



Acclimatization of *Cattleya nobile* Rchb. f. (Orchidaceae) in Field Conditions in a Riparian Forest Area

Aclimatização de *Cattleya nobile* Rchb. F. (Orchidaceae) em condições de campo em uma área de mata ciliar

LOPES, Vaneça Rodrigues⁽¹⁾; OLIVEIRA, Jaderson Roney Gomes de ⁽²⁾; CHAGAS, Davi Borges das ⁽³⁾; LOPES, Fabyano Alvares Cardoso ⁽⁴⁾; COIMBRA, Ronaldo Rodrigues ⁽⁵⁾; FERREIRA, Wagner de Melo ⁽⁶⁾

⁽¹⁾ 0000-0002-1059-9833; Mestranda, Programa de Pós-graduação em Biodiversidade Ecologia e Conservação, Universidade Federal do Tocantins. Tocantins. Porto Nacional, Tocantins (TO), Brasil. vaneca.lopes@uft.edu.br

⁽²⁾ 0000-0001-8374-992X; Doutorando em Biodiversidade e Biotecnologia pela Rede Bionorte, Universidade Federal do Tocantins. Palmas, Tocantins (TO), Brasil. jaderson.roney@gmail.com

⁽³⁾ 0000-0001-5222-1030; Pesquisador do Herbário do Tocantins (HTO), Universidade Federal do Tocantins. Porto Nacional, Tocantins (TO), Brasil. davibchagas@uft.edu.br

⁽⁴⁾ 0000-0002-4565-9103; Professor do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade, Ecologia e Conservação, Universidade Federal do Tocantins. Porto Nacional, Tocantins (TO), Brasil. flopes@uft.edu.br

⁽⁵⁾ 0000-0002-2888-7817; Professor do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade, Ecologia e Conservação, Universidade Federal do Tocantins. Porto Nacional, Tocantins (TO), ronaldo.rc@uft.edu.br

⁽⁶⁾ 0000-0002-7805-2180; “in memoriam” - Professor do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade, Ecologia e Conservação, Universidade Federal do Tocantins. Porto Nacional, Tocantins (TO).

ABSTRACT

The acclimatization of orchids is an essential process for the conservation of native species and their reintroduction into natural environments, contributing to the preservation of biodiversity and ecological balance. Thus, this study aimed to evaluate the survival and development of *Cattleya nobile*, originating from in vitro cultivation, on the phorophytes *Acrocomia aculeata* and *Butia capitata*, in a riparian forest area within the Cerrado domain in Porto Nacional, Tocantins. For survival, the number of living individuals at the end of the study was evaluated, and for development, variables such as plant shoot length, number of leaves, shoots, and roots were assessed over a twelve-month period. Four plants were allocated in each phorophyte, one per cardinal point (north, south, east, and west). The study reveals that the acclimatization of *C. nobile* was more successful in *A. aculeata* than in *B. capitata*, due to more favorable conditions, especially during the dry season. The orientation of the phorophytes towards the North and West cardinal points also positively influenced the survival and acclimatization of the orchids. Temperature and humidity were shown to be key factors during the process, with the rainy season promoting better growth and development. Thus, it emphasizes the importance of considering the specific characteristics of phorophytes and the need for more detailed research to understand the interaction between host and associated plants.

RESUMO

A aclimação de orquídeas é um processo essencial para a conservação de espécies nativas e sua reintrodução em ambientes naturais, contribuindo para a preservação da biodiversidade e o equilíbrio ecológico. Desse modo, este trabalho teve como objetivo avaliar a sobrevivência e o desenvolvimento de *Cattleya nobile*, oriunda de cultivo in vitro nos forófitos *Acrocomia aculeata* e *Butia capitata*, em uma área de mata ciliar no domínio Cerrado em Porto Nacional, Tocantins. Para sobrevivência foi avaliado o número de indivíduos vivos ao final do estudo e para desenvolvimento foram avaliadas as variáveis, comprimento da parte aérea da planta, número de folhas, brotos e raízes para o período de doze meses. Em cada forófito foram alocadas quatro plantas, uma por ponto cardeal (norte, sul, leste e oeste). O estudo revelou que a aclimação de *C. nobile* foi mais bem-sucedida em *A. aculeata* do que em *B. capitata*, possivelmente devido a condições mais favoráveis do tronco, especialmente durante a estação seca. A orientação dos forófitos para os pontos cardeais Norte e Oeste também influenciou positivamente na sobrevivência e aclimação das orquídeas. A temperatura e umidade mostraram-se como fatores-chave durante o processo, com o período chuvoso promovendo melhor crescimento e desenvolvimento. Assim, ressalta-se a importância de considerar as características específicas dos forófitos e a necessidade de pesquisas mais detalhadas para entender a interação entre as plantas hospedeiras e as associadas.

INFORMAÇÕES DO ARTIGO

Histórico do Artigo:

Submetido: 14/06/2024

Aprovado: 02/11/2024

Publicação: 28/12/2024



Keywords:

Reintroduction, Orchids, Phorophytes, Cardinal points.

Palavras-Chave:

Reintrodução, Orquídeas, Forófitos, Pontos cardeais.

Introdução

A família Orchidaceae corresponde a 70% das epífitas presentes nas florestas tropicais e subtropicais (Pridgeon et al., 2009). No domínio fitogeográfico Cerrado, essa família aparece em terceiro entre as mais representativas da biodiversidade vegetal (Mendonça et al., 2008). Nessa formação encontram-se 705 espécies, agrupadas em 125 gêneros (Barros et al., 2015). Um desses gêneros é o *Cattleya*, que, de acordo com Silva et al. (2009), encontra-se amplamente distribuído na região tropical, ocorrendo do México ao Paraguai e é composto de 45 espécies, sendo que destas 32 ocorrem no Brasil. A espécie *Cattleya nobilior* Rchb. f. tem destaque no grupo. Isso ocorre pelas suas características, tais como: ampla capacidade de recombinação genética, estrutura, com tamanho de pequeno porte medindo de 5 a 10 cm, beleza, e grande durabilidade de suas flores, com variação de coloração do rosa-claro ao lilás (Silva, 2014). E quanto ao *habitat*, *C. nobilior* pode ser do tipo rupícola ou epífita (Oliveira, 2021). Segundo Barros et al. (2015); a espécie é facilmente encontrada no Cerrado, embora não seja exclusiva dessa formação, pois sua distribuição pode ser observada desde o Hemisfério Norte até a América do Sul.

