

Desempenho de *Dendrobium nobile* Lindl. adubado com bokashi e torta de mamona**Performance of *Dendrobium nobile* Lindl. fertilized with Bokashi and Castor Cake**

Jean Carlo Baudraz de PAULA¹; Walter Aparecido Ribeiro JÚNIOR²; Kauê Alexandre Monteiro de MORAES³; Gabriel Danilo SHIMIZU⁴; Ricardo Tadeu de FARIA⁵

¹ Autor para correspondência, Mestre em Agronomia, Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Agronomia, Laboratório de Fitotecnia, e-mail: jc_baudraz@live.com

² Mestre em Agronomia, Universidade Estadual de Londrina, e-mail: junior_agro40@hotmail.com

³ Graduando em Agronomia, Universidade Estadual de Londrina, e-mail: kauwmonteiro@gmail.com

⁴ Mestre em Agronomia, Universidade Estadual de Londrina, e-mail: shimizu@uel.br

⁵ Doutor em Agronomia, Universidade Estadual de Londrina, e-mail: faria@uel.br

Recebido em: 25-10-2022; Aceito em: 27-10-2025

Resumo

A espécie *Dendrobium nobile* Lindl. e seus híbridos são amplamente cultivados e comercializados no Brasil, porém poucos são os estudos em relação à fertilização orgânica desta orquídea. O objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência de bokashi e da torta de mamona no crescimento da orquídea epífita *D. nobile*. Os fertilizantes bokashi e torta de mamona foram adicionados sobre a superfície do substrato nas seguintes doses: 0, 1, 2, 3, 4, 5 e 6 g vaso⁻¹, além do controle com adubação mineral (NPK). O delineamento foi inteiramente casualizado com cinco repetições por tratamento. O uso do bokashi resultou em ajustes quadráticos, com reduções das variáveis fitométricas na maior dose. Para as variáveis massa seca de folhas, pseudobulbos e raízes, as doses de máxima eficiência estimada foram 5,31, 5,48 e 4,03 g vaso⁻¹ de bokashi, respectivamente. A adubação com torta de mamona foi superior em relação ao bokashi, não sendo observada nenhuma redução das variáveis. Além disso, o uso da torta de mamona resultou em incrementos lineares de clorofila *b* e carotenoides. O aumento nas doses de torta de mamona resultou em elevação menos acentuada da condutividade elétrica e manteve o pH do substrato mais alcalino em comparação com o bokashi. A adubação com doses entre 3,5 a 5,0 g vaso⁻¹ de bokashi e 4,0 a 6,0 g vaso⁻¹ de torta de mamona são recomendadas no crescimento da orquídea epífita *D. nobile*. Nestas doses, bokashi e torta de mamona foram superiores a adubação mineral com NPK.

Palavras-chave adicionais: fertilização orgânica; nutrição; orchidaceae; planta ornamental.

Abstract

The species *Dendrobium nobile* Lindl. and its hybrids are widely cultivated and commercialized in Brazil, but there are few studies regarding the organic fertilization of this orchid. The objective of this work was to evaluate the efficiency of bokashi and castor bean cake on the growth of the orchid epiphyte *D. nobile*. Bokashi fertilizers and castor bean cake were added to the substrate surface at the following doses: 0, 1, 2, 3, 4, 5 and 6 g pot⁻¹, in addition to the control with mineral fertilization (NPK). The design was completely randomized with five replications per treatment. The use of bokashi resulted in quadratic adjustments, with reductions in phytometric variables at the highest dose. For the variables dry mass of leaves, pseudobulbs and roots, the doses of maximum estimated efficiency were 5.31, 5.48 and 4.03 g pot⁻¹ of bokashi, respectively. Fertilization with castor bean cake was superior to the other fertilization treatments, with no reductions observed in any of the variables. In addition, this organic amendment promoted linear increases in chlorophyll *b* and carotenoids. The increase in the doses of castor bean cake resulted in a smaller increase in electrical conductivity and kept the substrate pH more alkaline compared to bokashi. Fertilization with doses between 3.5 and 5.0 g pot⁻¹ of bokashi and 4.0 and 6.0 g pot⁻¹ of castor cake are recommended for the growth of epiphyte *D. nobile* orchid. At these doses, bokashi and castor bean cake were superior to mineral fertilization with NPK.

Additional keywords: nutrition. orchidaceae. organic fertilization, ornamental plant.

Introdução

A família Orchidaceae é uma das maiores famílias de plantas existentes, com 758 gêneros e 31480 espécies (WFO, 2025), o que representa de 8 a 10% de todas as espécies com sementes, distribuídas praticamente em todo o planeta, exceto nos polos e regiões desérticas (Cantuária et al., 2021). Para o Brasil, são citados 247 gêneros, entre eles o gênero *Dendrobium*, que desperta grande interesse devido à sua ampla distribuição geográfica, ocorrência em diferentes habitats e, principalmente, ao elevado valor florístico de seus híbridos (Adhikari et al., 2021; Re flora, 2025).

Uma espécie em destaque é a orquídea *Dendrobium nobile* Lindl., conhecida no Brasil como “olho de boneca”, uma orquídea herbácea, epífita, perene, originária da China e Himalaia, amplamente cultivada e comercializada no Brasil pela variedade de cores e grande número de flores por planta (Rosa et al., 2014).

A produção comercial de plantas ornamentais é extremamente dependente de qualidade e padronização, aspectos influenciados por uma boa nutrição. Contudo, no Brasil, os fertilizantes disponíveis não foram desenvolvidos considerando as especificidades das várias espécies e seus estádios de desenvolvimento, podendo acarretar na redução da qualidade final e aumento dos custos de produção (Neto et al., 2015).

A carência de trabalhos relacionados às demandas nutricionais das orquídeas resulta em fertilizações embasadas em experiências práticas, que nem sempre atendem as exigências das diferentes espécies (Hoshino et al., 2016). De maneira geral, as orquídeas apresentam crescimento lento, porém a limitação nutricional pode prolongar ainda mais o tempo de cultivo, destacando-se assim, a importância de estudos em fertilização das diversas espécies comerciais de orquídeas (Alves et al., 2017).

