



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
Curso de Engenharia Agrônoma



GUILHERME FELETO RODRIGUES

**INTERAÇÃO DOS SUBSTRATOS E SOLUÇÃO NUTRITIVA NO CULTIVO DE
ORQUÍDEA *PHALAENOPSIS* EM VASO**

Araras – SP

2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
Curso de Engenharia Agrônômica

GUILHERME FELETO RODRIGUES

**INTERAÇÃO DOS SUBSTRATOS E SOLUÇÃO NUTRITIVA NO CULTIVO DE
ORQUÍDEA *PHALAENOPSIS* EM VASO**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia
Agrônômica - CCA - UFSCar para a obtenção do
título de Engenheiro Agrônomo
Orientador: Prof^o. Dr^o. Jean Carlos Cardoso

Araras – SP
2023

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me conceder saúde e me ajudar a superar as diversas dificuldades que tive durante minha graduação.

A minha família que me incentivou todos os anos da minha graduação, me apoiando e aconselhando durante todos os momentos.

Ao meu orientador, Jean Carlos Cardoso que me ajudou com diversos ensinamentos, me auxiliou em minha trajetória e me proporcionou oportunidades profissionais que enriqueceram meus conhecimentos.

Agradeço aos meus amigos, em especial ao Gabriel Borghi, Lucas Teodoro, Thiago Roberto e Murilo Rabelo.

Aos meus amigos do grupo de pesquisa, Carla, Rafaela, Mariana, Nicole e Leticia.

Agradeço a todos meus professores de graduação que através dos seus conhecimentos repassados em sala de aula me ajudaram a concluir a graduação. Por fim, agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para a finalização de minha graduação.

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê. “Arthur Schopenhauer

INTERAÇÃO DOS SUBSTRATOS E SOLUÇÃO NUTRITIVA NO CULTIVO DE ORQUÍDEA *PHALAENOPSIS* EM VASO

Resumo: O mercado de flores no Brasil vem incluindo novas tecnologias que auxiliem na aquisição de sistemas de maior produtividade e mais sustentáveis de produção, incluindo o uso racional da água e fertilizantes. Esse trabalho teve como objetivo principal avaliar a interação de diferentes tipos de substratos (Fibra de coco lavada fina Agrolink®, moinha de carvão, Substrato Orquídea Vida Verde®, espuma de poliuretano e esfagno), ambos sem e com a adição de camada de drenagem de brita no fundo do vaso, no desenvolvimento em vaso de orquídeas *Phalaenopsis*. A adubação foi realizada pelo uso de solução nutritiva baseada em recomendações técnicas de empresa especializada. Também foram avaliados a absorção e capacidade de retenção da solução nutritiva pelo substrato, bem como acompanhar as modificações do pH e condutividade elétrica dessa solução para os diferentes substratos avaliados. Foi adotado um sistema não utilizado convencionalmente nos cultivos, no qual a solução nutritiva é ofertada junto da água (fertirrigação) e colocada em um recipiente plástico abaixo do vaso de cultivo, de forma que a solução seja movida ao substrato pela diferença de potencial água entre o substrato e a solução. Os resultados mostraram que os tratamentos com substrato esfagno e fibra de coco, após serem saturados e mantidos em uma temperatura de 20-30°C, em cultivo protegido mantiveram-se úmidos por até 30 dias após a saturação, enquanto os demais substratos ficaram totalmente secos em menos de 20 dias. Em relação a interação da solução nutritiva com o substrato, foi possível observar que os tratamentos com substrato orquídea Vida Verde® resultaram em médias de pH mais baixa da solução nutritiva (valor de pH entre 4,0 – 4,5) enquanto o carvão apresentou médias de pH mais alta (pH = 7,0 - 7,7). Os tratamentos que mantiveram o pH de cultivo dentro da faixa ideal de absorção foram os tratamentos com substrato da fibra de coco, esfagno e espuma de poliuretano. Os tratamentos com esfagno e fibra de coco foram os tratamentos com maior capacidade de retenção, absorção e translocação da solução nutritiva pelo processo de capilaridade. Em relação a condutividade elétrica, os tratamentos com o substrato orquídea vida verde e fibra de coco foram os únicos que tiveram queda em relação a CE da solução inicial, com médias abaixo de 1,5 ds/cm. O sistema também apresentou benefícios em relação à economia de água se comparado com sistemas de irrigação tradicionais, como o de microaspersão.

Palavras-chave: Orquídeas, *Phalaenopsis*, sistema de cultivo, substratos, sustentabilidade, Fertirrigação.

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

Figura 1. 5 vasos/repetições referente ao tratamento 1 (Moinha de carvão sem dreno); 5 vasos/repetições referentes ao tratamento 2 (Esfagno sem dreno); 5 vasos/repetições do tratamento 3 (espuma de poliuretano sem dreno); 5 vasos/repetições do tratamento 4 (substrato orquídea vida verde®); 5 vasos/repetições do tratamento 5 (fibra de coco lavada fina agrolink®); 5 vasos/repetições do tratamento 6 (moinha de carvão + dreno com brita); 5 vasos/repetições do tratamento 7 (esfagno + dreno com brita); 5 vasos/ repetições do tratamento 8 (espuma de poliuretano + dreno com brita); 5 vasos/ repetições do tratamento 9 (substrato orquídea vida verde® + dreno com brita); 5 vasos/repetições do tratamento 10 (fibra de coco lavada fina agrolink® + dreno com brita), tratamentos localizados na estufa de aclimatização do Laboratório de Fisiologia Vegetal e Cultura de Tecidos da UFSCar - CCA - Araras.	22
Tabela 1. Informações sobre exigência nutricional da Phalaenopsis disponibilizadas pela empresa Anthura®.....	24
Tabela 2. Produtos e quantidades utilizadas para elaboração da solução nutritiva.	24
Figura 2. Condutivímetro utilizado para análises de condutividade elétrica.....	25
Tabela 3. Avaliação de pH e CE dos substratos utilizados para o experimento, antes da instalação do experimento e adição da solução nutritiva.	28
Tabela 4. Capacidade de retenção de água, peso inicial, peso saturado, dados da coleta semanal durante 35 dias dos substratos utilizados no experimento.....	29
Figura 5. Gráfico da perda de massa de água dos substratos utilizados no experimento ao longo de 35 dias, dados iniciais com peso saturado e os demais dados coletados durante os 35 dias, coletados semanalmente.	30
Tabela 6. Média do pH entre os tratamentos - Médias realizadas pelo software R utilizando o teste de Turkey.....	31
Figura 4. Gráfico de dispersão em pontos do pH dos tratamentos com moinha de carvão ao longo de 28 dias.....	32
Figura 5. Figura 5- Gráfico de dispersão em pontos dos valores do pH dos tratamentos com Fibra de coco lavada fina Agrolink ao longo de 28 dias	32
Figura 6. Gráfico de dispersão em pontos dos valores do pH dos tratamentos com Espuma de poliuretano ao longo de 28 dias.....	33
Figura 7. Gráfico de dispersão em pontos dos valores do pH dos tratamentos com substrato orquídea vida verde ao longo de 28 dias	34
Figura 8. Gráfico de dispersão em pontos dos valores do pH dos tratamentos com esfagno ao longo de 28 dias.....	34
Tabela 7. Média de CE dos tratamentos durante 28 dias em 4 coletas realizadas no mês de junho de 2022 - Médias realizadas pelo software R ao nível de 5% de probabilidade com teste de Turkey.....	36

Tabela 8. Média de CE dos tratamentos durante os 28 dias do mês de agosto de 2022 - Médias realizadas pelo software R ao nível de 5% de probabilidade com o teste de Turkey.....	36
Tabela 9. Média de absorção de água dos tratamentos durante os 28 dias - Médias realizadas pelo software R ao nível de 5% de probabilidade com teste de Turkey.....	37
Tabela 10. Análise estatística do desenvolvimento das Phalaenopsis. =TR1 – Moinha de carvão; TR2 – Esfagno; TR3- Espuma de poliuretano; TR4 – Substrato Orquídea Vida Verde®; TR5 – Fibra de coco lavada fina Agrolink®; TR6 – Moinha de carvão + dreno com brita; TR7 – Esfagno + dreno com brita; TR8 – Espuma de poliuretano + dreno com brita; TR9 – Substrato orquídea vida verde® + dreno com brita; TR10 –Fibra de coco lavada fina Agrolink® + dreno com brita.....	39
Figura 9. Análise do teor de clorofila das Phalaenopsis de acordo com o substrato dos tratamentos.	41
Figura 10 – Tratamento 10 – Fibra de coco lavada fina Agrolink® com 5 repetições	42
Figura 11. Tratamento 4 – Substrato vida verde® com 5 repetições	42
Figura 12. Tratamento 6 – moinha de carvão + dreno com brita – 5 repetições	42
Figura 13. Tratamento 7 – Esfagno + dreno com brita – 5 repetições	43
Figura 14. Tratamento 8 – Espuma de poliuretano + dreno com brita.....	43
Figura 15. Tratamento 5 – Fibra de coco Lavada fina Agrolink® com 5 repetições.....	43
Figura 16. Tratamento 1- Moinha de carvão com 5 repetições.....	44
Figura 17. Tratamento 3 – Espuma de poliuretano com 5 repetições	44
Figura 18. Tratamento 2 – Esfagno com 5 repetições	45
Figura 19. Tratamento 9 – Substrato orquídea vida verde ® com 5 repetições	45

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1. Orchidaceae	12
2.2. Morfologia Geral da família Orchidaceae	12
2.2.1 Raízes	12
2.2.2 Crescimento.....	13
2.2.3 Folhas	13
2.2.4 Flores.....	13
2.2.5 Caule.....	14
2.3 Gênero <i>Phalaenopsis</i>	14
2.4 Cultivo de <i>Phalaenopsis</i> em casa de vegetação.....	15
2.4.1 Temperatura	15
2.4.2 Substrato.....	15
2.4.3 Adubação.....	16
2.4.4 Principais doenças e pragas.....	17
2.4.5 Mercado das <i>Phalaenopsis</i>	18
2.5 Problematização da falta de água.....	19
3. OBJETIVOS.....	21
4. METODOLOGIA.....	22
4.1 Coleta de dados	25
4.2 Análise estatística	26
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5.1 Análise do pH e Condutividade Elétrica dos substratos antes do início da interação substrato/ solução nutritiva.....	27
5.2 Análise da capacidade de retenção de água de cada substrato utilizado no experimento	28
5.3. Análise do pH da solução e o desenvolvimento da planta.....	30
5.4 Análise da condutividade elétrica da solução de cada tratamento.....	34
5.5 Análise da Absorção de água dos tratamentos.....	37
5.6 Análise do desenvolvimento das <i>Phalaenopsis</i>	38
5.8 Análise visual estética das <i>Phalaenopsis</i> de cada tratamento.....	41
5.9 Análise da viabilidade de economia de água do sistema em comparação com sistema tradicional de microaspersão.....	45

6. CONCLUSÃO.....	47
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48

1. INTRODUÇÃO

O mercado interno de flores no Brasil está entre um dos setores que mais cresce nos últimos anos, devido ao aumento do consumo de flores pela população, principalmente pelas flores de vaso (Junqueira e Da Silva Peetz, 2008).

As flores de vaso mais comercializadas são kalanchoes, antúrios e orquídeas. Entre as orquídeas mais procuradas no mercado, encontram-se as do gênero *Phalaenopsis*, que segundo dados do Ceasa e Veilling Holambra são as flores de vaso mais comercializadas no Brasil (Tomaselli, 2008).

Essa alta comercialização estimula o setor produtivo desta planta, despertando o interesse econômico por parte de muitos produtores, pois além de boa comercialização as orquídeas *Phalaenopsis* possuem alto valor comercial (Minamiguchi e Neto 2007).

Dentre os estados brasileiros que mais se destacam na produção e consumo de flores pode-se citar o estado de São Paulo, que é considerado o maior produtor e consumidor de flores do Brasil (Marques e Castro Filho, 2002).

A produção de flores no estado de São Paulo vem passando por alta demanda de tecnologias que buscam atrelar a produtividade, a qualidade e a sustentabilidade na produção de flores (Oliveira, 2021).

No momento atual, quando se refere a sustentabilidade, há uma grande preocupação em torno do consumo racional de água e na utilização de substratos que beneficiam o desenvolvimento e crescimento das flores de vaso de forma que contribuam para um manejo mais adequado da irrigação e adubação das flores, sem desperdícios, podendo ser mais sustentável no âmbito ambiental e econômico (Costa, 2014).