Oliveira (2021) cita que, assim como outras orquídeas, *C. nobilior* apresenta um ciclo de vida perene e é bastante especializada; com a germinação de sementes em ambientes naturais só ocorrendo quando há uma associação com fungos micorrízicos. Essa associação se faz necessária pelo fato de suas sementes apresentarem pouca ou nenhuma reserva nutritiva (Soares, 2012). Ademais, de acordo com Ferreira e Suzuki (2008), a produção de mudas é demasiadamente lenta, em razão do custoso desenvolvimento, dado que essas plantas demandam um período bastante longo até alcançar o estágio reprodutivo.

O lento desenvolvimento, somado a remoção indiscriminada de exemplares do ambiente natural e a antropização desses ambientes, em especial as queimadas e a remoção da vegetação nativa, tem como consequências uma ameaça significativa à sobrevivência da espécie nesses locais (Silva, 2017). Por isso, para a família Orchidaceae, investigações que proponham formas de aclimatar em ambientes naturais plantas produzidas em laboratório podem servir como ferramentas para ações direcionadas à manutenção da biodiversidade e preservação de espécies potencialmente ameaçadas ou que estejam sujeitas a possíveis ameaças, como o caso da *C. nobilior* (Sherlock, 2009).

Nesse contexto, técnicas de cultivo *in vitro* para a produção e aclimatização *ex vitro* tornam-se fundamentais para acelerar e otimizar a produção de mudas, visando à conservação das espécies de desenvolvimento lento. Isso se deve ao fato de que a utilização dessas técnicas permite produzir inúmeras plantas ao mesmo tempo, requer um laboratório não muito grande e obtém um alto nível de qualidade fitossanitária (Oliveira, 2018). No processo de aclimatização das mudas de orquídeas resultantes do cultivo *in vitro*, diversos fatores desempenham papéis cruciais na sobrevivência dos indivíduos. Além da temperatura, umidade e intensidade luminosa, é importante considerar o substrato em que essas plantas serão

fixadas, que no caso das epífitas esse fator é biótico, denominado forófito. Os forófitos são plantas que desempenham o papel de suporte para outros vegetais, que não são beneficiados ou prejudicados pela presença da espécie vegetal hospedeira. Os forófitos possuem características morfológicas adequadas para a manutenção e o desenvolvimento das plantas hospedeiras, havendo, portanto, uma preferência de cada espécie epífita por determinados forófitos (Kämpf, 2005).

Como exemplos de forófitos, destacam-se as palmeiras, espécies da família Arecaceae, que têm sido apontadas como bons hospedeiros de orquídeas. Muitas palmeiras apresentam, ao longo de quase todo o caule, bainhas marcescentes resultantes da senescência foliar. Essas bainhas acumulam matéria orgânica, proveniente do material caído dos vegetais ao redor e retêm água. Essa combinação de características tornam as palmeiras um ambiente propício para o desenvolvimento das orquídeas epífitas durante o processo de aclimatização (Mayo et al., 1997).

Estudos que investiguem comportamento em condições de cultivo *in vitro*, aclimatização e reintrodução em ambientes naturais são fundamentais para impulsionar medidas de conservação e preservação de espécies. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a sobrevivência e aclimatização de plantas de *C. nobilior* em campo, utilizando as espécies *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart. e *Butia capitata* (Mart.) Becc. como forófitos em uma área de mata ciliar. Essa abordagem visa compreender como as orquídeas se adaptam de maneira mais eficiente em ambientes naturais, contribuindo assim como estratégia de conservação.

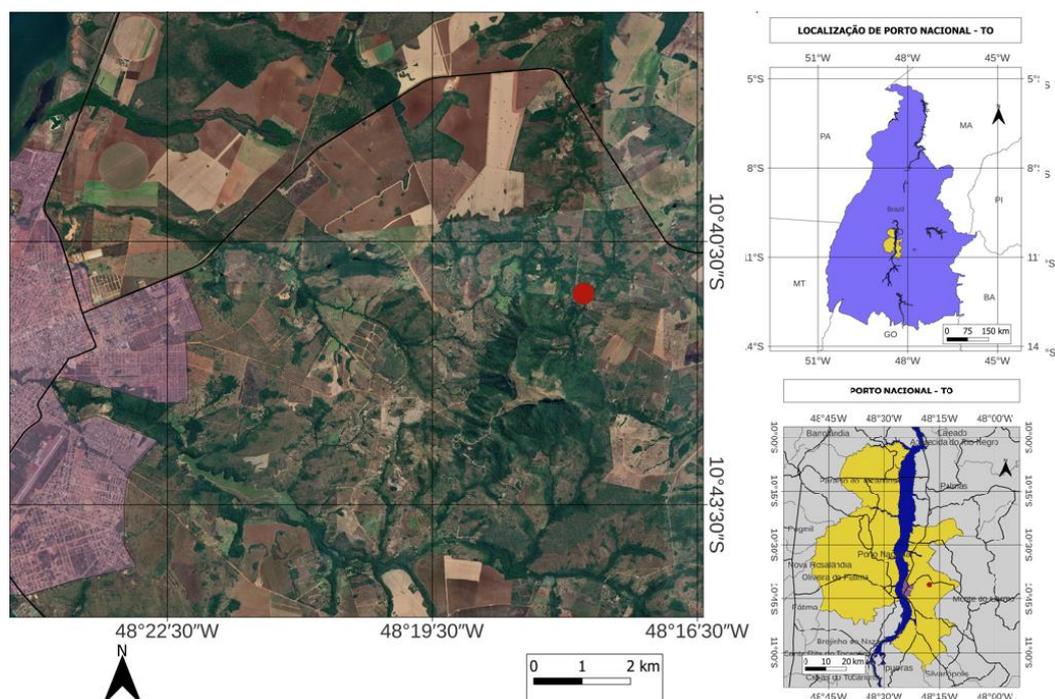
Materiais e métodos

Este estudo foi conduzido no domínio Cerrado, na fitofisionomia mata ciliar (Ribeiro e Walter, 2008), na chácara Pingo de Ouro (Figura 1) localizada no Assentamento Santo Antônio, município de Porto Nacional (10° 41' 05,5" S e 48° 17' 46,7" W). O clima da região é o tropical sazonal (Aw) conforme a classificação de Köppen (Alvares et al., 2013), apresentando estação seca e chuvosa bem definida, onde o período chuvoso se estende de outubro a abril e o período seco de maio a setembro, com precipitação média anual de 1500 mm (INMET, 2023).