A maioria dos trabalhos relacionados à fertilização em orquídeas utilizam formulações NPK, as quais negligenciam os demais macro e micronutrientes. Por sua vez, a fertilização orgânica apresenta grande diversidade de nutrientes, devido às variadas composições, as quais são disponibilizados gradualmente. Além disso, as adubações orgânicas aumentam a atividade biológica, o que proporciona melhoras nas propriedades físicas do substrato, sendo também ecológicas por serem provenientes do aproveitamento de resíduos (Demartelaere et al., 2020; Biswas et al., 2021).

Dentre os fertilizantes orgânicos utilizados em orquídeas destacam-se o bokashi e a torta de mamona. O primeiro é um composto fermentado por microrganismos benéficos, que atua melhorando a fertilidade natural e a absorção de nutrientes pelas plantas (Kruker et al., 2023). A torta de mamona é o principal subproduto da extração de óleo, apresentando altos teores de nitrogênio, potássio e fósforo, sendo seu uso recomendado em diversos manuais práticos de cultivo de orquídeas (Hoshino et al., 2016).

Tais produtos citados, embora empiricamente recomendados, não possuem relatos na literatura sobre suas dosagens no cultivo para o crescimento de *Dendrobium nobile*. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência de bokashi e da torta de mamona no crescimento da orquídea epífita *D. nobile*.

Material e métodos

O experimento foi realizado no Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Londrina - UEL (23°23'S; 51°11'W; 566 m de altitude) e conduzido em casa de vegetação climatizada (modelo Van der Hoeven®), coberta com placas de policarbonato transparente e difusor, com retenção luminosa de 50%,

através de tela de sombreamento Aluminet® e temperatura controlada de $28^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ pelo sistema humid cold. A irrigação foi manual, adicionando uma lâmina de água diária de 6 mm, no período da manhã.

Plantas clonadas de *Dendrobium nobile* Lindl. foram obtidas por propagação *in vitro*, aclimatizadas em bandejas de isopor e, após seis meses *ex vitro*, transplantadas para vasos plásticos. A altura média das plantas, no início do experimento, foi de $7,0 \pm 1,0\text{cm}$ e o experimento conduzido entre dezembro de 2016 a dezembro de 2017.

Vasos plásticos de dimensões $7,5 \times 10,5 \times 7,5\text{cm}$ (altura, diâmetro superior e inferior) e volume de 415 mL, foram preenchidos com substrato, composto de uma mistura de casca de pinus e carvão vegetal, peneirado entre as peneiras de malha 1,5 e 0,5 cm, e misturados em proporções iguais (1:1). No fundo de cada vaso foi adicionada uma camada de fragmentos cerâmicos para facilitar a drenagem.

Os fertilizantes, bokashi (BOK) e torta de mamona (TM), foram adicionados individualmente nas seguintes doses: 1, 2, 3, 4, 5 e 6 g vaso⁻¹, e como controle foram utilizadas plantas não fertilizadas e plantas adubadas somente com fertilização mineral (NPK). O BOK e a TM, utilizados no experimento, foram os fertilizantes comerciais: Bio bokashi® farelado (Ophicina orgânica fertilizantes, Atibaia-SP) e torta de mamona da VitaPlan® (Nutriplan, Cascavel-PR).

Os fertilizantes orgânicos foram aplicados sobre o substrato de forma homogênea em intervalos de 90 dias na quantidade descrita para cada tratamento. O fertilizante mineral NPK, composto de ureia, fosfato monoamônico e cloreto de potássio (1:1:1), foi diluído na concentração de 3 g L⁻¹, aplicado quinzenalmente na quantidade de 50 mL por vaso.

Após um ano, as plantas foram removidas do substrato e lavadas em água corrente para as avaliações das seguintes variáveis: massa seca das folhas (MSF), pseudobulbos (MSPB) e raízes (MSR); comprimento da parte aérea (CPA); diâmetro (DPB) e número de pseudobulbos (NPB); número de folhas por pseudobulbo (NFPB); número de brotos (NB), “keikis” (NK) e folhas (NF); área foliar total (AF); além da determinação dos teores de clorofila *a*, *b* e carotenoides. Além desses parâmetros, o pH e condutividade elétrica (CE) dos substratos também foram avaliados.

A massa seca foi determinada pela secagem dos tecidos em estufa, com ventilação forçada de ar à temperatura de $65 \pm 3^{\circ}\text{C}$, até obtenção de massa constante, cerca de uma semana. Após a secagem os tecidos foram pesados em balança semianalítica com precisão de 0,001 g (Monteiro et al., 2024a).

O comprimento da parte aérea foi mensurado a partir da base do pseudobulbo até o ápice do maior pseudobulbo com o auxílio de uma régua graduada em centímetros. O diâmetro do pseudobulbo foi obtido com o auxílio de um paquímetro, aferindo-se o maior diâmetro no maior pseudobulbo (Monteiro et al., 2024b).

O número de pseudobulbos, brotos, “keikis” e folhas foram determinados por contagem. Os brotos são caracterizados pela presença de gema apical, que indica pseudobulbos em crescimento ainda não completamente formados. Os “keikis” são brotações aéreas oriundas de gemas do pseudobulbo. O número de folhas por pseudobulbo foi obtido pela razão entre número de folhas e número de pseudobulbos.

A área foliar foi mensurada por análise de imagem. As folhas foram destacadas dos pseudobulbos e dispostas sobre uma superfície lisa com coloração homogênea e posteriormente fotografadas junto a uma referência de área conhecida com coloração contrastante. A determinação da área foliar foi realizada pelo processamento destas imagens no programa SisCob.

Para a determinação dos teores de clorofila (*a* e *b*) e de carotenoides, seguiu-se a metodologia descrita por Whitham et al. (1971). Os tecidos frescos de folhas foram pesados (0,2 g), macerados em nitrogênio líquido e, posteriormente, transferidos para um tubo contendo acetona (100%). Após uma semana os extratos foram centrifugados, coletando o sobrenadante para as leituras da absorbância (*A*) em espectrofotômetro nos comprimentos de 663, 645 e 434 nm para os teores de clorofila *a*, *b* e carotenoides, respectivamente. Os teores foram calculados através das seguintes equações: clorofila *a* = $(11,24 \times A_{663} - 2,04 \times A_{645})$; clorofila *b* = $(20,13 \times A_{645} - 4,19 \times A_{663})$; e carotenoides = $(1000 \times A_{434} - 1,90 \text{ clorofila } a - 63,14 \text{ clorofila } b) / 214$.