O uso de substratos adequados é de extrema importância para o cultivo de *Phalaenopsis*, cujo principal substrato utilizado para produção em escala comercial é uma mistura entre carvão + Fibra de coco (Macedo, 2011). A importância dos substratos no desenvolvimento e crescimento das plantas está diretamente relacionada ao fato de proporcionarem boas condições para enraizamento (substratos com boa aeração), sustentação da planta, retenção de água (sem encharcamento) (Hoffmann, José Faccinelo, Alverides e Santos, 1995). As características como boa aeração e retenção adequada de água podem conferir ainda um melhor efeito da ascensão capilar da água, garantindo plantas hidratadas que responderão melhor a luminosidade e ao controle térmico, se desenvolvendo com mais qualidade (Barreto, Testezlaf e Salvador, 2012).

Uma das alternativas que estão sendo muito utilizadas atualmente, cujo atrelam a sustentabilidade no uso da água na produção de flores com o efeito ascensão capilar é a técnica de irrigação por inundação (Jaguari TV, 2022).

Na irrigação por inundação as plantas recebem a água de baixo para cima, aproveitando do efeito capilaridade entre a lâmina de água aplicada via solo com o substrato/planta presente no vaso, proporcionando melhores condições para plantas mais vigorosas sem o estresse hídrico (Aranha, 2015). Embora seja uma técnica promissora que vem ganhando espaço em muitas produções, um dos principais desafios ainda para sua instalação é o alto valor por metro quadrado da implementação desse sistema que ainda busca alternativas no setor (Aranha, 2015). Dessa forma, o desenvolvimento de sistemas de cultivo mais simplificados, aproveitando-se do conceito da técnica de inundação, são bem-vindos pois permite aproveitar os benefícios da técnica, sem o aumento demasiado de custos de produção.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Orchidaceae

A família Orchidaceae compreende uma das maiores famílias das angiospermas, sendo estimado cerca de mais de 35.000 espécies de orquídeas espalhadas por todo o mundo além da presença de pelo menos 100.000 híbridos que foram resultados de cruzamentos induzidos ou naturais de orquídeas (Mezzalana e Kuhn, 2019).

Essas plantas estão distribuídas tanto em regiões de clima temperado, como em regiões de climas tropicais e subtropicais, apresentando características adaptativas para cada condição climática (Braga, 1977). Orquídeas de clima temperado possuem características terrestres, já orquídeas de climas tropicais e subtropicais são plantas com hábitos mais epífita (Camargo et al., 2017). Embora encontrada em diversos habitats as orquídeas são plantas predominantemente de clima tropical, um dos maiores exemplos que as orquídeas se desenvolvem e crescem melhor sobre condições de clima tropical é o Brasil que segundo Pansarin (2008) há cerca de 2.400 espécies de orquídeas, distribuídas em 191 gêneros, sendo a Mata Atlântica o bioma mais rico de espécies da família Orchidaceae, principalmente de espécies com relação de epifitismo, enquanto que na Amazônia, o bioma mais importante do mundo, são descritas cerca de 319 espécies e no bioma do Cerrado são 419 espécies, grande maioria espécies de hábito terrestre .

A riqueza de espécies de orquídeas encontradas no Brasil, independentemente se são espécies epífitas ou terrestres, demonstra que as condições climáticas do Brasil colaboram e facilitam diretamente para o cultivo de orquídeas no país, seja ele com interesse comercial, com escalas de produção ou com perfil mais colecionador de espécies e gêneros (Camargo et al., 2017).

Dentro dos gêneros mais cultivados no Brasil pode-se destacar, *Brassavola*, *Catasetum*, *Cattleya*, *Cymbidium*, *Dendrobium*, *Laelia*, *Oncidium*, e a *Phalaenopsis* (Faria, 2015).

2.2. Morfologia Geral da família Orchidaceae

2.2.1 Raízes

Assim como em outras plantas, a principal função das raízes das orquídeas é a absorção, depósito e retenção de água e nutrientes, sendo também de extrema importância para a sustentação e fixação da planta, principalmente em orquídeas epífitas que comumente se fixam

sobre troncos de árvores, buscando luz e aproveitando de nutrientes e água lixiviados na casca dos troncos (Nicolau, 2018).

As orquídeas apresentam sistema de raiz fasciculado, não apresentando raízes primárias, somente raízes secundárias que se originam do caule (Nicolau, 2018).

Em alguns gêneros de orquídeas, as raízes podem assumir um papel de órgão clorofilado, ou seja, em períodos em que a planta perde suas folhas a raiz é responsável pela realização da fotossíntese. As orquídeas do gênero *Phalaenopsis* são exemplos de um gênero cujo a raiz assume um papel de órgão clorofilado, no entanto que, em escalas comerciais muitos produtores adotam a produção em vasos transparentes que permitem a passagem da luz para que entre em contato com as raízes (De Paula, 2020).

As raízes das orquídeas podem variar de acordo com a espécie, gênero, ambiente e hábitos dessas plantas, podendo apresentar raízes mais ou menos grossas, mais ou menos cilíndricas, mais ou menos achatadas (Camargo et al., 2017).

2.2.2 Crescimento

Assim como as raízes, o crescimento das orquídeas também pode variar de acordo com o ambiente que ela se encontra, podendo ser contínuo ou sazonal, monopodial e simpodial, espaçado ou agrupado, pendente ou ascendente, subterrâneo ou aéreo (Camargo et al., 2017).

2.2.3 Folhas

As orquídeas apresentam de forma geral, folhas simples com nervuras paralelas podendo apresentar formatos ovais, lanceolados, orbiculadas de variáveis tamanhos (Freuler, 2008). O formato das folhas é de extrema importância para diferenciar as espécies, além de que as folhas estão diretamente correlacionadas com o ambiente de adaptação dessas plantas, variando a espessura (fina ou grossa), quantidade de cera (alta ou baixa) e coloração (não muito intensa ou intensa) (Camargo et al., 2017).

2.2.4 Flores

Com a principal função de promover a alogamia, e atrair polinizadores as orquídeas possuem uma extensa diversidade de flores, com ampla gama de coloração (amarelo, vermelho, rosa, branco, dentre outras), formatos e tamanhos (Mezzalira e Kuhn, 2019). De forma geral, as flores das orquídeas hermafroditas, em alguns casos isolados apenas apresentam sexo definido (masculino ou feminino), podendo ser encontradas em números variados nas plantas, a depender da espécie, distribuídas de forma apical, basal, lateral, em panícula ou em racemo,

com tamanhos que variam de dois milímetros à vinte centímetros ou mais (Camargo et al., 2017).

As flores apresentam simetria bilateral com a presença de 3 sépalas e 3 pétalas, alguns gêneros apresentam o labelo, estrutura muito importante para diferenciação entre as espécies (Mezzalira e Kuhn, 2019).

A durabilidade das flores é influenciada não somente pela genética, mas também por fatores externos como, temperatura e luminosidade (Stancato e Cesarino, 2000). Entre os gêneros, há diferença não somente pelas características florais, mas também pela durabilidade e indução de florescimento, sendo a indução do florescimento influenciada por horas de intensidade luminosa e temperatura baixa ou alta (Stancato e Cesarino, 2000).

As flores são responsáveis por deixar as orquídeas tão bonitas e atrativas do ponto de vista comercial, fazendo com que atualmente melhoristas genéticos procurem cada vez mais induzirem o melhoramento de espécies amplamente comercializadas, buscando cores atrativas e maior durabilidade de suas flores (Stancato, Bemelmans e Vegro, 2001).

2.2.5 Caule

O caule das orquídeas varia de acordo com seu hábito de crescimento. As orquídeas monopodiais possuem caules herbáceos, sem estruturas de acúmulo de reserva já as simpodiais há estrutura de reserva, sendo caules do tipo rizoma, podendo ser um pseudobulbo, estruturas essas que variam tamanho e formato e são responsáveis por proporcionar à planta maior resistência a adversidades, como estresse hídrico (Camargo et al., 2017).

2.3 Gênero *Phalaenopsis*

Sendo um dos gêneros mais importantes no ponto de vista comercial, de grande interesse de muitos melhoristas genéticos e de empresas referências no mercado de flores, as *Phalaenopsis* são orquídeas que possuem o hábito de crescimento monopodial, com folhas dísticas carnosas, facilmente cultivada em regiões tropicais, na natureza preferem temperaturas diárias que ficam entre 31 °C e noturnas de 22°C, além das temperaturas, esse gênero tem preferência lugares sombreados para seu bom desenvolvimento (Hsu e Chen, 2018).

2.4 Cultivo de *Phalaenopsis* em casa de vegetação

2.4.1 Temperatura

No cultivo protegido, as *Phalaenopsis* são cultivadas em temperaturas diferentes de acordo com seu desenvolvimento, na propagação inicial, a temperatura fica entre 27 °C à 28 °C durante o dia e 26°C durante a noite já na fase do surgimento de hastes florais e propagação final a temperatura de cultivo é 21°C durante o dia e 18 °C durante a noite (Anthura, 2023).

O controle sobre a temperatura no cultivo protegido de *Phalaenopsis* garante plantas mais bonitas esteticamente, com folhas vigorosas e saudáveis e melhor durabilidade da haste floral, possibilitando até mesmo o encurtamento da fase final pois a temperatura correta ajuda a planta não estagnar suas atividades fisiológicas, dando sequência em seu desenvolvimento (Calaboni, 2014).

A luminosidade também se faz necessário controlar, uma vez que influencia diretamente sobre a intensidade da cor e crescimento das folhas (Sorgato, 2016).

Em cultivos protegidos, prioriza utilizar cerca de 4.000 Lux durante a fase de propagação, posteriormente a luminosidade vai sendo manejada pelos produtores até que chegue até 10.000 Lux, visando a iniciação das hastes florais (Orchidaceae, 2023).

Conforme ocorre o aumento da intensidade luminosa deve ocorrer também o aumento da umidade relativa do ar dentro do cultivo protegido, procurando manter sempre valores de 60% a 80% de umidade no ar para o bom desenvolvimento das *Phalaenopsis* (Anthura, 2023).

2.4.2 Substrato

Para as plantas, o substrato é essencial para fixação de suas raízes e conseqüentemente proporcionar a sustentação para seu desenvolvimento e crescimento vegetativo, uma vez que as raízes são órgãos vegetativos essenciais para a absorção de água e nutrientes (Freitas, 2013).

Os substratos também auxiliam na retenção de água e nutrientes, ou seja, possibilita que a planta se alimente ao longo do tempo com a água e os nutrientes presentes no mesmo (Klein, 2015).

Devido à alta demanda e a exigência por flores e plantas ornamentais de qualidade no mercado, a utilização de substratos disponíveis em grandes quantidades e de fácil manuseio é muito importante (Klein, 2015). Para as orquídeas do gênero *Phalaenopsis*, substratos que confirmam características como boa aeração, boa capacidade de retenção e distribuição de água e nutrientes são de grande importância para escala de produção, pois substratos errados podem

impactar negativamente com o desenvolvimento das plantas, atrasando e até mesmo impossibilitando a comercialização dessas flores (Floricultura, 2023).

De acordo com Floricultura (2023), os substratos mais utilizados no cultivo de orquídeas *Phalaenopsis* são os chips de coco e uma mistura dos chips de coco com musgo de esfagno. Segundo o mesmo autor, esse substrato é o mais indicado para o cultivo de *Phalaenopsis* pois o mesmo garante tais características essenciais para o desenvolvimento e crescimento da planta.

Embora amplamente utilizado, muitos estudos ainda procuram substratos alternativos para os chips de coco com a mistura com o musgo de esfagno, isso é explicado pelo avanço da tecnologia nos cultivos de flores atualmente que buscam atrelar cada vez mais a produtividade, sustentabilidade e a qualidade na produção de flores (Amaral, 2010).

2.4.3 Adubação

Se tratando de fertilização, a condutividade elétrica e o pH da solução e substrato são de extrema importância para a absorção e disponibilidade de nutrientes para as *Phalaenopsis* (Hwang e Jeong, 2007).

No cultivo dessas plantas por exemplo, uma condutividade elétrica (CE) maior que 1,2 mS/cm pode impactar a perda do velame presente nas raízes cujo ajuda diretamente em uma maior absorção de água, além disso, uma alta condutividade elétrica pode provocar até mesmo o “cozimento” de raízes, deixando a planta mais propensa a sofrer ataques de patógenos de solo que irão prejudicar diretamente seu desenvolvimento (Anthura, 2023). Desta forma, é indicado que o CE da solução de irrigação e substrato encontra-se em valores de 0,8 mS/cm à 1,2 mS/cm (Anthura, 2023).