Para a aclimatização foram utilizados 80 indivíduos de *C. nobilior*, oriundos do cultivo *in vitro* no Laboratório de Cultivo *in vitro* de Plantas, do Núcleo de Estudos Ambientais (NEAMB), Câmpus de Porto Nacional da Universidade Federal do Tocantins (UFT). As orquídeas foram retiradas dos frascos e lavadas em água corrente para remoção do meio de cultura aderido a suas raízes e transferidas para recipientes plásticos transparentes com dimensões de 30,5 cm de comprimento x 18,5 cm de largura e 8,7 cm de altura. A mistura de substrato foi composta por casca de pinus e substrato comercial Ouro Negro (Aparecida de Goiânia, GO) na proporção de 50:50 (v/v).

Figura 1.

Localização da área de estudo na Chácara Pingo de Ouro, Assentamento Santo Antônio, no município de Porto Nacional – TO. Composição sobre imagem Google Earth™



O substrato foi umedecido, após a transferência das plantas, e os frascos mantidos fechados em sala de crescimento, durante 30 dias. Após este período, a tampa do pote foi apenas afrouxada, sendo gradativamente aberta nos sete dias seguintes até ficarem totalmente abertos. Em seguida, as plantas foram transferidas para vasos individuais de plástico (7 cm altura x 6 cm de diâmetro basal), contendo o mesmo substrato, nas mesmas proporções citadas anteriormente. Essas foram mantidas em sala com temperatura de 25 °C, com um fotoperíodo de 16 horas, por um período de 30 dias. Nesse intervalo de tempo, as plantas foram regadas conforme a necessidade de água, quando o substrato aparentava estar quase seco.

Após esse período, as plantas foram transferidas para o viveiro, com condições de temperatura e umidades naturais e coberta por um sombrite, reduzindo em 75% a intensidade luminosa. As plantas permaneceram neste local, por 60 dias, até estarem adaptadas às condições do ambiente natural, tendo aproximadamente 3 cm de comprimento.

Em campo as plantas foram fixadas nos forófitos *A. aculeata* e *B. capitata*, sendo fixado um indivíduo de *C. nobilior* em cada ponto cardeal do forófito (Norte, Sul, Leste e Oeste), utilizando para isso uma bússola. Assim, o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x4 (dois forófitos por quatro pontos cardiais), com dez repetições.

Os indivíduos utilizados como forófitos são plantas nativas, cujas disposições e distâncias entre si variam naturalmente no ambiente, e mediam no mínimo 10 cm de circunferência, conforme proposto por Endres Júnior et al. (2018). Quando as plantas foram

fixadas no caule dos forófitos a uma altura média de 170 cm acima do solo, foram aferidas as medidas de comprimento da maior folha, como também a contagem do número de folhas e de raízes.

A taxa de sobrevivência de *C. nobilior* foi calculada 12 meses após a transferência das plantas para os forófitos, com base no número de indivíduos vivos. Para avaliação do desenvolvimento foram utilizadas as variáveis morfológicas: comprimento da parte aérea (distância entre o rizoma e o ápice da folha mais longa, cm), número de folhas, número de brotos formados e número de raízes formadas. Esses dados foram mensurados a cada três meses por um período de um ano.

Também foram mensuradas mensalmente a temperatura, umidade e luminosidade, utilizando um termo-higrômetro digital, posicionado ao lado da espécie forófito por ponto cardeal. Os dados referentes a precipitação pluviométrica foram obtidos junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), provenientes da estação meteorológica localizada em Porto Nacional – TO.

As análises estatísticas foram conduzidas utilizando o programa BioEstat 5.0 e os gráficos com scripts em Python (versão 3.11.4), com o auxílio das bibliotecas SciPy, Matplotlib e NetworkX. Os tratamentos foram comparados utilizando o teste de Kruskal-Wallis, seguido pelo teste de Dunn, com um nível de significância de 5%. A escolha desses testes não paramétricos se deve à falta de normalidade em algumas das variáveis analisadas, conforme verificado pelo teste de Shapiro-Wilk, o que inviabiliza o uso de testes paramétricos. Além disso, foi conduzido um estudo de correlação envolvendo as variáveis morfológicas e dados climáticos utilizando a correlação de Spearman, que também é um método não paramétrico adequado para dados que não seguem uma distribuição normal. A significância das correlações de Spearman foi testada com o teste t a 5% de probabilidade. A partir das matrizes de correlações resultantes, foram elaborados gráficos de redes para melhor visualizar as relações entre as variáveis.

Resultados e Discussão

Doze meses após a transferência para os forófitos em campo, observou que a maior taxa de sobrevivência média de *C. nobilior* foi no forófito *A. aculeata*, com 65 %, enquanto em *Butia capitata* as orquídeas apresentaram sobrevivência média de 27,5 % (Tabela 1).

A aclimatização consiste em um ajuste climático das orquídeas, por meio da passagem das mesmas, de maneira progressiva das condições *in vitro* para um ambiente externo, *ex vitro* (Silva et al., 2017). Um dos maiores problemas encontrados neste processo é a dificuldade da transferência de meio controlado para não controlado e o alto índice de mortalidade das plantas nesse processo, gerado pela discrepância de condições ambientais entre os meios (Chandra et al., 2010). Mayer et al. (2008) afirmam que plantas provenientes do cultivo *in*

vitro quando transferidas para o cultivo *ex vitro* sofrem modificações anatômicas, morfológicas e fisiológicas que influenciam no desenvolvimento e sobrevivência no novo ambiente, sendo a capacidade de reverter as características de cunho anatômico, o principal fator que possibilitará uma taxa satisfatória de sobrevivência das mudas durante o processo de aclimatização.