O pH e a condutividade elétrica dos substratos foram determinados seguindo metodologia descrita por (Abreu et al., 2007), pelo método de extração de substrato e água deionizada (1v:5v), e a leitura realizada com o auxílio de um pHmetro e condutímetro portátil.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com cinco repetições por tratamento. Os dados foram submetidos à análise de normalidade e homogeneidade de variância através dos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett respectivamente, e posteriormente submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade de erro.

As variáveis que apresentaram diferenças significativas foram submetidas à análise de regressão polinomial e ajuste não linear de Mitscherlich, através do comando *nls*, pelo método iterativo de Gauss-Newton utilizando como parâmetros iniciais as estimativas da curva linearizada dos valores observados. Os dados foram processados utilizando o software R, pacote *AgroR*, considerando um nível de significância de 5% de probabilidade de erro (Shimizu et al., 2025).

Resultados e Discussão

As médias de número de brotos e “keikis” foram similares entre os tratamentos, não havendo diferenças entre as doses e os fertilizantes avaliados. Para as demais variáveis, ambos os fertilizantes trouxeram aumentos significativos no crescimento de *D. nobile* em função da dose. Contudo, as tendências ajustadas foram diferentes para cada fertilizante.

Para o comprimento da parte aérea, o bokashi apresentou ajuste quadrático com ponto máximo estimado em 4,07 g vaso⁻¹, porém para torta de mamona o ajuste observado foi cúbico. Além disso, estima-se que a torta de mamona foi superior a fertilização mineral a partir da dose de 1,83 g vaso⁻¹ (Figura 1A).

Em relação ao diâmetro do pseudobulbo, o bokashi apresentou ponto de máxima estimado na dose de 3,62 g vaso⁻¹, nesta dose o diâmetro estimado do pseudobulbo foi de 20,60 mm. Para torta de mamona, o incremento do diâmetro se ajustou ao modelo de Mitscherlich, apresentando máximo assintótico de 21,33 mm, a partir da dose de 1,30 g vaso⁻¹ (Figura 1B). Deste modo, a torta de mamona é mais eficiente uma vez que apresenta resultados superiores em menores doses.

O número de pseudobulbos apresentou incremento linear em função das doses de bokashi, todavia o uso da torta de mamona não apresentou efeito significativo sobre este parâmetro (Figura 1C). Os pseudobulbos exercem um importante papel no crescimento e sobrevivência das orquídeas, os quais atuam como órgão de reserva de água, carboidratos e nutrientes (Simioni et al., 2021). Além disso, garantem a sustentação de folhas e flores (Silva et al., 2021), deste modo, o crescimento dos pseudobulbos é fundamental para a qualidade do florescimento em *D. nobile*.