Outro fator importante para uma melhor absorção de nutrientes é o pH, orquídeas do gênero *Phalaenopsis* preferem valores de 5,5 a 6,5 de pH, valores como esses possibilitam uma melhor absorção de macronutrientes primários e secundários de forma mais eficiente, tornando-se mais disponíveis para as plantas (Camargo et al., 2017).

Quanto aos nutrientes, é aconselhado que os nutrientes sejam manejados na escala comercial de acordo com o substrato que essas orquídeas estejam plantadas. Em substratos que contenham coco por exemplo, é aconselhado utilizar cerca de 168 – 196 mg/l de N, 38,4 mg/l de P, 97,8 mg/l de K, 80,2 mg/l de Ca, 24,3 mg/l de Mg e 16,1 mg/l de S, já em cultivos com substratos sem coco, recomenda-se 168 -196 mg/l de N, 48 mg/l de P, 136 mg/l de K, 48,1 mg/l de Ca, 14,6 mg/l de Mg e 19,3 mg/l de S (Anthura, 2023).

2.4.4 Principais doenças e pragas

As principais doenças responsáveis por causar danos econômicos em produções de *Phalaenopsis* são acometidas por bactérias como *Acidovax* e *Erwinia*, fungos como *Fusarium*, *Rhizoctonia* e *Botrytis* e doenças virais (Vilar, 2016).

A doença bacteriana causada por *Acidovax avanae* sp, conhecida como *Pseudomonas* causa manchas marrons nas folhas cercadas por uma borda de coloração amarela, a doença inicia-se com um pequeno buraco escuro na folha e o melhor manejo para esta doença é ajustar a quantidade de nitrogênio aplicado em adubações, remover plantas doentes da produção e manter uma umidade relativa constante. Já a doença bactéria causada por *Erwinia chrysanthemi* e *Erwinia caratavora* ocasionam podridão mole devido a secreção de enzimas degradadoras da parede celular, assim como a doença de *Pseudomonas*, essas bactérias podem ser controladas com a remoção de plantas doentes e o uso de químicos para desinfetar as demais plantas (Floricultura, 2023).

As doenças fúngicas causadas por *Fusarium* e *Rhizoctonia* são fungos que agriem desde a base da planta até suas raízes, que posteriormente restringem todo crescimento e desenvolvimento da planta. O uso de substratos corretos, bem aerados, que possibilitam o controle de umidade e crescimento radicular saudável que mantenha uma condutividade elétrica adequada é o mais indicado para o manejo destas doenças. O *Botrytis* se manifesta nas flores, sendo apresentado com pequenas manchas marrons, é uma doença que ao se manifestar gera enormes prejuízos econômicos uma vez que impossibilita a planta de ser vendida. O melhor manejo empregado para controle de *Botrytis* é o controle da irrigação, mantendo flores sempre secas. O uso de sistemas de irrigações mais tecnológicas como o sistema de irrigação por alagamento pode contribuir para a eficiência do controle dessa doença (Sousa, 2013).

As doenças virais normalmente aparecem no durante ou após o resfriamento das *Phalaenopsis*, ocasionando retardo no crescimento e desenvolvimento das plantas. O melhor manejo para doenças virais é a utilização de materiais vegetais saudáveis, a remoção de plantas doentes e evitar corte de hastes e folhas em escalas de produção sem higienização (Floricultura, 2023).

Em relação às pragas, o ácaro *Brevipalpus*, conhecido como ácaro vermelho, é um dos mais encontrados nos cultivos de *Phalaenopsis*. Lesmas e caracóis também são considerados pragas que necessitam de uma grande atenção, além de larvas de mosquitos como *Sciaridae* são de grande preocupação uma vez que agriem as raízes de plantas em formação, sendo responsáveis por muitas perdas (Anthura, 2023)

2.4.5 Mercado das *Phalaenopsis*

O mercado de flores e plantas ornamentais no Brasil está em constante ascensão tecnológica buscando alternativas e tecnologias que visem o aumento de produtividade para suprir a alta demanda sobre determinadas plantas ornamentais e garantir flores de boa qualidade para o mercado (Aki e Perosa, 2002).

Dentro do mercado e a cadeia produtiva de flores e plantas ornamentais existem 3 categorias, sendo uma a categoria de flores e folhagens de corte, categoria essa que contempla plantas como, Alstroemeria, Lírio, Crisântemo, Rosa, Gérbera, Boca de Leão, Lisianto, Gipsófila, Cravo, Áster, Folhagem, Orquídeas, Helicônia, Protea e Solidago, a outra categoria são de flores e plantas de vaso, contempladas por Antúrio, Lírio, Begônia, Kalanchoe, Kalanchoe Dobrado, Violeta, *Denphalaen*, Azaleia, Rosa, *Phalaenopsis*, Crisântemo e a última são plantas ornamentais voltadas para o paisagismo, como exemplo, espécies de Forração, cactos e suculentas, *Raphis*, *Phoenix*, *Cyca*, *Podocarpus*, *Buxus*, *Trachycarpus* e arbustos diversos (Anefalos e Guilhoto, 2003).

A cada ano o mercado de flores alcança novos números, do ano de 2020 ao ano de 2021, por exemplo, o mercado alcançou um crescimento de 15%, sendo movimentado em seu faturamento em 2021 cerca de 10,9 bilhões de reais já no ano de 2020 houve um faturamento de 9,6 bilhões de reais. Ao todo o Brasil possui 15 mil hectares de flores, empregando pelo menos 3,8 trabalhadores por hectare, ou seja, além de valores significativos de faturamento, o mercado e a produção de flores no Brasil têm um papel fundamental na geração de empregos (Ibraflor, 2023).

A produção de flores no Brasil corresponde a 8% da produção mundial, sendo os principais polos de produção encontrados no estado de São Paulo, cidades como, Holambra, Atibaia e Ibiúna destacam-se na produção, já no estado de Minas Gerais, Andradas, Munhoz e Barbacena são as três principais cidades de produção de flores, de forma direta, a produção junto com a comercialização de flores envolve pelo menos 200.000 pessoas no Brasil (Ibraflor, 2023).

O setor deixa explícito ainda mais sua importância para economia do país com seus valores do PIB, segundo Oliveira (2021), a produção de flores e plantas ornamentais movimentou no ano de 2017 R \$7,16 bilhões, 0,53 % do agronegócio brasileiro.

De acordo com a Ibraflor (2023) cerca de 58% da produção concentra-se em flores e plantas de vaso.

Em relação ao consumo e circulação monetária, embora não há informações disponíveis em valores sendo apenas informado superficialmente sobre, as orquídeas *Phalaenopsis* apresentam-se como as flores de vasos mais comercializadas dentro do mercado interno, além de serem as flores de vasos mais produzidas no Brasil (Suzuki, 2014).

Na cidade de Holambra, por exemplo, as orquídeas do gênero *Phalaenopsis* são consideradas um dos principais produtos distribuídos na Cooperativa Veilling Holambra, cooperativa responsável por realizar toda logística de comercialização para mais de 400 cooperados (Veiling, 2023).

2.5 Problematização da falta de água

Dados informados pela FAO (2023), relatam que a agricultura é responsável pelo maior consumo de água do mundo, utilizando aproximadamente 70% de toda a água doce utilizada no planeta.

O alto consumo de água, junto com a má distribuição de chuvas ocorridas recentemente impactam em um dos principais problemas, a escassez da água, um recurso essencial para a vida. A irregularidade da distribuição de chuvas durante todos os anos, ocasionadas por mudanças climáticas que são aceleradas pelo desmatamento de importantes biomas como a Amazônia e a Mata Atlântica contribuem cada vez mais para o cenário preocupante que se vivencia (FAO, 2019).

A falta de água impacta diretamente sobre o manejo de irrigação de produções vegetais no campo, seja ela exposta ao céu aberto ou sob cultivo protegido pois nenhum outro elemento é capaz de substituir a função da H₂O sobre a vida do organismo vegetal, estabelecendo funções vitais (Embrapa, 2023).

Desta forma a busca por alternativas e tecnologias que busquem atrelar o equilíbrio entre a produtividade e a preservação dos recursos naturais está cada vez mais crescente em estudos científicos.

No cenário das flores, o emprego de tecnologia nos sistemas de produção está cada vez maior, muitos produtores estão buscando sistemas de irrigações mais inteligentes, com uso de reservatórios de águas de chuvas atrelados a sistemas de irrigação como o sistema de “alagamento” (Tecnologia no campo, 2015).

Os sistemas de irrigação por alagamento já estão sendo empregados por alguns produtores de Flores, em Holambra por exemplo, as empresas que empregam essa tecnologia passaram a economizar pelo menos 70% de água em suas produções (Tecnologia do campo, 2015).

Segundo Aranha (2015) a tecnologia desse novo sistema de irrigação proporcionou a um produtor cerca de 75% na economia de água e aumentou significativamente a produtividade das flores por metro quadrado, uma vez que boas condições hídricas proporcionam melhores respostas fisiológicas nas plantas.

Embora seja um sistema promissor em economia de água e aumento de produtividade por metro quadrado, o custo para instalar esse sistema em canteiros de produção é um dos maiores gargalos pois o sistema necessita de toda uma infraestrutura que por muitas vezes pequenos e médios produtores não conseguem realizar pelo alto custo financeiro, concentrando essa tecnologia somente em grandes produtores (Aranha, 2015).

Desta forma, surge a necessidade de empregar estudos para adaptar sistemas que se assemelham com o sistema de irrigação por alagamento e possibilite um maior acesso por parte de todos os produtores, sejam eles grandes, pequenos ou médios.

3. OBJETIVOS

Esse experimento teve como principal objetivo avaliar a viabilidade de uso de um sistema fertirrigado, estacionário, no cultivo e desenvolvimento de orquídeas *Phalaenopsis* em vaso. Também foram avaliados diferentes tipos de substratos (Fibra de coco lavada fina Agrolink®, moinha de carvão, Substrato Orquídea Vida Verde®, espuma de poliuretano e esfagno), ambos sem e com a adição de camada de drenagem de brita no fundo do vaso, e sua interação com a solução nutritiva.

4. METODOLOGIA

O experimento foi realizado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos localizado no campus de Araras, nos domínios do Grupo de Pesquisa e Estudos do Laboratório de Fisiologia Vegetal e Cultura de Tecidos.

Neste experimento foram avaliados a interação entre uma solução nutritiva elaborada com base nos informativos nutricionais disponibilizados pela empresa Anthura®, líder mundial na produção de variedades e tecnologias de *Phalaenopsis*, sendo utilizado substratos como: Fibra de coco lavada fina Agrolink®, moinha de carvão, Substrato Orquídea Vida Verde®, espuma de poliuretano e esfagno, ambos sem e com a adição de camada de drenagem de brita no fundo do vaso nos tratamentos. Foram avaliados nos diferentes tratamentos as alterações no pH e condutividade elétrica da solução nutritiva em contato com o substrato e sua influência no desenvolvimento da orquídea do gênero *Phalaenopsis*, com o propósito de encontrar uma alternativa de cultivo que possibilite produzir plantas vigorosas com menor consumo de água e fertilizantes, evitando-se o desperdício.

Para realização deste experimento foram utilizadas 50 mudas de orquídeas do gênero *Phalaenopsis*, com as plantas provenientes de cruzamento realizado pelo orientador Jean C. Cardoso), as mudas utilizadas tinham condições iniciais de comprimento em valores de 3 a 10 centímetros, largura em valores de 2 a 4 centímetros e diâmetro que variam de 8 a 18 centímetros. Todas as mudas tinham pelo menos 1 par de folhas além de possuírem presença de raiz verdadeira, aclimatizadas em substrato da marca comercial denominada de “Carolina Soil”. Cada muda foi plantada individualmente em um pote plástico com 15 cm de diâmetro de boca, de cor transparente, respeitando a organização do experimento de acordo com cada substrato de cada tratamento, sendo o total de plantas divididos em 10 tratamentos, onde cada tratamento continha um substrato sem ou com brita (variável analisada), com 5 repetições cada, totalizando 50 vasos no experimento.