Tabela 1

Comparação da sobrevivência e morfometria de *C. nobilior* em duas espécies de forófitos (*A. acuelata* e *B. capitata*) em diferentes pontos cardeais e meses de avaliação, no período de fevereiro de 2022 a fevereiro de 2023 em Porto Nacional – TO.

<i>A. acuelata</i>	Sobrev. (%)	Comp. folha (cm)	Nº folhas (und)	Nº brotos (und)	Nº raízes (und)
<u>Pontos cardeais:</u>					
Norte	60,0	3,65 ± 0,12 a	3,27 ± 0,54 a	1,61 ± 0,30 a	4,66 ± 0,40 a
Sul	60,0	3,60 ± 0,13	2,44 ± 0,47 a	1,34 ± 0,44 a	3,12 ± 0,17 b
Leste	60,0	2,83 ± 0,19 b	2,59 ± 0,38 a	1,65 ± 0,36 a	3,71 ± 0,34 ab
Oeste	80,0	2,94 ± 0,08 b	2,74 ± 0,43 a	1,09 ± 0,35 a	3,15 ± 0,16 b
Média	65,0				
<u>Mês avaliação:</u>					
Fev/22	100,0	3,01 ± 0,18 a	3,75 ± 0,37 a	-----	3,98 ± 0,65 a
Mai/22	75,0	3,05 ± 0,28 a	2,15 ± 0,23 a	0,88 ± 0,16 b	3,39 ± 0,40 a
Ago/22	70,0	3,22 ± 0,21 a	1,99 ± 0,18 a	1,18 ± 0,14 ab	3,18 ± 0,23 a
Nov/22	67,0	3,33 ± 0,18 a	2,04 ± 0,04 a	1,16 ± 0,15 ab	3,39 ± 0,23 a
Fev/23	65,0	3,63 ± 0,28 a	3,87 ± 0,16 a	2,48 ± 0,12 a	4,39 ± 0,41 a
<i>B. capitata</i>					
<u>Pontos cardeais:</u>					
Norte	40,0	4,67 ± 0,13 a	3,42 ± 0,39 a	1,38 ± 0,38 b	3,74 ± 0,32 a
Sul	10,0	1,67 ± 0,39 b	2,59 ± 0,61 a	1,08 ± 0,34 b	2,97 ± 0,42 b
Leste	40,0	3,05 ± 0,14	3,18 ± 0,77 a	0,81 ± 0,51 b	2,87 ± 0,40 b
Oeste	20,0	5,28 ± 0,38 a	3,14 ± a 0,44	1,75 ± 0,43 a	3,02 ± 0,54 b
Média	27,5				
<u>Mês avaliação:</u>					
Fev/22	100,0	3,70 ± 0,28 a	4,90 ± 0,20 a	-----	4,32 ± 0,23 a
Mai/22	35,0	3,48 ± 0,97 a	2,42 ± 0,43 a	0,63 ± 0,21 a	3,01 ± 0,42 a
Ago/22	35,0	3,61 ± 0,99 a	2,28 ± 0,26 a	0,92 ± 0,27 a	2,17 ± a 0,29
Nov/22	27,5	3,58 ± 0,93 a	2,14 ± 0,22 a	1,00 ± 0,20 a	1,64 ± a 0,28
Fev/23	27,5	3,98 ± 0,98 a	3,69 ± 031 a	2,46 ± 0,21 a	3,56 ± a 0,33
Médias Gerais:					
<i>A. acuelata</i>	65,0	3,25 a	2,76 a	1,42 a	3,66 a
<i>B. capitata</i>	27,5	2,67 a	3,08 a	1,25 a	3,15 a

* Valores seguidos pela mesma letra na coluna indicam que as amostras não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Kruskal-Wallis, seguido pelo teste de Dunn.

A hipótese inicial sugeria que a sobrevivência e o desenvolvimento de plantas de *C. nobilior* seriam maiores em *B. capitata*, uma vez que o forófito apresenta bainhas que se estendem por quase todo o caule, o que resulta na acumulação de matéria orgânica, proveniente de folhas e galhos de outras espécies próximas, além da decomposição da bainha

e da matéria orgânica retida, o que proporciona maior retenção de água, resultando em um microclima favorável para as orquídeas. Entretanto, essa hipótese não pôde ser sustentada, e foi no forófito *A. aculeata* que se observou maior sobrevivência de *C. nobilior*. Isso pode ter sido devido às características do seu caule, que possui entrâncias que se assemelham bastante ao substrato esfagno, um tipo de musgo muito utilizado no cultivo de orquídeas e que possui grande capacidade de retenção hídrica (Zandorá et al., 2014). O caule com essas características, segundo Schmitz et al. (2002), em estudo com *Aspasia principissa* Rchb. f., também proporcionou na fase de aclimatização e reintrodução condições hídricas favoráveis à sobrevivência das plantas nele hospedadas.

A porcentagem de sobrevivência dos indivíduos de *C. nobilior* nos forófitos estudados também variou de acordo com posicionamento geográfico (norte, sul, leste e oeste), sendo verificada maior taxa de sobrevivência em *A. aculeata* no quadrante Oeste, enquanto em *B. capitata* ocorreu maior sobrevivência nos quadrantes Norte e Leste (Tabela 1).

No forófito *A. aculeata* o comprimento da folha de *C. nobilior* foi maior nos quadrantes Norte e Sul. Por outro lado, em *B. capitata* o maior crescimento foi verificado nos quadrantes Norte, Leste e Oeste. O comprimento da folha não apresentou diferenças significativas nos diferentes meses de avaliação, tanto para as plantas fixadas em *A. aculeata* quanto para aquelas em *B. capitata* (Tabela 1).