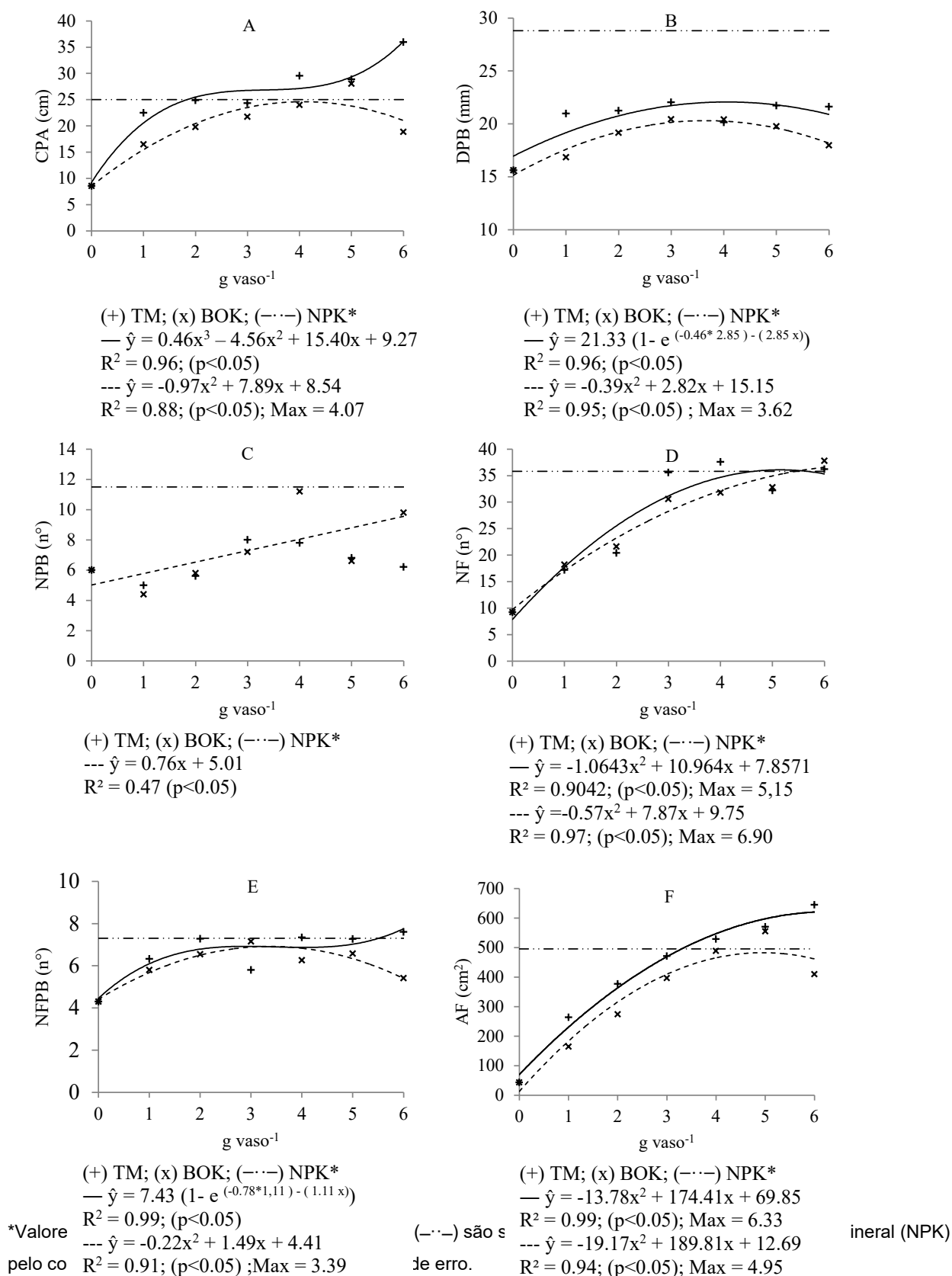


Figura 1- Ajustes de regressão para as variáveis: A - comprimento da parte aérea (CPA), B - diâmetro do pseudobulbo (DPB), C - número de pseudobulbos (NPB), D - número de folhas (NF), E - folha por pseudobulbo (NFPB), F - área foliar (AF), em função de doses dos fertilizantes orgânicos torta de mamona (TM) e bokashi (BOK) após 12 meses de cultivo de *Dendrobium nobile*. Londrina-PR, 2018.

Figure 1- Regression adjustments for the variables: A - shoot length (CPA), B - pseudobulb diameter (DPB), C - number of pseudobulbs (NPB), D - number of leaves (NF), E - leaf per pseudobulb (NFPB), F - leaf area (AF), as a function of doses of organic fertilizer castor bean cake (TM) and bokashi (BOK) after 12 months of *Dendrobium nobile* cultivation. Londrina-PR, 2018.

Apesar do aumento do número de pseudobulbos, observado para o fertilizante bokashi, não houve ganhos na qualidade de planta, uma vez que tanto o comprimento quanto o diâmetro dos pseudobulbos tenderam a decrescer. O contrário foi percebido quanto a utilização da torta de mamona, que apresentou pseudobulbos maiores e com maior diâmetro, indicando melhor vigor destes, possibilitando um florescimento de maior qualidade.

A variável número de folhas apresentou ajustes quadráticos para ambos os fertilizantes avaliados, com pontos de máxima estimados em 5,15 e 6,90 g vaso⁻¹, para torta de mamona e bokashi, respectivamente. Entretanto, esta variável não apresentou efeitos de interação, não havendo diferenças significativas entre os fertilizantes (Figura 1D).

Apesar da resposta similar entre os fertilizantes para o número de folhas, quando foi analisado o número de folhas por pseudobulbo, ocorreu um ajuste quadrático para o fertilizante bokashi, devido ao aumento do número de pseudobulbos nesta fonte de adubo. Estima-se que a dose de 3,39 g vaso⁻¹ de bokashi apresentou 6,9 folhas. No tratamento com torta de mamona, a dose de 2,9 g vaso⁻¹ produziu 7,3 folhas; acima dessa dose, os valores passaram a ser significativamente maiores que os obtidos com a fonte mineral (Figura 1E).

Assim, devido a redução do número de folhas por pseudobulbos e menor tamanho destes, a área foliar seguiu a mesma tendência, a qual foi reduzida a partir da dose de 4,95 g vaso⁻¹ de bokashi. Por sua vez, a torta de mamona não apresentou redução da área foliar em função da dose, além disso, estima-se que a esta foi superior ao controle mineral a partir de 3,3 g vaso⁻¹ (Figura 1F).

A curva de resposta do crescimento das plantas em função do aumento no fornecimento de nutrientes segue a lei dos incrementos decrescentes, na qual os incrementos em produção são cada vez menores. Assim, a curva de crescimento é caracterizada por três fases distintas: aumento, estabilização e redução do crescimento, as quais correspondem a um fornecimento baixo, suficiente e excessivo de nutrientes (Paula et al., 2020).

Como observado anteriormente, a massa seca também apresentou ajustes quadráticos para o bokashi, com doses máximas estimadas em 5,31, 5,48 e 4,03 g vaso⁻¹, nestas doses os valores de massa seca

atingiram 4,65, 9,79 e 3,08 g para os tecidos de folhas, pseudobulbos e raízes, respectivamente (Figura 2A, B e C).

