and Technology** 127:35-43.

Manfredini GM, Paiva PDO, Almeida EFA, Nascimento AMP, Sales TS, Santos LO (2017a) Qualidade pós-colheita de rosas tratadas com óleo essencial. **Ornamental Horticulture** 23(2):192-199.

Manfredini GM, Paiva PDO, Almeida EFA, Reis MVR, Maia MO (2017b) Armazenamento e jasmionato de metila na conservação pós-colheita de rosas cv. Avalanche. **Ornamental Horticulture** 23(2):207-211.

Paull R, Goo T, Criley RA, Parvin PE (1981) Leaf blackening in cut *Protea eximia*: importance of water relations. **Acta Horticulturae** 113:71-76.

Pietro J, Mattiuz, BH, Mattiuz, CFM, Rodrigues, TJD. (2012). Manutenção da qualidade de rosas cortadas cv. Vega em soluções conservantes. **Horticultura Brasileira** 30: 64-70.

Pivetta KFL, Yanagisawa SS, Faria RT, Mattiuz CBM, Takane RJ, Batista GS (2014) Orquídeas. In: Paiva PDO, Almeida EFA (Org.). **Produção de Flores de Corte**. 1ed. Lavras-MG:UFLA, v. 2, p. 454-510.

Reid MS (2002) Postharvest Handling Systems: Ornamental crops. In: Kader AA (ed.) **Postharvest technology of horticultural crops**. 3. ed. Davis: University of California, p.315-326.

Reid MS, Farnham DS, Mcenroe EP(1980) Effect of silver thiosulfate and preservative solutions on the vase life of miniature carnations. **HortScience**15(6):807-808.

Ribeiro LM, Sorgato JC, Scalón SPQ, Soares JS, Ribeiro IS(2019) Influência da luz, ventilação natural e tamanho do frasco no crescimento e desenvolvimento de denphal (Orchidaceae). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**14(3) e5957.

Roberts DL, Dixon KW (2008) Orchids. **Current Biology** 18:325-329.

Sales TS, Paiva PDO, Manfredini GM, Nascimento AMP, Reis MV (2021) Water relations in cut calla lily flowers maintained under different postharvest solutions **Ornamental Horticulture** 27(2):126-136.

Shahbazi F, Ghasemi S, Sodaiezadeh H, Ayaseh K, Zamani-Ahmadm Mahmoodi R (2017) O efeito da lama de esgoto nas concentrações de metais pesados na planta de trigo (*Triticum aestivum* L.). **Pesquisa de Ciência Ambiental e Poluição Internacional**24(18): 15634-15644.

Spricigo PC, Mattiuz BH, Pietro J, Mattiuz CFM, Oliveira MEM (2010) Uso de soluções de manutenção, associadas ou não a sacarose, na pós-colheita de hastes de *Chrysanthemum morifolium* cv. Dragon. **Ciência e Agrotecnologia** 34:1238-1244.