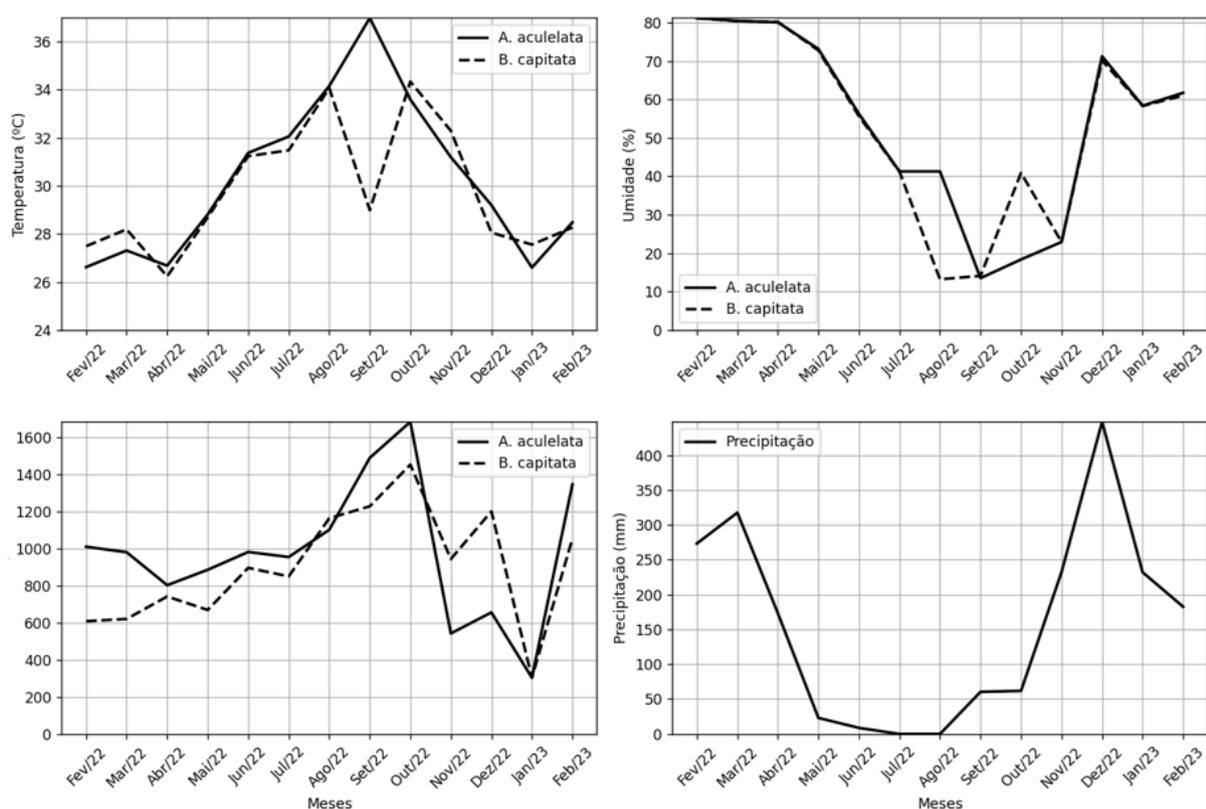
Percebe-se que, em *A. aculeata*, ocorreu uma tendência de aumento do comprimento foliar no decorrer do tempo, embora não significativa. No forófito *B. capitata* verifica-se inicialmente uma tendência de diminuição, provavelmente relacionada a senescência foliar e depois uma tendência de recuperação, indicando que essa variável nesse forófito teve o processo de aclimatização em campo mais difícil. Na aclimatização, o estresse advindo do processo de mudança do viveiro para o campo gera uma série de mudanças anatômicas, fisiológicas e morfológicas, como raízes ainda frágeis para o transporte adequado de nutrientes (Faria et al., 2012). Outro fator que pode ter corroborado para essa tendência de diminuição do tamanho da folha são os fatores climáticos, uma vez que, no terceiro e quarto trimestre de avaliação a umidade do ar é menor e a temperatura se eleva na área de estudo (Figura 2), indicando um crescimento sazonal para esta espécie. Essa sazonalidade é um mecanismo de adaptação das plantas que cessam o crescimento e atividades fisiológicas para reduzir a influência das condições extremas do ambiente.

Na comparação geral entre as médias de comprimento da folha não foram verificadas diferenças significativas entre *C. nobilior* fixadas em *A. aculeata* e *B. capitata*, sendo suas médias 3,25 e 2,67 cm, respectivamente (Tabela 1). Embora as diferenças não sejam significativas, se observa que o crescimento das folhas foi mais acentuado no período de agosto/2022 a fevereiro/2023, possivelmente ocasionado pelo início do período chuvoso, pois as primeiras chuvas significativas na região após a estação seca foram registradas no mês de

outubro (Figura 2). Esse resultado foi provavelmente ocasionado pelo desenvolvimento das raízes, o que propicia maior absorção de água, minimizando a desidratação e como consequência possibilita uma maior assimilação líquida de CO₂, desenvolvimento e sobrevivência da planta (Souto et al., 2010).

Figura 2

Análise temporal e espacial das condições ambientais e do crescimento de *C. nobilior* nos forófitos *A. aculeata* e *B. capitata*, no período de fevereiro de 2022 a fevereiro de 2023 em Porto Nacional – TO.



O número de folhas de *C. nobilior* não foi influenciado significativamente pelo seu posicionamento nos diferentes pontos cardeais em ambos os forófitos. Também não foram verificadas diferenças significativas em relação ao número de folhas nos diferentes meses de avaliação (Tabela 1). Entretanto, percebe-se em ambos os forófitos uma tendência de redução do número de folhas de *C. nobilior* a partir do segundo trimestre de avaliação, indicando que houve perda de folhas durante o processo de aclimatização. Após um ano da implantação do experimento, o número de folhas retornou ao nível inicial. A resposta ao estresse provocado pelo ambiente, como a baixa umidade, assim como o processo de aclimatização, pode induzir a planta a entrar numa fase de senescência foliar (Faria et al., 2012), mecanismo que garante a sobrevivência das plantas. As médias gerais de número de folhas de *C. nobilior* nos forófitos *A. aculeata* e *B. capitata* também não diferiram significativamente, sendo suas médias 2,76 e 3,08 folhas por planta, respectivamente (Tabela 1).