Figura 1. 5 vasos/repetições referente ao tratamento 1 (Moinha de carvão sem dreno); 5 vasos/repetições referentes ao tratamento 2 (Esfagno sem dreno); 5 vasos/repetições do tratamento 3 (espuma de poliuretano sem dreno); 5 vasos/repetições do tratamento 4 (substrato orquídea vida verde®); 5 vasos/repetições do tratamento 5 (fibra de coco lavada fina agrolink®); 5 vasos/repetições do tratamento 6 (moinha de carvão + dreno com brita); 5 vasos/repetições do tratamento 7 (esfagno + dreno com brita); 5 vasos/ repetições do tratamento 8 (espuma de poliuretano + dreno com brita); 5 vasos/ repetições do tratamento 9 (substrato orquídea vida verde® + dreno com brita); 5 vasos/repetições do tratamento 10 (fibra de coco lavada fina agrolink® + dreno com brita), tratamentos localizados na estufa de aclimatização do Laboratório de Fisiologia Vegetal e Cultura de Tecidos da UFSCar - CCA - Araras.



Fonte. Autoria própria.

Para elaboração dos tratamentos foram utilizados os substratos de Fibra de coco lavada fina Agrolink®, moinha de carvão, Substrato Orquídea Vida Verde®, espuma de poliuretano e esfagno ambos sem e com a adição de camada de drenagem de brita no fundo do vaso. Primeiramente foi realizado o plantio das mudas em todos os potes, no total foram utilizados 50 potes de diâmetro 15, transparentes. Em cada vaso foi plantado 1 muda com seu respectivo substrato do tratamento. O plantio somente de muda + substrato foi realizado em 25 potes, os outros 25 foram adicionados uma camada de brita no fundo de cada pote com cerca de 10 centímetros de altura, posteriormente foi preenchido o restante do pote com o substrato respectivo do tratamento e a muda. Após feita toda organização dos tratamentos, todos foram identificados com uma plaquinha de plástico branca com identificação da repetição e do tratamento.

Posteriormente, cada pote plástico contendo a muda de *Phalaenopsis* foi inserida em um recipiente plástico de cor transparente com capacidade de 1L, esse recipiente foi utilizado visando adicionar uma solução nutritiva. A solução nutritiva calculada e elaborada a partir de informações sobre a exigência nutricional da *Phalaenopsis* disponibilizadas pela empresa Holandesa Anthura®, descritas na Tabela 2.

Tabela 2. Informações sobre exigência nutricional da *Phalaenopsis* disponibilizadas pela empresa Anthura®.

N	P	K	Ca	Mg	S
12-14 mmol/l	1.2 mmol/l	2.5 mmol/l	2.0 mmol/l	1.0 mmol/l	0.5 mmol/l
182 mg/l	43,2 mg/l	116,9 mg/l	64,15 mg/l	19,45 mg/l	17,7 mg/l

Fonte. Anthura® (2023).

Com base nas informações da tabela 2 foram realizados cálculos de balanço nutricional com produtos como, Nitrato de Cálcio, Nitrato de Potássio, Sulfato de Magnésio, Amônio e um mix de micronutrientes, chegando aos valores utilizados que são exemplificados na tabela 3.

Tabela 3. Produtos e quantidades utilizadas para elaboração da solução nutritiva.

Produto	Principal Nutriente fornecido	Quantidade e de produto g/L	Quantidade de produto mg/L	Quantidade utilizada de produto g	Litros de água utilizados
Nitrato de Cálcio	Ca + N	0,4795	479,5	9,59 g	20 L
Nitrato de Potássio	N + K	0,6595	659,5	13,19 g	20 L
Sulfato de Magnésio	Mg + N	0,2045	204,5	4,09 g	20 L
Amonio	N	0,277	277	5,54 g	20 L
Mix micronutrientes	Fe, Zn, B, Mo, Cu	0,025	25	0,5 g	20 L

Fonte. Autoria própria.

Os sais foram pesados e posteriormente diluídos em um balde com água com capacidade de 20 litros. O nitrato de cálcio e o nitrato de potássio eram diluídos em 2 litros de água separadamente e misturados depois para evitar precipitação.

Após a elaboração da solução nutritiva eram aferidos o pH e o CE da solução, mantendo o pH em valores entre 5 a 7 e a condutividade elétrica (CE) entre 1 à 1,6. Com o auxílio de uma proveta volumétrica, 200 ml da solução nutritiva preparada foi adicionada ao recipiente transparente com capacidade de 1 litro. As plantas já envasadas foram então inseridas nos recipientes já com a solução nutritiva, dando início a interação entre o substrato utilizado no tratamento e a solução nutritiva. A troca da solução nutritiva ocorreu com periodicidade de 20

a 30 dias, dependendo da absorção da planta e evaporação da solução. A troca da solução também foi realizada quando era notado valores abaixo de 50 ml de solução/recipiente.

Após verificar valores abaixo de 50 ml de algum tratamento, era elaborado novamente uma nova solução nutritiva com as quantidades descritas na tabela 3, respeitando os padrões de pH e CE já estabelecidos onde era inserido novamente nos recipientes 200 ml de solução.

4.1 Coleta de dados

A fim de estabelecer parâmetros e conhecimentos sobre os substratos utilizados nos tratamentos foi realizada análise do pH e da condutividade elétrica de cada substrato. Para realização da análise foram coletadas 2 alíquotas, com 1 litro de cada substrato. Posteriormente os substratos foram saturados com 2 litros de água deionizada, permanecendo 30 minutos sobre a solução. Após os 30 minutos, foram analisados o pH e condutividade elétrica da solução. Os dados foram anotados e armazenados em planilhas do programa Excel.

A coleta de dados foi realizada de forma semanal durante os meses de março, abril, maio, junho, julho, e quinzenalmente durante o período de agosto, setembro e outubro e mensalmente nos meses de dezembro e janeiro de 2022. Em toda coleta era utilizado uma proveta volumétrica de capacidade de 100 ml, onde media-se a quantidade de solução presente em cada tratamento. Após medir a quantidade, a solução era levada ao laboratório onde era aferida sua condutividade elétrica com o auxílio de um condutivímetro (Figura 2) e seu valor de pH. Os valores foram anotados em planilhas do Excel onde foram analisados estatisticamente.

Figura 2. Condutivímetro utilizado para análises de condutividade elétrica



Fonte: Akrom, 2023

Também foram realizadas coletas de comprimento, largura e diâmetro foliar com o auxílio de uma régua. As coletas ocorreram a cada 60 dias após a instalação do experimento. Ao todo foram realizadas 5 coletas e o principal objetivo era analisar e observar se haveria diferença no desenvolvimento vegetativo da planta em resposta aos diferentes tratamentos.

A fim de analisar a retenção e o tempo de perda de água dos substratos utilizados nos tratamentos, foi realizada a saturação dos substratos utilizados com cerca de 2 litros de água. Após serem saturados, foram pesados e mantidos estufa com temperatura e umidade controladas, condições semelhantes ao de cultivos de produção. Após a instalação dos substratos na estufa iniciou-se a coleta semanal de dados, sendo realizadas quatro coletas durante quatro semanas seguidas, até que todos os substratos perdessem totalmente a água e mantivessem uma estabilidade de peso. Os dados foram anotados em planilha Excel que posteriormente foram gerados gráficos e análises estatísticas.

Foram analisados também os teores de clorofila a e os teores de clorofila b com o auxílio do equipamento Clorofilog Falker. Os dados foram obtidos a partir de análises nas 5 repetições de cada tratamento e posteriormente foi tirado uma média.

4.2 Análise estatística

Os dados obtidos do experimento de interação de substratos com solução de fertirrigação no cultivo em vaso de orquídea *phalaenopsis* foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e suas médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, considerando 5% como nível de significância realizando o teste de Turkey. A análise foi submetida em fatorial duplo no software R.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análise do pH e Condutividade Elétrica dos substratos antes do início da interação substrato/ solução nutritiva.

De acordo com a tabela 4 é possível observar que os tratamentos com Moinha de Carvão e Moinha de Carvão + Dreno com Brita são os tratamentos com média de pH mais alta dentre todos, com valores acima de 8. Isso pode ser explicado pelo fato dos tratamentos conterem como principal substrato o carvão. Estudos realizados por Tavares (2010), comprovam que substratos com a presença do carvão possuem um valor de pH superior devido o carvão ser uma matéria sem atividade iônica em sua superfície que com o passar do tempo aumenta a superfície específica de suas partículas e faz a liberação de cinzas que contribuem para o aumento do pH. Dessa forma, os resultados obtidos em nosso trabalho com esse substrato são coerentes com os observados por Tavares (2010).

Os tratamentos com Substrato Orquídeas Vida Verde®, Fibra de coco fina lavada Agrolink® e o tratamento com Fibra de coco fina lavada Agrolink® + Brita são os substratos que apresentaram médias de pH nas faixas ideais de cultivo de *Phalaenopsis* que segundo Anthura (2023), se encontram entre os valores entre 5,5 à 6. Valores ideais de pH iniciais implicam na diminuição de manejos sobre os substratos antes do início do cultivo, uma vez que um substrato ao apresentar pH alto deve passar por manejos com condicionadores ácidos, e um substrato ao apresentar pH baixo (ácido) deve passar por manejos condicionadores alcalinos, sendo assim exigido uma mão de obra maior visando o manejo desses substratos em cultivos produtivos (Boaro, 2014).

Os valores de condutividade elétrica amostrados nos tratamentos antes do início da interação substrato/solução nutritiva evidenciam que os tratamentos com Fibra de coco lavada fina Agrolink® e o tratamento com Fibra de coco lavada fina Agrolink® + dreno com brita foram os tratamentos que apresentaram médias superiores aos demais ($> 0,6$ ds/cm de CE), onde provavelmente esses valores foram influenciados pela presença de fibra de coco que naturalmente já apresenta condutividade elétrica elevada à depender do seu preparo. Estudos realizados por Cruz (2020), exemplificam que a fibra de coco não lavada pode chegar a CE bem elevado, chegando até mesmo em valores como 1,88 ds/cm ou maiores, podendo ser prejudicial ao desenvolvimento da planta. E em casos de manejos inadequados pode ocasionar a queima de raízes e uma maior probabilidade a ocorrência de doenças radiculares ocasionadas por patógenos de solo (Lopes, 2005). Mesmo com médias de valores superiores de condutividade elétrica, o tratamento com Fibra de coco lavada fina Agrolink® e o tratamento com Fibra de

coco lavada fina Agrolink® + dreno com brita encontram-se em parâmetros adequados para o início do cultivo de *Phalaenopsis* pois permanecem com o seu CE inicial abaixo de 1,2 ds/cm, cujo é considerado o valor limite de condutividade elétrica para o cultivo dessas orquídeas (Floricultura, 2023).

Tabela 4. Avaliação de pH e CE dos substratos utilizados para o experimento, antes da instalação do experimento e adição da solução nutritiva.

Tratamentos	pH	pH	EC	EC	Média pH	Média EC
			ds/cm			
Moinha Carvão	8,35	8,24	0,35	0,39	8,295	0,37
Moinha de Carvão + dreno com brita	8,53	8,51	0,14	0,15	8,52	0,145
Esfagno	7,33	7,74	0,05	0,05	7,535	0,05
Esfagno + dreno com brita	7,24	7,15	0,08	0,09	7,195	0,085
Espuma de Poliuretano	8,17	7,74	0,01	0,01	7,955	0,01
Espuma de Poliuretano + dreno com brita	7,49	7,72	0,01	0,01	7,605	0,01
Substrato Orquídea Vida Verde®	6,07	5,98	0,05	0,05	6,025	0,05
Substrato Orquídea Vida Verde® + dreno com brita	6,68	7,9	0,04	0,03	7,29	0,035
Fibra de coco lavada fina Agrolink®	5,75	5,73	0,7	0,69	5,74	0,695
Fibra de coco lavada fina Agrolink® + dreno com brita	6,02	5,96	0,64	0,5	5,99	0,57

Fonte. Autoria própria

5.2 Análise da capacidade de retenção de água de cada substrato utilizado no experimento

Como é possível observar na tabela 5, os substratos esfagno e fibra de coco fina lavada são os que mais retém a umidade e permaneceram úmidos durante os 35 dias em comparação com os demais substratos. A retenção de umidade do substrato influencia diretamente sobre os cuidados no manejo de irrigação uma vez que substratos que secam rápido impactam em uma possível necessidade de maior frequência de irrigação para o cultivo de *Phalaenopsis*. É

possível observar que a espuma de poliuretano se manteve úmida durante sua primeira semana, posteriormente secou por completo durante os 35 dias, demonstrando que grande parte da solução é perdida por evaporação. Outro substrato que não se manteve úmido por 35 dias foi o substrato orquídeas Vida Verde®, baseado em casca de pinus, chips de coco e carvão.