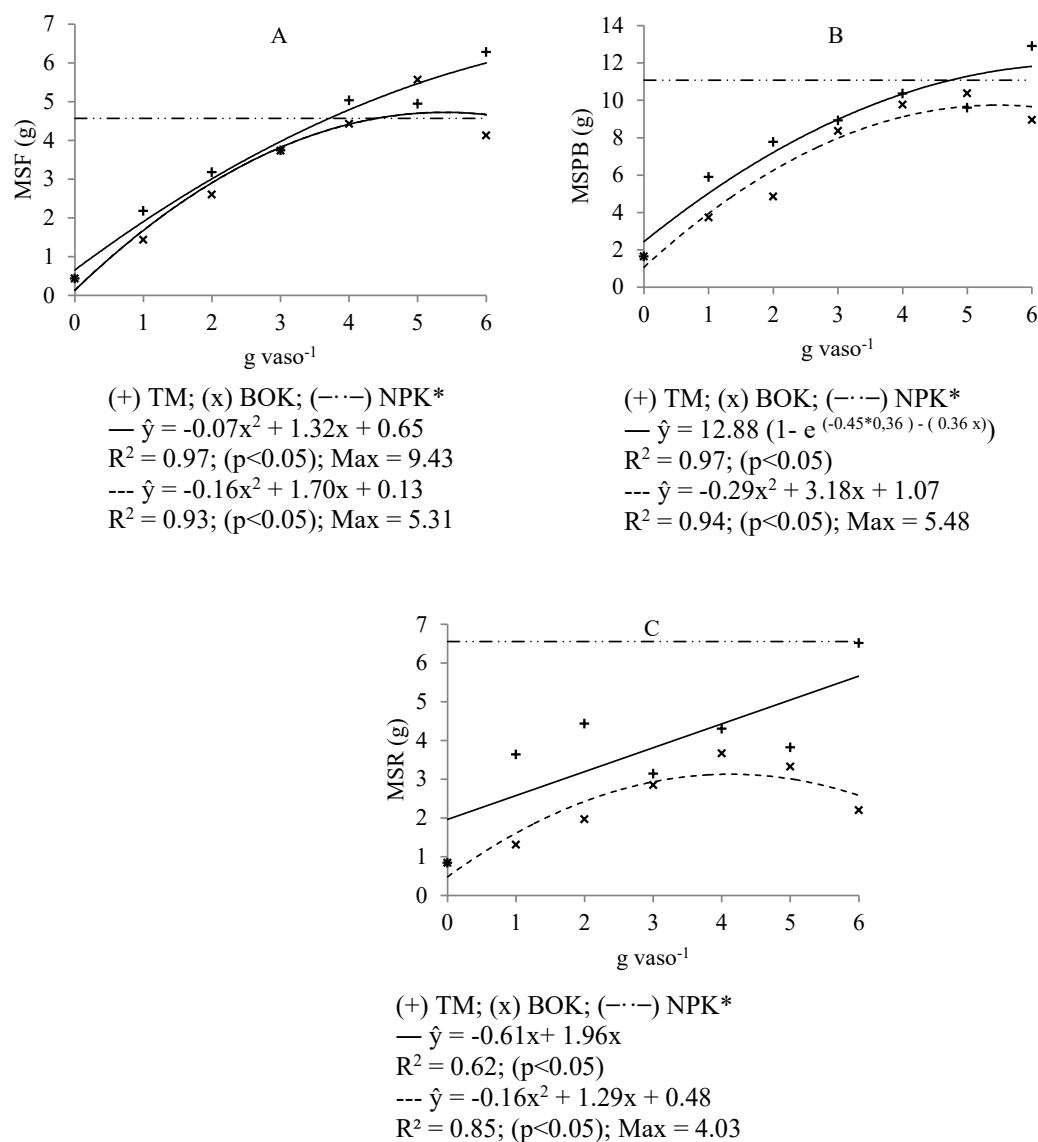


Figura 2 - Ajustes de regressão para as variáveis: A - massa seca de folha (MSF), B - massa seca de pseudobulbos (MSPB) e C - massa seca de raízes (MSR), em função de doses dos fertilizantes orgânicos torta de mamona (TM) e bokashi (BOK) após 12 meses de cultivo de *D. nobile*. Londrina-PR, 2018.

Figure 2 - Regression adjustments for the variables: A - dry mass of leaves (MSF), B - dry mass of pseudobulbs (MSPB) and C - dry mass of roots (MSR), as a function of doses of organic fertilizers castor cake (TM) and bokashi (BOK) after 12 months of cultivation of *D. nobile*. Londrina-PR, 2018.

Para a torta de mamona, não houve redução nos valores de massa seca nas doses avaliadas. Na utilização de 6 g vaso⁻¹, os valores de massa seca estimados atingiram 6,05 e 11,62 g para folhas e

pseudobulbos respectivamente, nestes tecidos também foi observado que a partir das doses de 3,8 e 5,2 g vaso⁻¹, os valores de massa seca foram significativamente superiores ao controle mineral. Para a massa seca de raízes foi observado um incremento linear (Figura 2A, B e C).

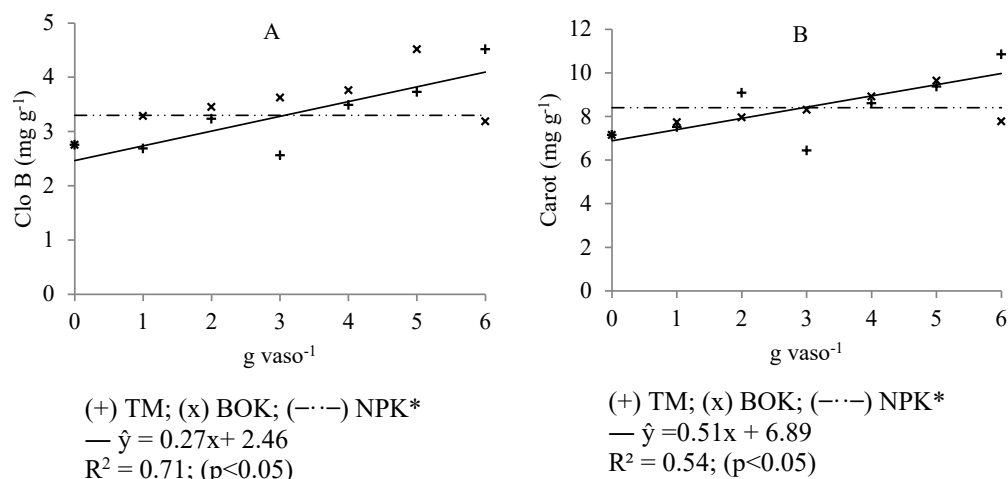
Os resultados indicam superioridade da torta de mamona em relação ao bokashi, uma vez que seu uso propiciou incrementos no crescimento vegetativo, em menores quantidades, sem apresentar reduções das variáveis em função da dose. Deste modo, os ajustes quadráticos observados para o bokashi indicam que este fertilizante apresenta uma faixa de dose suficiente mais estreita em relação a torta de mamona, que por sua vez apresentou uma tendência a estabilização do crescimento.

Uma das principais características relacionadas ao uso do fertilizante orgânico, especificamente a torta de mamona, é sua capacidade de promover melhorias no crescimento de *Ricinus communis* (mamona), incluindo altura, diâmetro do caule, área foliar e matéria seca, em função do aumento das doses aplicadas. O trabalho conduzido por Omotehinse e Igboanugo (2019), aponta que a utilização de torta de mamona resulta em maior teor de nitrogênio disponibilizado ao solo, que contribui significativamente para a capacidade de crescimento da planta, corroborando a importância do nutriente para o desenvolvimento vegetativo das plantas estudadas.

