

## Efeito de fertilizantes NPK no crescimento inicial de mudas transplantadas de *Butia eriopatha*

*Effect of NPK fertilizers on the initial growth of transplanted seedlings of Butia eriopatha*

**Carlos Fellipe Meurer de Lima** <sup>\*1(ORCID 0000-0001-6788-4996)</sup>, **Andressa Vasconcelos Flores** <sup>2(ORCID 0000-0002-7507-8369)</sup>, **Lídia Klestadt Laurindo** <sup>3(ORCID 0000-0002-2785-5354)</sup>, **Milena Menegussi** <sup>4(ORCID 0000-0002-9623-7998)</sup>, **Heloisa Maria de Oliveira** <sup>2(ORCID 0000-0002-5130-7585)</sup>, **Luciana Magda de Oliveira** <sup>5(ORCID 0000-0001-7362-1041)</sup>, **Paulo César Flores Júnior** <sup>6(ORCID 0000-0002-0415-407X)</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, Brasil. \*Autor para correspondência: meurer.cf@gmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, SC, Brasil.

<sup>3</sup>Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, SC, Brasil.

<sup>4</sup>Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, Brasil.

<sup>5</sup>Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC, Brasil.

<sup>6</sup>Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, Brasil.

Submissão: 14/08/2023 | Aceite: 15/10/2023

### RESUMO

*Butia eriopatha* (Martius ex Drude) Beccari é uma palmeira endêmica da região sul do Brasil, de valor econômico e cultural. Atualmente, a espécie está classificada como ameaçada de extinção, devido à expansão agrícola, urbanização e dificuldades de propagação da espécie. O objetivo deste trabalho foi de avaliar o efeito de fertilizantes NPK no crescimento inicial de mudas transplantadas de *B. eriopatha*. As mudas foram obtidas de área de regeneração natural no município de Curitibanos (SC), e transplantadas para vasos de 2,6 L contendo substrato comercial Carolina Soil®. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em delineamento inteiramente casualizado. Para a análise do efeito dos fertilizantes, foram utilizados sete tratamentos, sendo eles a aplicação de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), nitrogênio, fósforo e potássio (NPK), fósforo e nitrogênio (PN), nitrogênio e potássio (NK) e fósforo e potássio (PK), contendo 20 repetições cada e totalizando 140 plântulas. Os fertilizantes utilizados no experimento foram ureia, superfosfato triplo e cloreto de potássio, aplicados em períodos quinzenais. A cada bimestre foi avaliado o diâmetro de colo e altura de estipe, durante 22 meses. O melhor tratamento para o crescimento biométrico de mudas de *B. eriopatha* transplantadas para substrato comercial Carolina Soil® foi a associação de fósforo e nitrogênio.

**PALAVRAS-CHAVE:** biometria; arecaceae; produção de mudas.

### ABSTRACT

*Butia eriopatha* (Martius ex Drude) Beccari is a palm tree endemic to the southern region of Brazil, of economic and cultural value. Currently, the species is classified as endangered, due to agricultural expansion, urbanization and difficulties in propagating the species. The objective of this study was to evaluate the effect of NPK fertilizers on the initial growth of transplanted seedlings of *B. eriopatha*. The seedlings were obtained from a natural regeneration area in the municipality of Curitibanos (SC), and transplanted to 2.6 L pots containing Carolina Soil® commercial substrate. The experiment was carried out in a greenhouse in a completely randomized design. To analyze the effect of fertilizers, seven treatments were used, namely the application of nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), nitrogen, phosphorus and potassium (NPK), phosphorus and nitrogen (PN), nitrogen and potassium (NK) and phosphorus and potassium (PK), containing 20 replicates each and totaling 140 seedlings. The fertilizers used in the experiment were urea, triple superphosphate and potassium chloride, applied every two weeks. Every two months, the neck diameter and stem height were evaluated for 22 months. The best treatment for the biometric growth of *B. eriopatha* seedlings transplanted to Carolina Soil® commercial substrate was the association of phosphorus and nitrogen.

**KEYWORDS:** biometry; arecaceae; seedling production.

## INTRODUÇÃO

O gênero *Butia* (Arecaceae) compreende 22 espécies de palmeiras nativas da América do Sul, conhecidas popularmente como butiás ou butiazeiros. Possuem importância econômica, cultural e ambiental em sua região de ocorrência, embora sejam espécies subutilizadas e negligenciadas. *Butia eriospatha* (Martius ex Drude) Beccari, comumente chamado de butiá da serra, é uma espécie endêmica dos estados do sul do Brasil, com ocorrência marcante na Floresta Ombrófila Mista (BARBIERI et al. 2022, HEIDEN & SANT'ANNA-SANTOS 2023, CARVALHO 2014).

A espécie se encontra em risco de extinção, devido à drástica redução do seu habitat natural nas últimas décadas decorrente da expansão agrícola e urbana, estando atualmente classificada como vulnerável na IUCN *Red List of Threatened Species*, vulnerável no Livro Vermelho da Flora Ameaçada do Brasil e criticamente em perigo na Lista de Espécies Ameaçadas do RS (NOBLICK 1998, CNCFLORA 2013, RIO GRANDE DO SUL 2014).

A produção de mudas de *B. eriospatha* via seminal é dificultada por taxas baixas e lentas de germinação, combinadas com dormência das sementes. Assim a técnica de resgate de plantas de locais de perturbação antrópica é uma alternativa viável para produção de mudas desta espécie. Entretanto, para garantir que as plantas resistam às variações climáticas no campo, é necessário produzir mudas de qualidade, que apresentem vigor da parte aérea e boa produção de massa foliar (GOETEN et al. 2023, GUARDIA et al. 2021, WENDLING et al. 2020).