A capacidade de retenção de água de cada substrato implica diretamente sobre o cuidado com o manejo de água em cada substrato. No experimento, os substratos que apresentaram maior capacidade de retenção de água foram a fibra de coco lavada fina da Agrolink® e o esfagno. Embora a espuma de poliuretano tenha apresentado boa capacidade de retenção de água (75%) a mesma apresenta secagem rápida em comparação com os demais substratos.

No caso da fibra de coco lava fina da Agrolink® sua alta capacidade de retenção de água pode estar relacionada com a presença de atributos físicos como sua porosidade, tamanho de suas partículas que colaboram para sua maior capacidade de retenção de água (Do Nascimento, 2021).

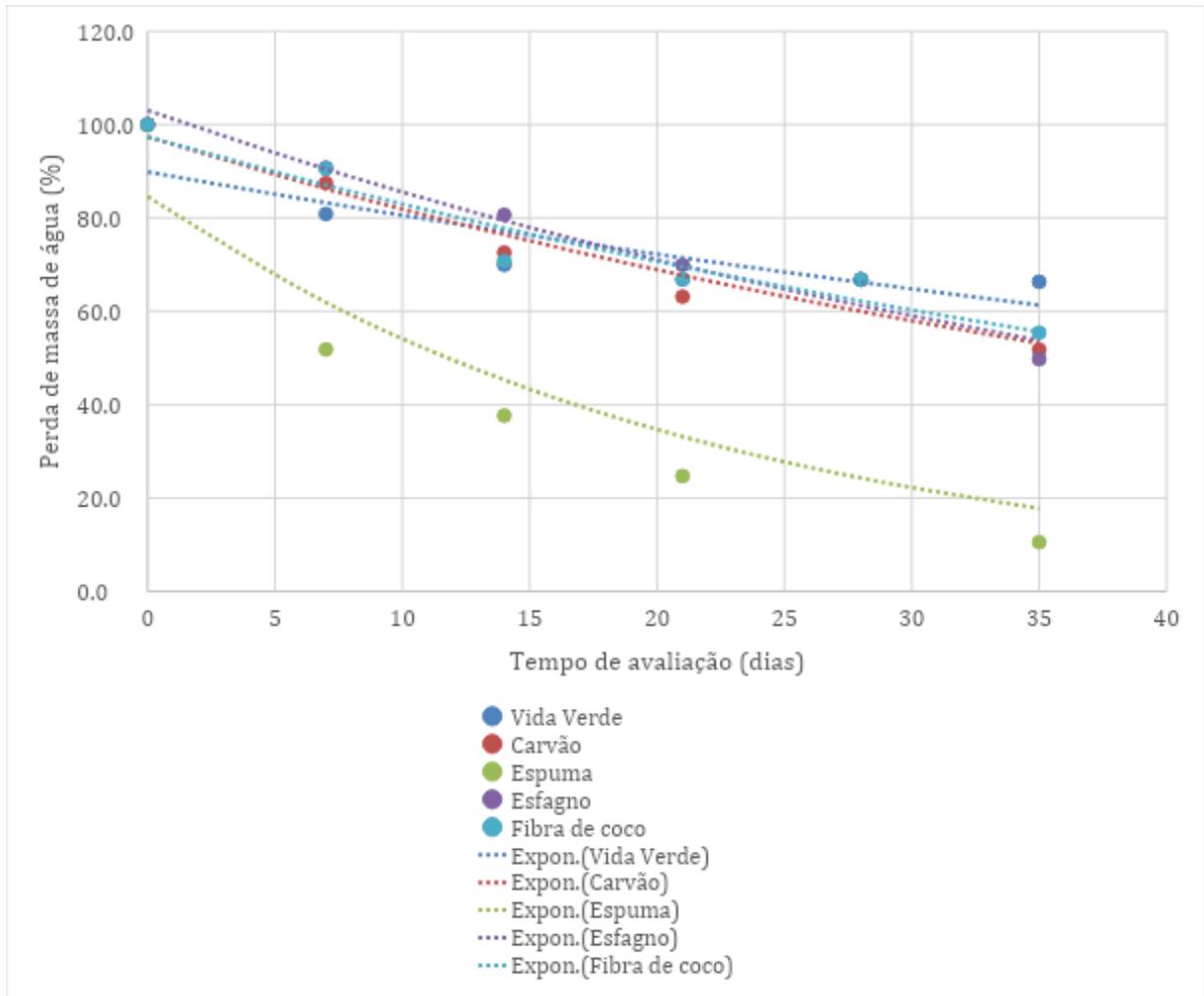
Somente os substratos fibra de coco lavada fina Agrolink® e o esfagno permaneceram na condição de “úmido”, mesmo após os 30 dias do processo de saturação, sendo que todos os demais apresentavam a condição ‘seca’.

Tabela 5. Capacidade de retenção de água, peso inicial, peso saturado, dados da coleta semanal durante 35 dias dos substratos utilizados no experimento.

Tipo de Substrato	Peso inicial (g)	Peso (g) saturado	Peso (g) após 7 dias	Peso (g) após 14 dias	Peso (g) após 21 dias	Peso (g) após 28 dias	Peso (g) após 35 dias	Capacidade de retenção de água (CRA)
Substrato Orquidea Vida Verde®	39	65,5	44	43	43	43	43	64,79%
		100%	67,17%	64,20%	64,20%	64,20%	64,20%	
Moinha de Carvão	32	85	74	62	54	48	43	65,99%
		100%	87,05%	72,90%	63,50%	56,47%	50,05%	
Espuma de poliuretano	5	80	43	31	21	15	8	29,5%
		100%	53,75%	38,75%	26,25%	18,75%	10%	
Esfagno	44	203	183	162	139	120	95	68,66%
		100%	90,14%	79,80%	68,47%	59,11%	46,79%	
Fibra de coco lavada fina Agrolink®	63	187	175	141	132	122	109	72,62%
		100%	93,59%	75,40%	70,58%	65,24%	58,28%	

Fonte. Autoria própria

Figura 3. Gráfico da perda de massa de água dos substratos utilizados no experimento ao longo de 35 dias, dados iniciais com peso saturado e os demais dados coletados durante os 35 dias, coletados semanalmente.



Fonte. Autoria própria.

5.3. Análise do pH da solução e o desenvolvimento da planta

Com base na coleta e análise dos dados realizada durante os 28 dias, é possível observar que os tratamentos com moinha de carvão e moinha de carvão + dreno com brita tiveram suas médias superiores aos demais tratamentos, sendo seu pH em valores maiores que 7, classificados em grupos diferentes dos demais. Esses resultados já eram esperados uma vez que o carvão possui características químicas que influenciam para o aumento do nível de pH quando libera na solução cinzas que fazem parte de sua composição (Tavares, 2010).

De acordo com Camargo et al (2017), valores de pH entre 5,5 a 6 são considerados os melhores valores para o desenvolvimento de um vegetal, isso é explicado pelo fato dos

nutrientes ficarem mais disponíveis para as plantas com o pH em valores entre 5 à 6,5 (Van raij, 2011).

A média do tratamento 4 (Substrato Orquídea Vida Verde®) pode ser considerada como inadequada para o cultivo de *Phalaenopsis*, tendo como base que o valor reportado de pH = 4,48 está em uma faixa inadequada de cultivo pois inviabiliza nutrientes como nitrogênio, fósforo, enxofre, boro, potássio, cálcio e magnésio (Van Raij, 2011).

Substratos com valores de pH abaixo de 5 tendem a proporcionar maior susceptibilidade da planta ao ataque de doenças como o *Fusarium* (Reis, Casa e Hoffmann, 2005), doença essa considerada de grande preocupação no cultivo de orquídeas *Phalaenopsis* (Floricultura, 2023).

Segundo as análises estatísticas, os tratamentos com o substrato orquídea Vida Verde, esfagno e espuma de poliuretano tiveram diferenças estatísticas entre seus valores no fator com e sem a presença da brita. É possível observar que a presença da brita ajudou o pH a manter-se no valor próximo ao pH inicial da solução (pH = 6.44) e nos casos onde houve ausência da brita o pH da solução caiu. No tratamento do substrato orquídea Vida Verde a falta da brita implicou em um pH ácido da solução (pH=4.48) que pode afetar diretamente o desenvolvimento da planta uma vez que valores como esse podem restringir a absorção de importantes nutrientes.

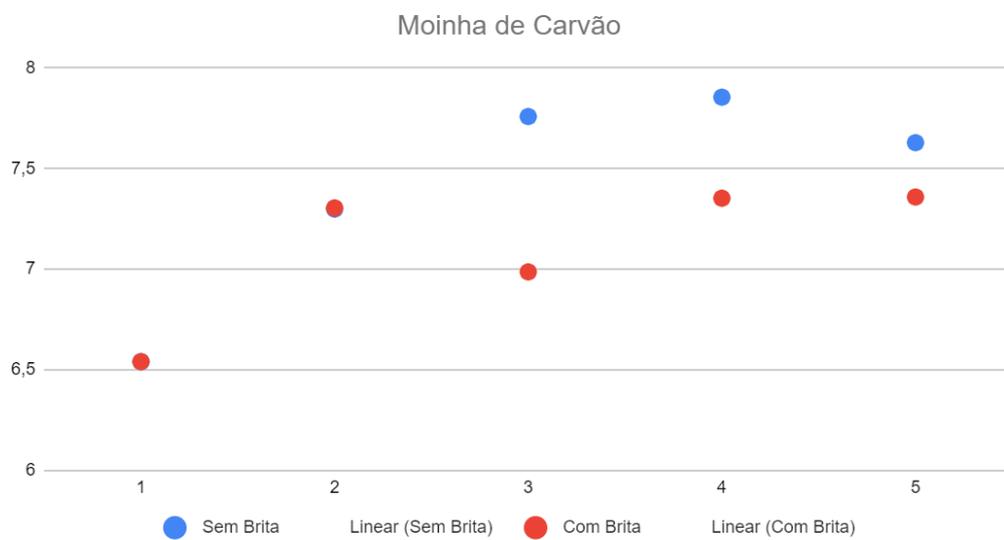
Tabela 6. Média do pH entre os tratamentos - Médias realizadas pelo software R utilizando o teste de Turkey

Tratamentos	Fator	pH Inicial	Médias
Moinha de carvão	Sem brita	6.44	7.62
	Com brita	6.44	7.24
Esfagno	Com brita	6.44	6.4375
	Sem brita	6.44	5.4775
Espuma de poliuretano	Com brita	6.44	6.415
	Sem brita	6.44	5.4975
Fibra de coco lavada fina Agrolink®	Com brita	6.44	6.345
	Sem brita	6.44	6.2225
Substrato Orquídea Vida Verde®	Com brita	6.44	5.75
	Sem brita	6.44	4.4825
F*	59.991		
CV%	5.36%		

Fonte. Autoria própria

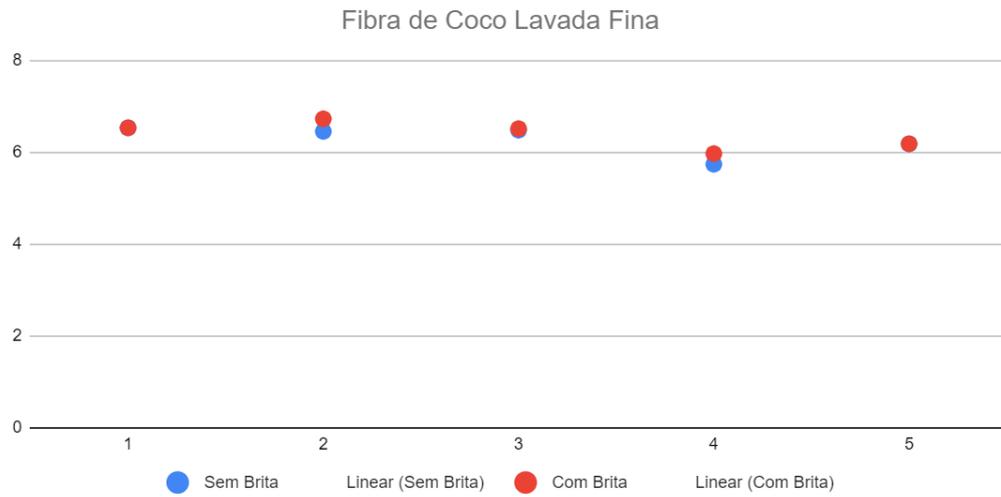
Nas figuras 4,5,6,7 e 8 é possível observar que em todos os tratamentos, exceto o tratamento com a moinha de carvão, a presença da brita em combinação com o substrato agregou para uma boa manutenção da curva dos valores de pH pois em contrapartida a falta da presença da brita afetou mais essas curvas na queda dos valores.