Em relação aos pigmentos, independente do fertilizante utilizado os teores de clorofila *a* não diferiram em função das doses. Para clorofila *b* e carotenoides, a torta de mamona apresentou incrementos lineares, na qual os teores nos tratamentos 0 e 6 g vaso⁻¹ variaram de 2,8 a 4,5 mg g⁻¹ e 6,4 a 10,9 mg g⁻¹ para cada um destes pigmentos, respectivamente (Figura 3A e B). Para o fertilizante bokashi não houve diferenças nos teores dos pigmentos independente da dose.

A não variação nos teores de clorofila para o bokashi pode ser resultado dos desequilíbrios nas atividades fisiológicas e bioquímicas promovidas pelo teor de nutrientes, além do tolerado pela cultura (Munns & Tester, 2008).

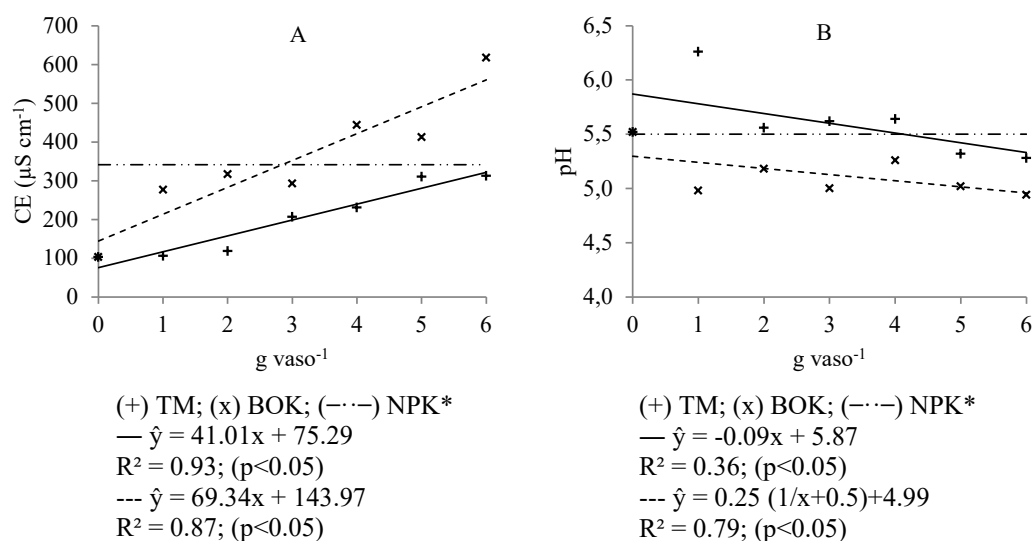
Para as características químicas do substrato observou-se incremento linear para a condutividade elétrica e redução linear do pH em função do aumento das doses (Figura 4A, B). A condutividade elétrica no bokashi atingiu 617 $\mu\text{S cm}^{-1}$, na dose de 6 g vaso⁻¹, também foi possível estimar que a partir da dose de 2,85 g vaso⁻¹ os valores de condutividade foram significativamente superiores ao controle mineral. Para torta de mamona o aumento na condutividade elétrica foi menos evidente, atingindo valores próximos a metade (312 $\mu\text{S cm}^{-1}$) da média observada no bokashi em mesma dose, a qual também não foi superior a fertilização mineral.



*Valores situados acima da linha traço/pontilhada (---) são significativamente superiores ao adubo mineral (NPK) pelo contraste de Dunnett a 5% de probabilidade de erro.

Figura 3 - Ajustes de regressão para as variáveis: A - teor de clorofila *b* (CloB) e B - teor de carotenoides (Carot) nas folhas, em função de doses dos fertilizantes orgânicos torta de mamona (TM) e bokashi (BOK), após 12 meses de cultivo de *D. nobile*. Londrina-PR, 2018.

Figure 3 - Regression adjustments for the variables: A - content of chlorophyll *b* (CloB) and B - content of carotenoids (Carot) in leaves, as a function of doses of organic fertilizer castor bean cake (TM) and bokashi (BOK), after 12 months of cultivation of *D. nobile*. Londrina-PR, 2018.



*Valores situados acima da linha traço/pontilhada (---) são significativamente superiores ao controle mineral (NPK) pelo contraste de Dunnett a 5% de probabilidade de erro.

Figura 4 - Ajustes de regressão para as variáveis: A - condutividade elétrica (CE) e B - potencial hidrogeniônico (pH) do substrato, em função de doses dos fertilizantes orgânicos torta de mamona (TM) e bokashi (BOK), após 12 meses de cultivo de *D. nobile*. Londrina-PR, 2018.

Figure 4 - Regression adjustments for the variables: A - electrical conductivity (EC) and B - hydrogenic potential (pH) of the substrate, as a function of doses of organic fertilizers castor cake (TM) and bokashi (BOK), after 12 months of *D. nobile* cultivation. Londrina-PR, 2018.

Segundo Kentelky et al. (2022), condutividades por volta de $500 \mu\text{S cm}^{-1}$ são ótimas para o crescimento de plantas ornamentais, segundo os autores, essa faixa de CE influencia significativamente o crescimento, o número de brotos e folhas e o número de inflorescências das plantas estudadas. Deste modo, considerando que a condutividade na dose 6 g vaso^{-1} de bokashi apresentou valores próximos ao limite superior, pode-se inferir que a redução no crescimento observado neste tratamento esteve relacionada ao estresse salino, sendo a condutividade observada inadequada para o crescimento de *D. nobile*.

O estresse salino causado pelo aumento da condutividade elétrica reduz o crescimento das plantas, pois diminui o potencial de água, e, conseqüentemente, a absorção de água e nutrientes, causando a diminuição das taxas de alongamento e divisão celular (Munns & Tester, 2008). Em *Laelia anceps* Lindl. o aumento da condutividade elétrica na fertirrigação resultou em reduções da massa seca de raízes e na absorção de P, Ca e Mg (Jiménez-Peña et al., 2013). Em *Phalaenopsis* sp. o aumento da salinidade resultou na morte de raízes, as quais se tornam ocas (Wang, 1998).