No forófito *A. aculeata*, não houve diferença significativa em relação ao número de brotos *C. nobilior* nos diferentes pontos cardeais. Entretanto, no forófito *B. capitata* foi observado um maior número de brotos no ponto cardinal Oeste. Foi verificada tendência de aumento do número de brotos com o passar do tempo em ambos os forófitos. Porém a diferença entre os meses de avaliação foi significativa apenas em *A. aculeata* onde se verificou que um menor número de brotos no mês maio. De modo geral a média de número brotos em *C. nobilior* não diferiu nos dois forófitos, sendo 1,42 brotos.planta⁻¹ em *A. aculeata* e 1,25 brotos.planta⁻¹ em *B. capitata* (Tabela 1).

O número de raízes em plantas de *C. nobilior* variou de acordo com o ponto cardinal no forófito *A. aculeata*, sendo maior nos pontos cardeais Norte (4,66) e Leste (3,71), (Tabela 1). Em *B. capitata*, o maior número de raízes foi observado no ponto cardinal Norte. Não houve diferenças significativas de comprimento de raízes em relação aos meses de avaliação em ambos os forófitos. Embora em *B. capitata* tenha sido verificada uma tendência de diminuição de raízes nos meses de avaliação intermediários (maio/22, agosto/22 e novembro/22). Contudo se percebe que não houve um crescimento significativo das raízes no decorrer do experimento, sendo a média geral 3,66 cm para *A. aculeata* e 3,15 cm para *B. capitata*.

O enraizamento é crucial para a sobrevivência dos indivíduos de orquídeas, uma vez que, permite aumentar a absorção e armazenamento de água, nutrientes e a associação com fungos (Slump, 2004). É importante salientar ainda que a raiz exerce a função de sustentação das plantas nas espécies de forófitos e nessas circunstâncias, para Seeni e Latha (2000), os danos ocorridos nas raízes das plantas influenciam negativamente o processo de aclimatização.

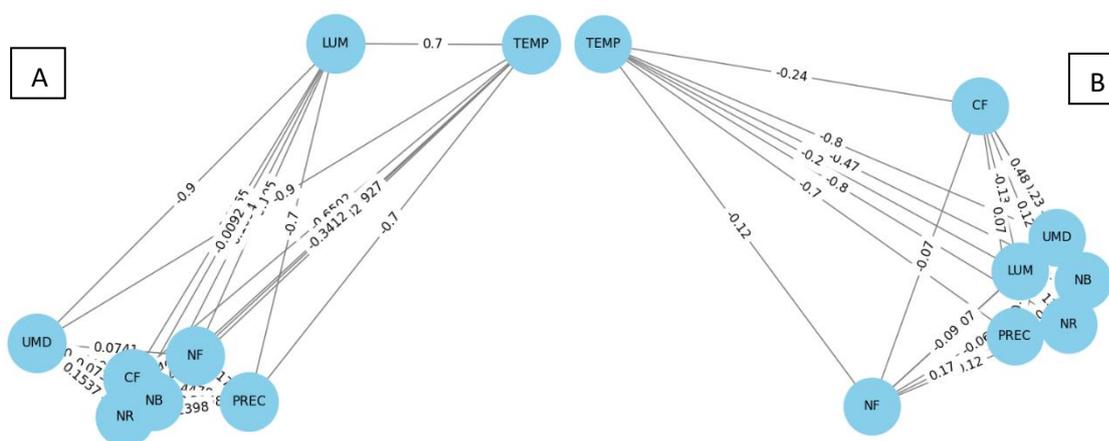
As raízes das orquídeas epífitas possuem uma camada de células mortas e esponjosas conhecida como velame. Durante a estação seca, essa camada é crucial para a absorção de ar e água do orvalho, que são armazenados para a sobrevivência das plantas. Já no período de maior precipitação, a umidade ambiente elevada melhora a capacidade de absorção das raízes, favorecendo o desenvolvimento das orquídeas. Esses efeitos foram observados na fase final do estudo, como destacado por Moreira et al. (2013). De maneira semelhante, Dorneles e Trevelin (2011) encontraram resultados comparáveis em seu estudo sobre a aclimatização e reintrodução de *Cattleya intermedia*. Eles notaram crescimento e surgimento de novas folhas apenas no final de um ano de estudo.

Em relação à disposição das plantas de orquídeas por pontos cardeais, o ponto Norte se destaca-se no forófito *A. aculeata* e *B. capitata*. Condição que pode ser explicada pelo fato da luminosidade neste ponto ser maior que nos outros, uma vez que, apesar da cobertura das copas dos forófitos apresentarem um sombreamento, este ponto é o que recebe intensidade luminosa durante a maior parte do dia, à medida que o sol, ao se deslocar no sentido Leste-Oeste, vai gradativamente, passando por toda a superfície da planta. Além disso, sabe-se que os gêneros *Cattleya* e seus híbridos preferem os locais mais iluminados (Takane et. al., 2006).

No forófito *B. capitata* (Figura 3-A), observa-se que a temperatura está correlacionada negativamente com todas as variáveis morfológicas, principalmente com o comprimento da folha, onde se verifica uma correlação negativa e significativa ($r = 0,65$, $p < 0,01$). Isso significa que quanto maior a temperatura existe a tendência de que sejam menores os comprimentos das folhas, número de folhas, número de raízes e número de brotos. A luminosidade não se correlacionou fortemente com as variáveis morfológicas. Por outro lado, quanto maior a umidade e precipitação maiores valores tende-se a observar nas variáveis morfológicas.

Figura 3

Gráfico de redes gerado a partir da matriz de correlações de Spearman, incluindo as variáveis morfológicas (comprimento da folha - CF, em cm; número de folhas - NF; número de brotos - NB; número de raízes - NR) e os parâmetros climáticos (temperatura - TEMP ($^{\circ}$ C); umidade - UMD (%); luminosidade - LUM ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$); precipitação pluviométrica - PREC (mm), para *C. nobilior* nos forófitos *B. capitata* (A) e *A. aculeata* (B) obtidos na região de Porto Nacional, Tocantins.