Figura 4. Gráfico de dispersão em pontos do pH dos tratamentos com moinha de carvão ao longo de 28 dias



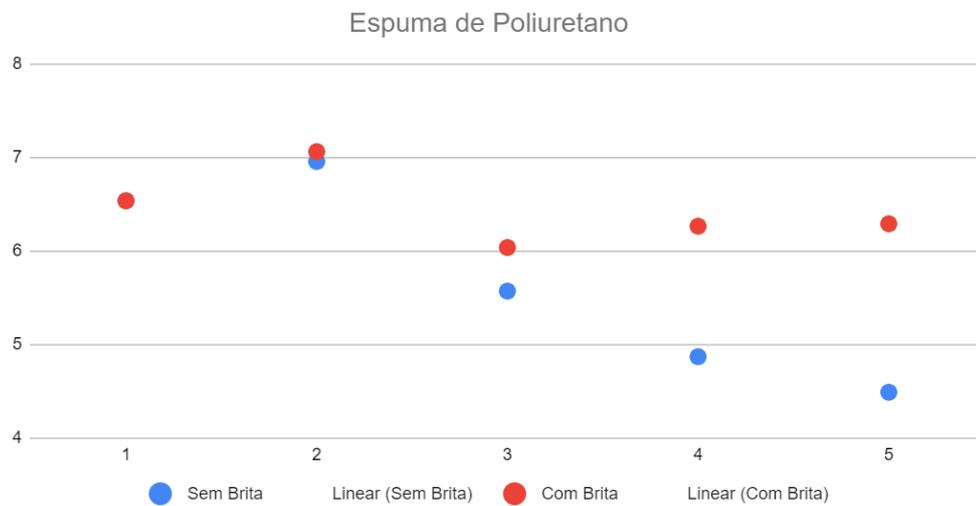
Fonte. Autoria própria

Figura 5. Figura 5- Gráfico de dispersão em pontos dos valores do pH dos tratamentos com Fibra de coco lavada fina Agrolink ao longo de 28 dias



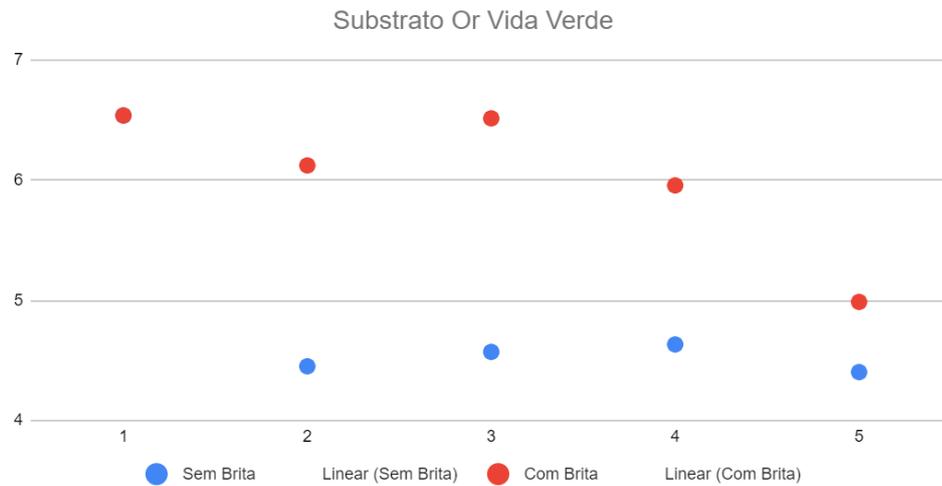
Fonte: Autoria própria

Figura 6. Gráfico de dispersão em pontos dos valores do pH dos tratamentos com Espuma de poliuretano ao longo de 28 dias



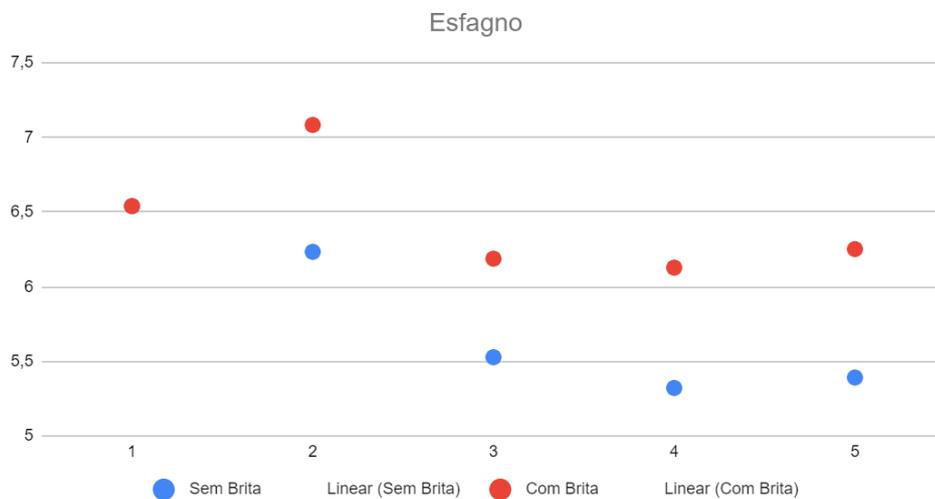
Fonte. Autoria própria

Figura 7. Gráfico de dispersão em pontos dos valores do pH dos tratamentos com substrato orquídea vida verde ao longo de 28 dias



Fonte. Autoria própria

Figura 8. Gráfico de dispersão em pontos dos valores do pH dos tratamentos com esfagno ao longo de 28 dias



Fonte. Autoria própria

5.4 Análise da condutividade elétrica da solução de cada tratamento

As tabelas 7 e 8 trazem a média dos valores de condutividade elétrica entre as soluções de cada tratamento. Como é possível observar, os tratamentos que tiveram suas médias inferiores entre os valores de 1 à 1.45 ds/cm foram os tratamentos com substrato orquídea vida verde®, substrato Orquídea Vida Verde® + dreno com brita, e o tratamento com fibra de coco lavada fina Agrolink sem brita. A mudança nos valores de condutividade elétrica, seja ele para

maior, menor ou igualitária ao valor da de condutividade elétrica inicial, reflete a interação entre o substrato e a solução nutritiva. Os valores de condutividade elétrica implicam na concentração de íons na solução, ou seja, nos tratamentos que tiveram queda no valor inicial de CE significa que os íons que se encontravam em solução ou foram absorvidos pelas plantas, sendo influenciados pelo potencial osmótico da solução com o substrato, ou adsorvidos no substrato dos tratamentos.

Nos casos em que houve o aumento ou a permanência do valor próximo ao inicial da CE da solução inicial (CE= 1,54 ds/cm) como é o caso dos tratamentos com moinha de carvão, moinha de carvão + dreno com brita, esfagno, espuma de poliuretano, fibra de coco lavada fina Agrolink® do tratamento com espuma de poliuretano, possivelmente tenha ocorrido uma troca e interação iônica entre o substrato e a solução nutritiva, onde foi liberado mais íons pelo próprio substrato na solução. Em relação aos tratamentos com espuma poliuretano, como a absorção foi muito pouca durante os 28 dias conforme mostrado na tabela 8, possivelmente o aumento da condutividade elétrica da solução tenha sido devido a planta não ter absorvido corretamente os íons presentes na solução.

Valores altos de CE em soluções nutritivas podem ocasionar prejuízos irreversíveis em *Phalaenopsis*, pois podem culminar na queima de raízes, deixando mais suscetível ao ataque de doenças radiculares, e também na absorção de nutrientes pois acometem alterações fisiológicas que podem levar a planta à morte devido a abertura estomática e na queda da eficiência fotossintética (Costa, 2001).

É possível observar que os tratamentos com a fibra de coco lavada fina da Agrolink tiveram diferenças significativas no valor da condutividade elétrica da solução nos fatores com e sem brita. Nos valores apresentados com brita, a condutividade elétrica da solução mostrou-se em um valor menor comparada com a condutividade elétrica da solução do tratamento sem brita. Isso pode ser explicado pelo fato do contato direto do substrato e solução que pode ocorrer liberação de íons presentes no substrato na solução, aumentando assim o valor de conectividade elétrica, uma vez que esse substrato tem a presença da fibra de coco que naturalmente já tem uma condutividade elétrica alta se não lavada corretamente.

Nos demais tratamentos, embora seja possível observar uma diferença de valor, segundo as análises estatísticas realizadas de acordo com o teste de Turkey não são valores que se diferenciam entre si.

Tabela 7. Média de CE dos tratamentos durante 28 dias em 4 coletas realizadas no mês de junho de 2022 - Médias realizadas pelo software R ao nível de 5% de probabilidade com teste de Turkey.

Tratamentos	Fator	EC Inicial	Médias
Esfagno	Sem brita	1.54	1.7025
	Com brita	1.54	1.6425
Espuma de poliuretano	Sem brita	1.54	1.5375
	Com brita	1.54	1.45
Fibra de coco lavada fina Agrolink®	Sem brita	1.54	1.5062
	Com brita	1.54	1.3275
Moinha de carvão	Sem brita	1.54	1.4475
	Com brita	1.54	1.4175
Substrato Orquídea Vida Verde®	Com brita	1.54	1.2975
	Sem brita	1.54	1.165
F*	5.16		
CV%	6.56		

Fonte. Autoria própria.

Tabela 8. Média de CE dos tratamentos durante os 28 dias do mês de agosto de 2022 - Médias realizadas pelo software R ao nível de 5% de probabilidade com o teste de Turkey.

Tratamentos	Fator	EC Inicial	Médias
Esfagno	Sem brita	1.54	1.6433
	Com brita	1.54	1.54
Espuma de poliuretano	Sem brita	1.54	1.6
	Com brita	1.54	1.53
Moinha de carvão	Sem brita	1.54	1.56
	Com brita	1.54	1.56
Fibra de coco lavada fina agrolink®	Com brita	1.54	1.47
	Sem brita	1.54	1.35
Substrato orquídea vida	Com brita	1.54	1.40
	Sem brita	1.54	1.22

verde®	
F*	20.77
CV%	4.86

Fonte. Autoria própria.

5.5 Análise da Absorção de água dos tratamentos

A tabela 9 e traz os valores de absorção da solução nutritiva pelos tratamentos ao longo de 28 dias. A tabela 8 mostra que os tratamentos com Fibra de coco Lavada fina Agrolink®, Substrato Orquídea Vida Verde®, Substrato Orquídea Vida Verde® + Brita, Espuma de poliuretano + Brita e Espuma de poliuretano tiveram diferenças estatísticas entre si, sendo visualizado a média de absorção ao longo dos 28 dias. Como é possível observar, os tratamentos cujo continham o substrato Orquídea Vida Verde e os outros dois tratamentos que continham espuma de poliuretano foram os que menos absorveram a solução nutritiva durante os 28 dias. Isso foi visualizado antes mesmo do início do experimento, na análise de saturação, onde a espuma de poliuretano secou praticamente 70% com 15 dias de avaliações.

Embora alguns tratamentos apresentem interações não significativas de substrato + brita como o esfagno, moinha de carvão, de acordo com os testes de Turkey os tratamentos com substrato de fibra de coco lavada fina Agrolink com combinação de brita no fundo dos vasos tiveram interação significativa do substrato+brita nos valores de médias de absorção de água em ml, em 7 dias menores comparados com os tratamentos sem a presença da brita, isso reflete que a presença da brita pode impactar em um menor processo de capilaridade da água a depender do substrato utilizado.

Tabela 9. Média de absorção de água dos tratamentos durante os 28 dias - Médias realizadas pelo software R ao nível de 5% de probabilidade com teste de Turkey.