O pH no tratamento com bokashi reduziu a partir da dose de 1 g vaso^{-1} tendendo a manter-se estável ao longo das demais doses. Entretanto, para torta de mamona o pH foi aumentado na dose de 1 g vaso^{-1} , com posterior redução dos valores. Esta alcalinização do substrato pode estar relacionada a um efeito tampão da torta de mamona, a qual manteve o substrato menos ácido em relação ao bokashi.

A torta de mamona é um material que pode apresentar em sua composição altas quantias de matéria orgânica com relação C/N acima de 5 (De Castro et al., 2016). De acordo com Dobbss et al. (2008), as substâncias húmicas solúveis presentes na matéria orgânica humificada correspondem como a principal fonte de capacidade tampão de cargas. Deste modo, o aumento na CTC gerado pelo fertilizante orgânico aliado a alta disponibilidade de Ca e Mg, característica da torta de mamona (Tabela 1), pode resultar em maior adsorção destes nutrientes ao substrato, o que resulta na sua alcalinização.

A posterior acidificação ocorre devido ao crescimento das raízes e, conseqüentemente, das plantas, que é dependente da absorção ativa de nutrientes. Durante o processo de absorção, as raízes geram potencial eletroquímico através da protrusão transmembranar de H^+ , mediado por bombas e gasto de ATP (Kerbaui, 2019). De acordo com Kim et al. (2016), em *Doritaenopsis* 'Mantefon', a acidificação do meio ocorre principalmente pelo crescimento das raízes e pode ser mais evidenciado quando ocorre a falta de nutrientes no substrato.

Tabela 1 - Teores químicos obtidos dos fertilizantes orgânicos bokashi e torta de mamona (g/Kg). Londrina-PR, 2018.

Table 1 - Chemical contents obtained from bokashi organic fertilizers and castor bean cake (g/Kg). Londrina-PR, 2018.

	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio
Bokashi	37,67	14,36	21,01	12,00	8,8
Torta de mamona	27,59	5,41	13,98	54,42	22,18

Apesar das variações existentes no pH, os valores observados nos substratos de ambos os fertilizantes, incluindo o mineral, variaram entre 4,9 e 6,3 (Figura 4B), intervalo próximo ao ideal para o crescimento de orquídeas, que deve ser ácido, entre 4,7 e 5,8 (Zale et al., 2022; Novotná et al., 2023).

Em síntese, a utilização dos fertilizantes orgânicos promoveu incrementos no crescimento de *D. nobile*. Para o bokashi, as doses recomendadas estão entre 3,5 e 5,0 g vaso⁻¹ sendo seu excesso prejudicial ao desenvolvimento, devido ao aumento da condutividade elétrica. A torta de mamona apresentou desempenho superior ao bokashi, manteve a condutividade elétrica baixa e apresentou desempenho significativamente superior ao controle mineral nas maiores doses (Figura 5).



*Controle mineral (NPK). Fertirrigação quinzenal na concentração de 3 g L⁻¹, composto de ureia, fosfato monoamônico e cloreto de potássio (1:1:1, g L⁻¹), na quantidade de 50 mL por vaso.

Figura 5 - Plantas de *D. nobile* fertilizadas com doses crescentes de fertilizantes orgânicos: A - torta de mamona e B - bokashi, após 12 meses de cultivo. Londrina-PR, 2018.

Figure 5 – *D. nobile* plants fertilized with increasing doses of organic fertilizers: A - castor bean cake and B - bokashi, after 12 months of cultivation. Londrina-PR, 2018.

Conclusões

A adubação com doses entre 3,5 a 5,0 g vaso⁻¹ de bokashi e 4,0 a 6,0 g vaso⁻¹ de torta de mamona são recomendadas no crescimento da orquídea epífita *Dendrobium nobile*. Nestas doses, bokashi e torta de mamona foram superiores a adubação mineral com NPK.

Agradecimentos

Os autores agradecem à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e à Fundação Araucária pelo apoio financeiro às pesquisas e ao Orquidário UEL pelo fornecimento das plantas estudadas.

Referências

- ABREU MF, Abreu CA, Sarzi I, Padua Junior, AL (2007) Extratores aquosos para a caracterização química de substratos para plantas. *Horticultura Brasileira* 25 (2): 184-187. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362007000200011>
- ADHIKARI YR, Bhattarai P, Acharya KP, Kunwar, RM, Bussmann, RW (2021) *Dendrobium nobile* Lindl. *Ethnobotany of the Himalayas* 10(1): 978-983. https://doi.org/10.1007/978-3-030-45597-2_80-1
- ALVES GAC, Hoshino RT, Bertoni, DJ, Freiria, GH, Furlan, FF, Omura, MS, Stegani, V, Faria, RT (2017) Adubação mineral e orgânica no crescimento da orquídea brasileira *Oncidium baueri* Lindl. *Journal of Agronomic Sciences* 6(1): 163-172.
- BISWAS, SS, SINGH, DR, DE, LC, KALAIVANAN, NS, PAL, R, JANAKIRAM, T. (2021). A comprehensive scenario of orchid nutrition – a review. *Journal of Plant Nutrition*, 44(6), 905-917. <https://doi.org/10.1080/01904167.2021.1871758>.
- CANTUÁRIA PC, Medeiros TDS, Silva RB, Cantuária MF, Cantuária PC, Costa-Neto, SV, Negrão MF (2021) Flora da Área de proteção ambiental da Fazendinha (Amapá): Orchidaceae. *Biota Amazônia* 11(1): 52-59. <http://doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v11n1p52-59>
- CASTRO, AM, DOS REIS CASTILHO, L, FREIRE, DMG. (2016). Characterization of babassu, canola, castor seed and sunflower residual cakes for use as raw materials for fermentation processes. *Industrial Crops and Products*, 83, 140-148. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.12.050>.
- DEMARTELAER ACF, Ferreira AS, Preston HAF, Feitosa SS, Silva TBM, Preston W, Rosada AKHB, Silva RM, Rodrigues ALS, Benjamim RF (2020) Qualidade fisiológica de *Daucus carota* L. utilizando diferentes adubações orgânicas. *Brazilian Journal of Development* 6(11): 90260-90276. <http://doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v11n1p52-59>. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n11-438>