Observou-se uma correlação significativa entre o comprimento da folha e o número de brotos ($r = 0,74$, $p < 0,01$), indicando uma associação positiva entre essas variáveis. Esse resultado sugere que o aumento no número de brotos está associado a um aumento correspondente no comprimento das folhas. Além disso, verificou-se uma correlação positiva entre o número de brotos e o número de raízes ($r = 0,65$, $p < 0,01$), reforçando a relação favorável entre o crescimento dos brotos e o desenvolvimento das raízes.

No forófito *A. aculeata* a temperatura também se correlacionou negativamente com as variáveis morfológicas, principalmente com o número de raízes ($r = -0,80$, $p < 0,001$). Percebe-se que as variáveis número de raízes e número de brotos se correlacionaram positivamente com os parâmetros umidade, luminosidade e precipitação.

Comparativamente, entre os dois forófitos estudados, observa-se um padrão semelhante de correlações entre as variáveis morfológicas e os parâmetros climáticos. Em ambos os forófitos, existe uma correlação negativa significativa entre a temperatura e as variáveis morfológicas, destacando-se particularmente o comprimento das folhas. Isso sugere

que um aumento na temperatura está associado a uma diminuição correspondente no tamanho das folhas, bem como no número de folhas, raízes e brotos, tanto no forófito *B. capitata* quanto no *A. aculeata*. Além disso, tanto o aumento da umidade quanto da precipitação está correlacionado positivamente com as variáveis morfológicas em ambos os forófitos. No entanto, uma diferença notável é observada na correlação entre o número de brotos e o número de raízes, que é positiva apenas no forófito *B. capitata*. Apesar das semelhanças nas tendências gerais, as diferenças específicas nas correlações entre os forófitos destacam a complexidade das interações entre os fatores ambientais e as características morfológicas da espécie de orquídea estudada.

Considerações Finais

No forófito *B. capitata* as plantas de *C. nobilior* enfrentaram maiores dificuldades no processo de aclimatização em relação ao crescimento foliar, maior senescência e impactos gerados pela estação seca, o que no final refletiu em menor sobrevivência. Podendo-se concluir que a espécie forófito *A. aculeata* proporcionou melhores condições para a aclimatização, sobrevivência e desenvolvimento para *C. nobilior*. De modo geral os pontos cardeais Norte e Oeste proporcionaram maior sobrevivência e melhor aclimatização de *C. nobilior*.

Se observa que a temperatura e umidade são as variáveis climáticas que possuem maior influência em todo o processo de aclimatização, sobrevivência e desenvolvimento, uma vez que os melhores resultados de crescimento, aumento do comprimento da parte aérea, surgimento de novos brotos e aumento no número de raízes foram verificados no período chuvoso, onde as temperaturas são amenas e a umidade do ar elevada.

Não foi encontrado na literatura nenhum dado sobre a aclimatização e desenvolvimento de *Cattleya nobilior* ou qualquer outra espécie da família Orchidaceae, com referência ao posicionamento destes por pontos cardeais em forófitos. Portanto, é evidente a necessidade de realização de outros estudos com essa e outras espécies de orquídeas, utilizando a metodologia de disposição dos forófitos em relação aos pontos cardeais.

Considerando os resultados apresentados, é perceptível que as variações nas condições climáticas exercem um papel significativo na morfologia e sobrevivência das espécies de orquídeas no processo de aclimatização. Tanto o forófito *B. capitata* quanto o *A. aculeata* demonstraram uma correlação negativa entre a temperatura e as variáveis morfológicas, indicando uma resposta adaptativa a condições ambientais mais quentes. Por outro lado, o aumento da umidade e da precipitação parece favorecer o desenvolvimento das características morfológicas em ambas as espécies. A presença de correlações positivas entre o número de brotos e o número de raízes apenas no forófito *B. capitata* sugere diferenças sutis nas estratégias de crescimento entre as espécies.

O presente estudo ressalta a importância de considerar não apenas as características gerais dos forófitos, mas também suas características específicas, como a estrutura do caule, na avaliação de sua adequação como hospedeiros para outras espécies vegetais. Além disso, destaca a necessidade de pesquisas mais detalhadas para compreender melhor os mecanismos envolvidos na interação entre as plantas hospedeiras e as espécies associadas.