Tratamentos	Fator	Médias ml/7 dias
Substrato de fibra de coco lavada fina agrolink®	Sem brita	36.75
	Com brita	30
Moinha de carvão	Com brita	32.75
	Sem brita	32
Esfagno	Sem brita	31.50
	Com brita	31.25

Substrato orquídea vida verde®	Sem brita	21.50
	Com brita	19
Espuma de poliuretano	Com brita	11.50
	Sem brita	10.75

Fonte. Autoria própria

5.6 Análise do desenvolvimento das *Phalaenopsis*

Em relação ao desenvolvimento das plantas, é imprescindível que a planta tenha disponibilidade da água e conseqüentemente dos nutrientes para seu crescimento e desenvolvimento (Raij, 2011), pois a falta dos mesmos pode impactar negativamente no desenvolvimento vegetativo. A tabela 10 mostra que o tratamento com esfago + dreno com brita obteve a melhor média em relação do diâmetro, número de folhas e largura da folha das *Phalaenopsis*, e o tratamento com Fibra de coco lavada fina agrolink® que teve as melhores médias também com o diâmetro das plantas e o comprimento das folhas. Já os tratamentos com substrato orquídea vida verde®, substrato orquídea vida verde® + brita, espuma de poliuretano + brita e espuma de poliuretano, foram os que tiveram as menores médias de diâmetro de planta dentre todos os outros, resultado esse que também pode estar correlacionado com o pH ácido nos tratamentos que continham substrato orquídea vida verde (tratamentos com e sem a camada de dreno com brita), uma vez que tiveram médias de pH abaixo de 5 sendo o pH um dos principais responsáveis pela disponibilidade de nutrientes para as plantas (Raij, 2011). O mal desenvolvimento das plantas nos tratamentos com espuma de poliuretano, substrato orquídea vida verde®, espuma de poliuretano + dreno com brita e substrato orquídea vida verde® + dreno com brita também devem estar correlacionados pela má condução do processo de capilaridade do substrato, pois a complexidade do acesso a água do substrato para a planta pode ocasionar a morte do vegetal.

De acordo com os testes de Turkey realizados no software R, os tratamentos com a presença da camada de brita no fundo dos vasos tiveram as melhores médias nas variáveis analisadas cujo foram número de folhas, comprimento, largura e diâmetro da planta. A camada de brita como dreno no fundo dos vasos para o cultivo de orquídeas pode ser uma boa combinação para o bom desenvolvimento de parte aérea das *phalaenopsis*, uma vez que possibilitam melhor aeração para as raízes, além de impactarem também em valores de condutividade elétrica, onde como foi visto acima no tópico 5.3 “Análise da condutividade

elétrica da solução de cada tratamento” onde os valores da condutividade elétrica nos tratamentos com a combinação de brita foram menores comparados com os valores sem a brita, sabendo que, a condutividade elétrica está correlacionada diretamente na concentração de íons na solução, ou seja, uma solução com valores altos de condutividade elétrica podem afetar o metabolismo das plantas.

Tabela 10. Análise estatística do desenvolvimento das Phalaenopsis. =TR1 – Moinha de carvão; TR2 – Esfagno; TR3- Espuma de poliuretano; TR4 – Substrato Orquídea Vida Verde®; TR5 – Fibra de coco lavada fina Agrolink®; TR6 – Moinha de carvão + dreno com brita; TR7 – Esfagno + dreno com brita; TR8 – Espuma de poliuretano + dreno com brita; TR9 – Substrato orquídea vida verde® + dreno com brita; TR10 –Fibra de coco lavada fina Agrolink® + dreno com brita

Tratamentos	Fator	Nº Folhas	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Diâmetro (cm)
Moinha de carvão	Sem brita	2,75	5,82	4,15	10,85
	Com brita	3,00	7,32	4,40	13,72
Esfagno	Sem brita	3,50	6,90	3,90	12,17
	Com brita	4,75	8,57	5,34	14,77
Espuma de poliuretano	Sem brita	2,00	5,85	3,22	10,52
	Com brita	2,50	6,62	5,92	10,67
Substrato Orquídea Vida Verde	Sem brita	3,00	5,37	3,52	9,57
	Com brita	3,50	6,80	4,05	11,62

Fibra de coco lavada fina Agrolink	Sem brita	3,00	6,00	3,90	11,37
	Com brita	3,75	9,15	5,20	14,82
ANOVA					
p-valor		1,22x10 ⁻⁶	8,69x10 ⁻⁴	5,51x10 ⁻⁴	5,47x10 ⁻³
C.V. (%)		15,48	16,51	18,08	16,58

Fonte. Autoria própria

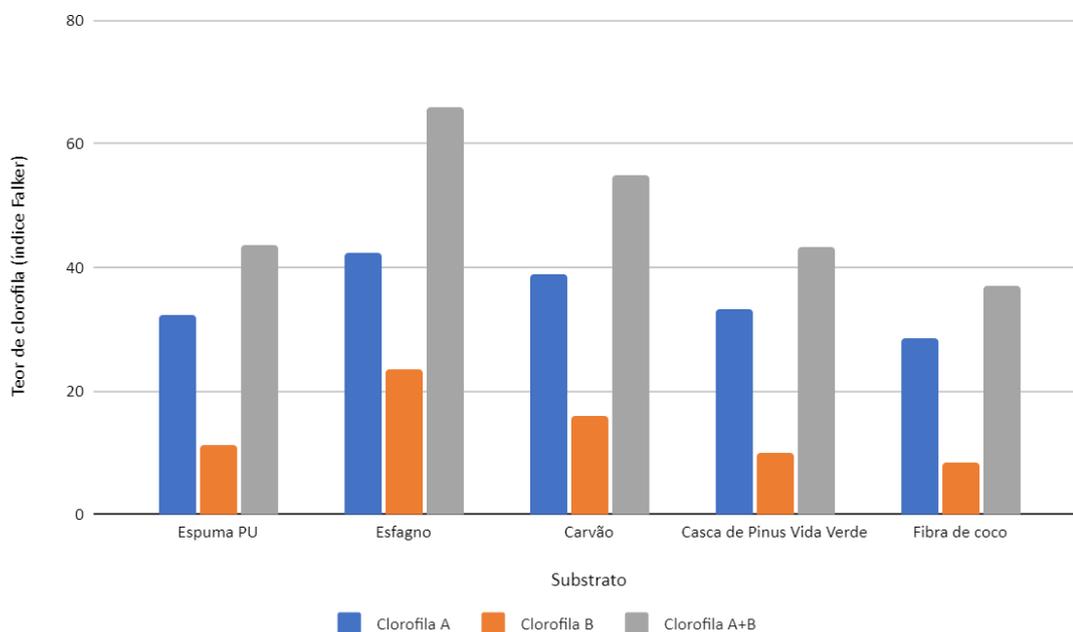
5.7 Análise do teor de clorofila de cada tratamento

Segundo Engel, Poggiani e Fábio (1991) a clorofila exerce um fator de importância remetido a eficiência fotossintética das plantas que conseqüentemente está ligado com o crescimento e o desenvolvimento dos vegetais nos ambientes que estão inseridos.

Os teores de clorofila refletem a eficiência em uma maior absorção de nitrogênio, um macronutriente extremamente importante para manter plantas vigorosas e saudáveis pois garante um melhor desenvolvimento de parte aérea, com coloração verde mais intensa nas folhas (Dos santos, 2015).

Conforme mostra a figura 10, embora não haja diferenças tão grandes entre os teores de clorofila “a” e “b” nas *Phalaenopsis* plantadas nos substratos dos tratamentos, é possível observar que no tratamento com o substrato esfagno foi onde teve maior índice no teor de clorofila “a”, “b” e “a+b”, podendo ser correlacionado com o bom desenvolvimento vegetativo que os tratamentos cujo tinham esfagno tiveram como é mostrado na tabela 10.

Figura 9. Análise do teor de clorofila das *Phalaenopsis* de acordo com o substrato dos tratamentos.



Fonte. Autoria própria.

5.8 Análise visual estética das *Phalaenopsis* de cada tratamento

De acordo com a visualização das imagens referente a cada tratamento, como mostra as figuras de 10 à 19 é possível visualizar que os tratamentos que com esfagno e carvão foram os tratamentos que mais chamaram atenção visual das plantas, com folhas de aspecto saudáveis, com coloração verde vivo. É possível observar nos tratamentos com espuma de poliuretano nas figuras 14 e figura 17 uma coloração roxa nas folhas, isso reflete a má absorção de água pelo substrato utilizado. Nos tratamentos com o substrato orquídea vida verde®, mostrados na figura 11 e figura 19 também há presença de uma coloração roxa nas folhas, podendo ser causada pelo valor ácido do pH da solução que ficou abaixo de 5 ou ainda pela má absorção de água do substrato orquídea vida verde onde a acidez está diretamente ligada com a toxicidade por alumínio.

Figura 10 – Tratamento 10 – Fibra de coco lavada fina Agrolink® com 5 repetições



Fonte. Autoria própria

Figura 11. Tratamento 4 – Substrato vida verde® com 5 repetições



Fonte. Autoria própria

Figura 12. Tratamento 6 – moinha de carvão + dreno com brita – 5 repetições



Fonte. Autoria própria

Figura 13. Tratamento 7 – Esfagno + dreno com brita – 5 repetições



Fonte. Autoria própria

Figura 14. Tratamento 8 – Espuma de poliuretano + dreno com brita



Fonte. Autoria própria

Figura 15. Tratamento 5 – Fibra de coco Lavada fina Agrolink® com 5 repetições.



Fonte. Autoria própria

Figura 16. Tratamento 1- Moinha de carvão com 5 repetições.



Fonte. Autoria própria

Figura 17. Tratamento 3 – Espuma de poliuretano com 5 repetições



Fonte. Autoria própria

Figura 18. Tratamento 2 – Esfagno com 5 repetições



Fonte. Autoria própria

Figura 19. Tratamento 9 – Substrato orquídea vida verde ® com 5 repetições



Fonte. Autoria própria

5.9 Análise da viabilidade de economia de água do sistema em comparação com sistema tradicional de microaspersão.

Como é de conhecimento, atualmente muitos produtores de flores estão utilizando sistemas de irrigação conhecidos como “inundação” em diversas produções de flores pelo estado de São Paulo (Aranha, 2015), embora o sistema mais utilizado na produção de flores, incluindo orquídeas seja a microaspersão que consiste na irrigação de água ou produtos químicos, como fertilizantes, diluídos em água, aplicados via aéreo, com a utilização de emissores que lançam gotículas de água parecido com aspecto de “chuva” sobre as plantas (Anthura, 2023).

Se tratando do sistema de irrigação por inundação, um de seus principais gargalos é o alto custo de implementação pois necessita de uma infraestrutura altamente tecnológica com a necessidade de uma mudança completa nos canteiros de produção pois passam a necessitar de todo um sistema de drenagem específico do sistema, com isso muitos produtores ainda não conseguem instalar esses sistemas.

Desta forma, esse trabalho final de graduação traz uma possibilidade de economia de água e implementação de um sistema mais acessível para os produtores (Jaguari TV, 2022).

Os 200 ml de solução nutritiva adicionados inicialmente no cultivo por recipiente tiveram a durabilidade de pelo menos 28 dias, ou seja, durante 28 dias a planta terá acesso a água e nutrientes, sem necessitar de irrigação adicional por outros métodos, como microaspersão ou gotejo.

Segundo Floricultura (2023), a cultura exige cerca de 15 Litros/m² de água semanais, ou seja, 60L/m² mensais.

Supondo uma bancada de 6x12m (36 m²) será gasto um total de 2.160 litros de água mensais para produzir cerca de 1.800 *Phalaenopsis*, pois de acordo com a Floricultura, em um m², de vaso pote 12 há cerca de 50 plantas.

No caso, se essas plantas recebessem os mesmos manejos utilizados no experimento, 200 ml por recipiente em cada vaso, seriam gastos cerca de 360 litros de água para produzir 1.800 *Phalaenopsis*, 360 litros de água que durariam 4 semanas nos recipientes, 1.800 litros de água à menos que o sistema tradicional, somente levando em consideração 1 bancada de 6x12m.

Trazendo para uma escala maior, em um sistema com 1 hectare (10.000 m²) de produção de *Phalaenopsis*, são necessários cerca de 600.000 litros de água mensais para produzir 500.000 *Phalaenopsis*.

No sistema explorado no trabalho final de graduação, para produção de 500.000 *Phalaenopsis* seriam necessários 100.000 litros de água mensais, ou seja, um valor 6 vezes menor que o sistema tradicional.

Além do benefício na diminuição de gasto com água, o sistema explorado no trabalho poderia acarretar na diminuição de gastos com fertilizantes uma vez que a água inserida nos recipientes já é elaborada com nutrientes para o desenvolvimento das plantas.