- DOBBSS LB, Canellas LP, Alleoni LRF, Rezende CE, Fontes MPF, Velloso ACX (2008) Eletroquímica de latossolos brasileiros após a remoção da matéria orgânica humificada solúvel. *Revista Brasileira de Ciências do Solo* 32(3): 985-996. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000300008>
- HOSHINO RT, ALVES GAC, MELO TR, BARZAN RR, FREGONEZI GAF, FARIA RT (2016) Adubação mineral e orgânica no desenvolvimento de orquídea *Cattlianthe* 'Chocolate drop'. *Horticultura Brasileira* 34(4): 475-482. <https://doi.org/10.1590/s0102-053620160405>
- JIMÉNEZ-PENA N, VALDEZ-AGUILAR LA, CASTILLO-GONZÁLEZ AM, LEON MTC (2013) Growing media and nutrient solution concentration affect vegetative growth and nutrition of *Laelia anceps* Lindl. *HortScience* 48(6): 773-779. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.48.6.773>
- KERBAUY GB (2019) *Fisiologia Vegetal*. 3. ed. Guanabara Koogan, 430p.
- KIM, HJ, KIM, J, DO, LY, KIM, KS, KIM, YJ. (2016). Growth and flowering of *Doritaenopsis* Queen Beer 'Mantefon' as affected by different potting substrates. *The Horticulture Journal*, 85(4), 360-365. <https://doi.org/10.2503/hortj.MI-133>
- KRUKER, G, GUIDI, ES, SANTOS, JMS, MAFRA, ÁL, ALMEIDA, JAD. (2023). Quality of Bokashi-type Biofertilizer Formulations and its Application in the Production of Vegetables in an Ecological System. *Horticulturae* 9(12), 1314. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9121314>
- MONTEIRO, KA, BAZALHA, CEO, SHIMIZU, GD, DE PAULA, JCB, GUARIZ, HR, DE FARIA, RT (2024a). Enhancing Rooting in *Morus alba* Cuttings: Effects of Indolebutyric Acid and a Commercial Rooting Agent across Branch Positions. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 25(2), 5. https://doi.org/10.21930/rcta.vol25_num2_art:3392
- MONTEIRO, KA., GONÇALVES, GS, BAZALHA, CEO, PAULA, JCB, GUARIZ, HR, SHIMIZU, GD, FARIA, RT. (2024b). Improving flowering and vegetative growth in *Oncidium baueri* Lindl. through gibberellic acid application: insights into physiological parameters. *Ornamental Horticulture*, 30, e242783. <https://doi.org/10.1590/2447-536X.v30.e242783>
- MUNNS R, Tester M (2008) Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology* 59(1): 651-681. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911>
- NETO AEF, BOLDRIN KVF, MATSSON NS (2015) Nutrition and Quality in Ornamental Plants. *Horticultura Brasileira* 21(2): p.139-150. <https://doi.org/10.14295/aohl.v21i2.809>
- NOVOTNÁ, A, MENNICKEN, S, DE PAULA, CCP, VOGT-SCHILB, H, KOTILÍNEK, M, TĚŠITELOVÁ, T, JERSÁKOVÁ, J. (2023). Variability in nutrient use by orchid mycorrhizal fungi in two medium types. *Journal of Fungi*, 9(1), 88. <https://doi.org/10.3390/jof9010088>.
- PAULA JCB, JÚNIOR WAR, SHIMIZU GD, MEN GB, FARIA RT (2020) Fertilizante de liberação controlada no crescimento inicial da orquídea *Phalaenopsis* sp. *Cultura Agronômica* 29(2): 289-299. <https://doi.org/10.32929/2446-8355.2020v29n2p289-299>
- OMOTEHINSE, SA, IGBOANUGO, AC. (2019). Effects of Fertilizer Application on Growth Capacity of Castor (*Ricinus Communis*) Shrub. *Journal of Engineering Technology and Applied Sciences*, 4(1), 27-41. <https://doi.org/10.30931/jetas.477187>
- Reflora (2022) *Orchidaceae in Flora e Funga do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB179>>. Acesso em 27 junho de 2022.

ROSA YBCJ, RAMOS FZ, SOUZA RG, SOARES JS, JUNIOR EJ, HOFFMANN NTK, ROSA DBCJ, SORGATO JC (2014) Influência da luminosidade no crescimento e floração de *Dendrobium nobile* Lindl. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental* 20(1): 79-86. <https://doi.org/10.14295/rbho.v20i1.480>

SHIMIZU, GD, MARUBAYASHI, RYP, GONÇALVES, LSA. (2025). AgroR: An R package and a Shiny interface for agricultural experiment analysis. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 47, e73889. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v47i1.73889>

SILVA MFF, CORBELLINI M, SILVA APR, SILVA JC, RONDON MJP, MARTINS V, KARSBURG IV, GALLO R (2021) Development Catasetum schmidtianum Miranda & Lacerdain different concentrations extract pyroligneous got *Enterolobium Contorstisiliquum*. *Brazilian Journal of Development*, 7(2): 16070-16082. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n2-299>

SIMIONI PF, SILVA APR, SILVA JC, CORBELLINI M, RONDON MJP, MARTINS V, KARSBURG IV, GALLO R. Influence of Cinnamon powder in development seedling in vitro *Catasetum x altaflorestense* Benelli & Grade (2021) *Brazilian Journal of Development* 7(1): 10406-10421. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n1-707>

WANG YT (1998) Impact of Salinity and media on growth and flowering of a hybrid *phalaenopsis* orchid. *HortScience* 33(2): 247-250. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.33.2.0247>

WHITHAM FH, Blaydes DF, Devlin RM (1971) Experiment in plant physiology. David Van Nostrand Company 1(1): 55-58, 1971.

World Flora Online – WFO (2025). Plant list - Snapshots of the taxonomy. 2025. Available at <<https://wfoplantlist.org/>>. Acesso em 20 de Novembro de 2025.

ZALE, PJ, MCCORMICK, MK, WHIGHAM, DF. (2022). Choosing a favorable substrate to cultivate native orchids symbiotically: Examples using *Goodyera tessellata* and *Platanthera blephariglottis*. *HortScience*, 57(5), 634-642. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI16509-22>