REFERÊNCIAS

- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., De Moraes, G., Leonardo, J., & Sparovek, G. (2013). Köppen's Climate Classification Map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6), 711-728.
- Ayres, M., Ayres Jr, M., Ayres, D. L., Santos, A. A. S. Bioestat 5.0 aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Belém: IDSM, 2007.364p.
- Barros, F. de, Vinhos, F., Rodrigues, V. T., Barberena, F. F. V. A., Frafa, C. N., Pessoa, E. N., Forster, W., Menini, N. F., Furtado, S. G., Nardy, C., Azevedo, C. O., & Guimarães, L. R. S. (2015). Orchidaceae. In Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB22653>. Acesso em: 04 jun. 2021.
- Chandra, S., Bandopadhyay, R., Kumar, V., & Chandra, R. (2010). Acclimatization of tissue cultured plantlets: From laboratory to land. *Biotechnology Letters*, 32(9), 1199-1205.
- Dorneles, L. T., & Trevelin, V. (2011). Aclimatização e reintrodução de *Cattleya intermedia* Graham ex Hook (Orchidaceae) obtidas por propagação in vitro. *Iheringia, Série Botânica*, 66(2), 167-174.
- Endres Júnior, D., Sasamori, M. H., Schmitt, J. L., & Droste, A. (2018). Survival and development of reintroduced *Cattleya intermedia* plants related to abiotic factors and herbivory at the edge and in the interior of a forest fragment in South Brazil. *Acta Botanica Brasilica*, 32(4), 555-566.
- Ferreira, W. M., & Suzuki, R. M. (2008). O cultivo in vitro de orquídeas como alternativa para a preservação de espécies nativas ameaçadas de extinção. In M. I. B. Loiola, I. G. Baseia, & J. E. Lichston (Orgs.), *Atualidades, desafios e perspectiva da botânica no Brasil* (pp. 67-68). Natal: Imagem Gráfica.
- Instituto Nacional de Meteorologia - INMET. (2024). Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Acesso em: 01/05/2024.
- Kämpf, A. N. (2005). *Produção comercial de plantas ornamentais* (2ª ed.). Guaíba: Agrolivros.
- Mayer, J. L. S., Ribas, L. L. F., Bona, C., & Quoirin, M. (2008). Anatomia comparada das folhas e raízes de *Cymbidium* Hort. (Orchidaceae) cultivadas ex vitro e in vitro. *Acta Botanica Brasilica*, 22(2), 323-332. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062008000200003>.
- Mayo, S. J., Bogner, J., & Boyce, P. C. (1997). *The genera of Araceae*. Continental Printing, Belgium.
- Mendonça, R. C., Felfili, J. M., Walter, B. M. T., Silva Júnior, M. C., Rezende, A. V., Filgueiras, T. S., Nogueira, P. E., & Fagg, C. W. (2008). Flora vascular do cerrado: Checklist com 12.356 espécies. In S. M. Sano, S. P. Almeida, & J. F. Ribeiro (Eds.), *Cerrado: Ecologia e flora* (pp. 417-1279). Embrapa-CPAC, Planaltina.
- Moreira, A. L., Silva, A. B., Santos, A., Reis, C. O. D., & Landgraf, P. R. C. (2013). *Cattleya walkeriana* growth in different micropropagation systems. *Ciência Rural*, 43, 1804-1810.

- Oliveira, S. L. A. de, Silva, K. L. F., Oliveira, R. J. de, Souza, M. J. de, Oliveira, J. R. G. de, & Ferreira, W. de M. (2021). In vitro germination, initial development and acclimatization of *Cattleya nobilior* Rchb. f. (Orchidaceae): An approach to curb the eventual endangerment of this exuberant, near-threatened Cerrado species. *Diversitas Journal*, 6(2), 2167-2191. <https://doi.org/10.17648/diversitas-journal-v6i2-1592>.
- Oliveira, J. R. G. (2018). *Análise da multiplicação e desenvolvimento inicial in vitro, e aclimatização de Encyclia flava (LINDL.) Porto & Brade (Orchidaceae)*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Tocantins, Porto Nacional.
- Pridgeon, A. M., Cribb, P. J., Chase, M. A., & Rasmussen, F. N. (2009). *Genera Orchidacearum, Epidendroideae (Part Two)* (5^a ed.). Oxford University Press.
- Python Software Foundation. (2024). Python 3.11.4. Disponível em <https://www.python.org>
- Ribeiro, J. F., & Walter, B. M. T. (2008). Fitofisionomias do bioma Cerrado. In S. M. Sano, S. P. Almeida, & J. F. Ribeiro (Eds.), *Cerrado: Ecologia e flora* (pp. 151-212). Embrapa-CPAC, Planaltina.
- Schmidt, G., & Zotz, G. (2002). Inherently slow growth in two Caribbean epiphyte species: A demographic approach. *Journal of Vegetation Science*, 13(4), 527-534.
- Seeni, S., & Latha, P. G. (2000). In vitro multiplication and eco-rehabilitation of the endangered Blue Vanda. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 61, 1-8.
- Sherlock, E. M. (2009). *Propagação in vitro de Encyclia alboxanthina Fowlie (Orchidaceae): Espécie endêmica da Chapada Diamantina-Bahia* (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual de Feira de Santana.
- Silva, A. B., Lima, P. P., Oliveira, L. E. S., & Moreira, A. L. (2014). In vitro growth and leaf anatomy of *Cattleya walkeriana* (Gardner, 1839) grown in natural ventilation system. *Revista Ceres*, 61, 883-890. <http://dx.doi.org/10.1590/0034-737X201461060001>.
- Silva, C. S., Araújo, L. G., Sousa, K. C. I., Silva, D. M., Siboy, S. T., & Faria, P. R. (2017). Germinação e desenvolvimento in vitro de orquídea epífita do Cerrado. *Ornamental Horticultura*, 23(1), 96-100. <http://dx.doi.org/10.14295/oh.v23i1.923>.
- Silva, E. F., Villa, F., & Pasqual, M. (2009). Meio de cultura Knudson modificado utilizado no cultivo in vitro de um híbrido de orquídea. *Scientia Agraria*, 10(4), 267-274. ISSN 1519-1125.
- Silva, J. A. T. da., Hossain, M. M., Sharma, M., Dobránszki, J., Cardoso, J. C., & Songjun, Z. (2017). Acclimatization of in vitro-derived *Dendrobium*. *Horticultural Plant Journal*, 3(3), 110-124. <http://dx.doi.org/10.1016/j.hpj.2017.07.009>.
- Slump, K. (2004). Lessons from the roots. *Orchids Magazine*, 74, 252-254.
- Soares, J. S., Rosa, Y. B. C. J., Macedo, M. C., Sorgato, J. C., Rosa, D. B. C. J., & Rosa, C. B. C. J. (2012). Cultivo in vitro de *Brassavola tuberculata* (Orchidaceae) em meio de cultura alternativo suplementado com diferentes concentrações de açúcar e carvão ativado. *Magistra*, 24, 226-233.
- Souto, J. S., Morimoto, J. M., Ferreira, W. M., Nakabashi, M., & Suzuki, R. M. (2010). Efeitos do ácido naftalenoacético no desenvolvimento in vitro de *Cattleya bicolor* (Orchidaceae). *Revista Brasileira de Biociências*, 8, 179-185.
- Takane, R. J., Faria, R. T., & Altafin, V. L. (2006). *Cultivo de orquídeas*. Brasília: Editora LK.
- Zandorá, A. P., Faria, R. T., Lone, A. B., & Hoshino, R. T. (2014). Substratos alternativos ao esfagno na aclimatização de plântulas de *Arundina graminifolia* "alba" (Orchidaceae). *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, 20(1), 7-12.