6. CONCLUSÃO

Os tratamentos com esfagno, moinha de carvão e fibra de coco lavada fina agrolink foram os tratamentos que apresentaram maiores médias semanais (ml) de absorção da solução nutritiva.

O tratamento com esfagno apresentou as melhores médias no desenvolvimento das *Phalaenopsis*, tendo o maior valor de diâmetro da planta em comparação com os outros tratamentos.

A presença da brita contribuiu para menores valores de condutividade elétrica da solução, principalmente no tratamento com fibra de coco lavada fina da agrolink.

Os tratamentos com a presença de brita no fundo do vaso tiveram melhores médias de comprimento, largura, número de folhas e diâmetro de planta, ou seja, a camada de brita possibilitou um melhor desenvolvimento da parte aérea do vegetal.

O pH ácido e a má absorção de água pelo substrato orquídea vida verde® sem e com a camada de brita, colaboraram para o mal desenvolvimento das *Phalaenopsis*.

A camada de brita presente nos tratamentos influenciou diretamente na absorção de solução nutritiva e no processo de capilaridade, onde os tratamentos com a presença de brita tiveram absorção da solução nutritiva menor, podendo ser uma alternativa para um melhor consumo de água/solução nutritiva em larga escala de produção.

A má absorção de água pelo processo de capilaridade entre o substrato e a solução nutritiva dos tratamentos com espuma de poliuretano influenciaram negativamente no desenvolvimento das *Phalaenopsis*.

O sistema implementado no trabalho final de graduação poderia ser uma alternativa para pequenos, médios e grandes produtores no cultivo de orquídeas *Phalaenopsis*, visando plantas vistosas e uma produção com maior sustentabilidade no uso racional da água e fertilizantes, uma vez que o gasto com água é seis vezes menor comparado com sistemas tradicionais como de microaspersão.

Ainda, os estudos sobre a interação de substratos e soluções nutritivas para o cultivo de *Phalaenopsis* são escassos, principalmente no Brasil. É necessários maiores estudos com embasamentos científicos para proporcionar melhorias e alternativas no setor produtivo de orquídeas, atrelando a qualidade e sustentabilidade no uso de recursos hídricos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKI, AUGUSTO; PEROSA, JOSÉ MATHEUS YALETI. Aspectos da produção e consumo de flores e plantas ornamentais no Brasil. **Ornamental Horticulture**, v. 8, n. 1, 2002.

AMARAL, Tátilla Lima do et al. Adubação de orquídeas em substratos com fibra de coco. **Ciência e agrotecnologia**, v. 34, p. 11-19, 2010.

ANEFALOS, Lilian Cristina; GUILHOTO, Joaquim JM. **Estrutura do mercado brasileiro de flores e plantas ornamentais**. 2003.

ANTHURA. **Cultivation Guide**. Holanda: IMAC, 2023.

ARANHA, Carla. Em Holambra, produtor aposta em tecnologia para irrigar vasos. 2015. Disponível em: <<https://globorural.globo.com/amp/Tecnologia-no-Campo/noticia/2015/09/em-holambra-produtor-aposta-na-tecnologia-para-irrigar-vasos.html>>. Acesso em: 12 mar. 2023.

BARRETO, Carlos Vinicius Garcia; TESTEZLAF, Roberto; SALVADOR, Conan Ayade. Ascensão capilar de água em substratos de coco e de pinus. *Bragantia*, v. 71, p. 385-399, 2012.

BOARO, Vinicius et al. Enxofre elementar no manejo do pH de substrato orgânico alcalino. **Ciência Rural**, v. 44, p. 2111-2117, 2014.

BRAGA, Pedro Ivo Soares. **Aspectos biológicos das Orchidaceae de uma campina da Amazônia Central**. *Acta Amazonica*, v. 7, p. 5-89, 1977.

CALABONI, Cristiane. **Utilização de malhas coloridas em cultivo protegido no desenvolvimento de duas espécies de helicônias em vaso**. 2014. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

CAMARGO, Paulo Roberto de. **Orquídeas**. Piracicaba: Série produtor Rural, 2017. 185 p.

COSTA, J. Miguel et al. Propagação e produção de flores e plantas ornamentais em Portugal: situação e estratégias para a competitividade. **Actas de Horticultura**, v. 68, p. 9-14, 2014.

COSTA, Paulo César et al. Condutividade elétrica da solução nutritiva e produção de alface em hidroponia. **Scientia Agricola**, v. 58, p. 595-597, 2001

CRUZ, André Luiz Ribeiro et al. Caracterização de substratos experimentais com diferentes proporções de fibra de coco granulada e vermiculita texturizada. **Cadernos de Agroecologia**, v. 15, n. 1, 2020.

DE PAULA, Jean Carlo Baudraz et al. Fertilizante de liberação controlada no crescimento inicial da orquídea *Phalaenopsis* sp. **Revista Cultura Agronômica**, v. 29, n. 2, p. 289-299, 2020

DOS SANTOS, Patrick Luan Ferreira; DE CASTILHO, Regina Maria Monteiro. Relação entre teor de clorofila e nitrogênio foliar em grama esmeralda cultivada em substratos. 2015.

EMBRAPA. **O desafio do uso da água na agricultura brasileira**. 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agua-na-agricultura?p_p_id=101_INSTANCE_PyyzPcQqL39a&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-3&p_p_col_pos=2&p_p_col_count=3&_101_INSTANCE_PyyzPcQqL39a_delta=10&_101_INSTANCE_PyyzPcQqL39a_keywords=&_101_INSTANCE_PyyzPcQqL39a_advancedSearch=false&_101_INSTANCE_PyyzPcQqL39a_andOperator=true&p_r_p_564233524_resetCur=false&_101_INSTANCE_PyyzPcQqL39a_cur=7>. Acesso em: 12 mar. 2023.

ENGEL, V. L.; POGGIANI, FÁBIO. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais nativas. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 3, n. 1, p. 39-45, 1991.

FAQUIN, Valdemar. **Nutrição mineral de plantas**. 2005.

FARIA, Ricardo Tadeu de; COLOMBO, Ronan Carlos. *Oncidium*: a orquídea em expansão no cenário florícola. **Horticultura Brasileira**, v. 33, p. 533-533, 2015.

FERREIRA, Rildo Mourao; RIBEIRO, Sânia Marizete Alves. **ESCASSEZ DE ÁGUA NO BRASIL COMO CONSEQUÊNCIA DO AGRONEGÓCIO**. SÉCULO XXI EM DIREITO E CIÊNCIAS JURÍDICAS, p. 90, 2022.

FLORICULTURA. **Phalaenopsis planta de vaso**. 2023. Disponível em: <https://www.floricultura.com/media/3939/phalaenopsis-planta-de-vaso_ptbr.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2023.

FREITAS, Gilson Araújo de et al. Produção de mudas de alface em função de diferentes combinações de substratos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, p. 159-166, 2013.

FREULER, María Julia. **Orquídeas**. Editorial Albatros, 2008.

HOFFMANN, Alexandre; JOSÉ, FACCINELLO C.; ALVERIDES, SANTOS M. Enraizamento de estacas de duas cultivares de mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade) em diferentes substratos. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 1, n. 1, 1995.

HSU, Chia-Chi; CHEN, Hong-Hwa; CHEN, Wen-Huei. Phalaenopsis. **Ornamental Crops**, p. 567-625, 2018.

HWANG, Seung Jae; JEONG, Byoung Ryong. Growth of Phalaenopsis plants in five different potting media. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, v. 76, n. 4, p. 319-326, 2007.

IBRAFLOR. **Mapeamento e quantificação da cadeia de flores e plantas ornamentais do Brasil**. 2023. Disponível em: <<https://www.ibraflor.com.br/numeros-setor>>. Acesso em: 12 mar. 2023.

JAGUARI, TV. Setor de flores se prepara para estiagem com investimentos em captação de água. 2022. Disponível em: <<https://tvjaguari.com.br/setor-de-flores-se-prepara-para-estiagem-com-investimentos-em-captacao-de-agua-52122/>>. Acesso em: 12 mar. 2023.

JUNQUEIRA, Antonio Hélio; DA SILVA PEETZ, Márcia. Mercado interno para os produtos da floricultura brasileira: características, tendências e importância sócio-econômica recente. **Ornamental Horticulture**, v. 14, n. 1, 2008

KLEIN, Claudia. UTILIZAÇÃO DE SUBSTRATOS ALTERNATIVOS PARA PRODUÇÃO DE MUDAS ¹. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 4, p. 43-63, 2015.

LOPES, Carlos Alberto et al. Doenças do tomateiro. 2005.

MACEDO, Marichel C. et al. Substratos e intensidades de luz no cultivo de orquídea denfal. **Horticultura brasileira**, v. 29, p. 168-173, 2011.

MARQUES, RW da C.; CASTRO FILHO, J. V. **Avaliação da sazonalidade do mercado de flores e plantas ornamentais no Estado de São Paulo**. Piracicaba, SP: ESALQ/USP, v. 114, 2002.

MEZZALIRA, Fernanda Kelly; KUHN, Betty Cristiane. O prestígio da família Orchidaceae para o mundo: artigo de revisão. **Revista Pleiade**, v. 13, n. 29, p. 58-68, 2019.

MEZZALIRA, Fernanda Kelly; KUHN, Betty Cristiane. O prestígio da família Orchidaceae para o mundo: artigo de revisão. **Revista Pleiade**, v. 13, n. 29, p. 58-68, 2019.

MINAMIGUCHI, Joice Yuri; NETO, Nelson Barbosa Machado. **EMBRIOGÊNESE SOMÁTICA DIRETA EM FOLHAS DE PHALAENOPSIS: ORCHIDACEAE**. In: Colloquium Agrariae. ISSN: 1809-8215. 2007. p. 07-13.

NICOLAU, Paula Bacelar. **Observe as raízes das suas orquídeas**. Lusorquídeas, v. 10, n. 3, p. 99-103, 2018.

OLIVEIRA, Cláudia Brum et al. A cadeia produtiva de flores e plantas ornamentais no Brasil: uma revisão sobre o segmento. **Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo**, v. 6, n. 2, p. 180-200, 2021.

OLIVEIRA, Cláudia Brum et al. A cadeia produtiva de flores e plantas ornamentais no Brasil: uma revisão sobre o segmento. **Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo**, v. 6, n. 2, p. 180-200, 2021.

PANSARIN, Emerson Ricardo; PANSARIN, Ludmila Mickeliunas. **A família Orchidaceae na Serra do Japi, São Paulo**, Brasil. Rodriguésia, v. 59, p. 99-111, 2008.

REIS, Erlei M.; CASA, Ricardo T.; HOFFMANN, Laércio L. **Controle cultural de doenças radiculares. Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais**, p. 279, 2005.

SORGATO, José C. et al. Luminosidade e imersão em água na aclimatização intermediária de *Dendrobium phalaenopsis*. **Horticultura Brasileira**, v. 34, p. 80-85, 2016.

SOUSA, Eliana Maria Rocha. **Fungos causadores de doenças em orquídeas**. 2013.

STANCATO, Giulio Cesare; BEMELMANS, Paul Frans; VEGRO, Celso Celso Luis Rodrigues. Produção de mudas de Orquídeas a partir de sementes in vitro e sua viabilidade econômica: estudo de caso. **Ornamental Horticulture**, v. 7, n. 1, 2001.

STANCATO, Giulio Cesare; CESARINO, Fabiano. Longevidade e durabilidade de flores de *Laelia purpurata* Lindl.(Orchidaceae). **Ornamental Horticulture**, v. 6, n. 1, 2000.

SUZUKI, Rogério Mamoru. **Breve análise sobre o comércio exterior de orquídeas no Brasil**. 21ª Reunião Anual do Instituto de Botânica, p. 1-4, 2014.

TOMASELLI, Anderson Jader. **Diagnóstico da cadeia produtiva de flores e plantas ornamentais na região de Holambra**, São Paulo. 2008

VAN RAIJ, Bernardo. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. International Plant Nutrition Institute, 2011.

VEILING. COOPERADOS. 2023. Disponível em: <<https://veiling.com.br/cooperados/>>. Acesso em: 12 mar. 2023.

VILAR, Luana Pinto et al. **Levantamento e diagnóstico das principais doenças que ocorrem em orquídeas (Orchidaceae) provenientes das regiões de Campina Grande e brejo paraibano**. 2016.

TAVARES, Tiago Rodrigues et al. Composto orgânico e pó de carvão vegetal: o enxofre elementar para redução do pH. In: **XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**. 2010. p. 1-4.