Para que plantas manifestem seu potencial de crescimento e vigor no campo, é importante que elementos essenciais estejam presentes no solo para absorção pelas raízes, e a ausência dos mesmos pode afetar o crescimento e a produtividade. Estes elementos são classificados pela sua proporção na matéria seca das plantas, e o grupo dos macronutrientes primários englobam o Nitrogênio, constituinte estrutural da matéria orgânica e de complexos enzimáticos, o Fósforo, responsável por transferência de energia nas células, e o Potássio, elemento valioso para controle osmótico e atividade enzimática. Fertilizantes a base destes macronutrientes são conhecidos como NPK, e sua aplicação acelera o crescimento inicial das mudas. Assim, é possível reduzir custos de produção, pois a transferência das plantas para o campo pode ser realizada em menor prazo (ROSA et al. 2021, PRADO 2020, EMER et al. 2019).

De acordo com CARVALHO (2014), *B. eriospatha* apresenta crescimento lento, e desta forma, a demanda por mudas para produção comercial e recomposição ambiental acarreta na necessidade de pesquisas sobre a produção das mesmas, em especial técnicas que acelerem o crescimento inicial das plantas. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi de avaliar o efeito de fertilizantes NPK no crescimento inicial de mudas transplantadas de *B. eriospatha*.

## MATERIAL E MÉTODOS

As plântulas foram obtidas em área de regeneração natural localizada na região urbana de Curitiba (SC). O resgate foi realizado com o auxílio de pá, e foram selecionadas plântulas com altura no intervalo entre 1,0 e 3,0 cm, que foram então transplantadas para vasos de 2,6 L. O substrato utilizado foi Carolina Soil®, que é composto por turfa Sphagnum 70%, perlita 10% e palha de arroz torrefada 20%, e apresenta pH de 5,65±0,25, densidade de 220 kg m<sup>3</sup> e condutividade elétrica de 1,5±0,1 dS m<sup>-1</sup> (PRADELA et al. 2018).

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Campus Curitiba da Universidade Federal de Santa Catarina, em delineamento inteiramente casualizado. As mudas foram irrigadas com sistema automático via aspersor, com vazão de 0,9 a 1,0 L.min<sup>-1</sup>, ativado duas vezes ao dia durante dois minutos durante todo o experimento, de forma a reproduzir a pluviosidade média anual do município, que varia de 1.400 a 1.500 mm anualmente (WREGGE et al. 2012).

Para a análise do efeito dos fertilizantes, foram instalados sete tratamentos: aplicação de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), nitrogênio, fósforo e potássio (NPK), fósforo e nitrogênio (PN), nitrogênio e potássio (NK) e fósforo e potássio (PK), contendo 20 repetições cada e totalizando 140 plântulas. A aplicação dos fertilizantes ocorreu manualmente em períodos quinzenais, e foram utilizados ureia (45% de nitrogênio), superfosfato triplo (46% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e cloreto de potássio (60% K<sub>2</sub>O). A cada aplicação foram adicionados ao substrato 20 mg.L<sup>-1</sup> dos elementos nitrogênio, fósforo e potássio, de acordo com o

respectivo tratamento.

As avaliações biométricas ocorreram em intervalos bimestrais, e os caracteres avaliados foram diâmetro de colo das mudas e altura de estipe, com auxílio de paquímetro digital e régua. Apenas métodos não-destrutivos foram analisados, pois as mudas já possuíam destino pré-estabelecido para plantio com finalidade comercial. Os pressupostos da análise de variância indicaram distribuição anormal dos dados, sendo então utilizado o teste não-paramétrico Kruskal-Wallis para análise estatística, com nível de significância  $\alpha=0,05$  e probabilidade de 5%, no software Rstudio, versão 4.2.1.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados alcançados demonstram que a altura de estipe das mudas de *B. eriospatha* não foram influenciadas significativamente pelos diferentes tratamentos avaliados. Para o diâmetro de colo, foi encontrada diferença significativa entre os tratamentos, sendo que a maior média se deu na aplicação de fósforo e nitrogênio (PN) (Tabela 1).

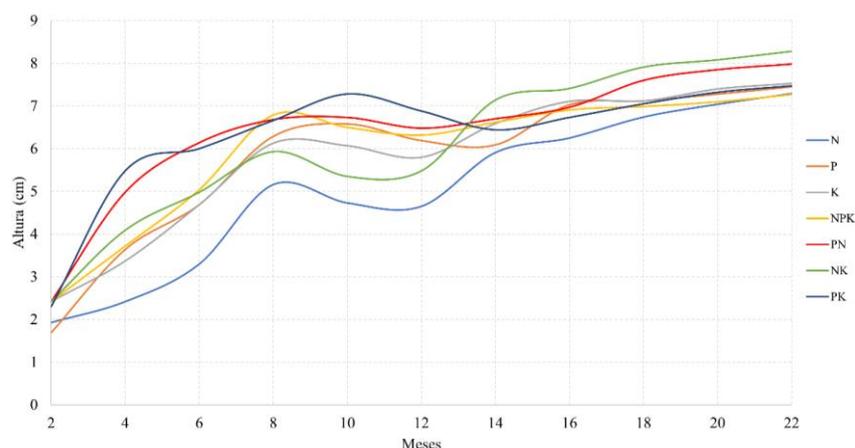
Tabela 1. Diâmetro de colo (mm) e altura de estipe (cm) de mudas de *Butia eriospatha* em resposta às fertilizações após 22 meses.

Table 1. Collar diameter (mm) and stem height (cm) of *Butia eriospatha* seedlings in response to fertilization after 22 months.

Tratamento	Altura de estipe (cm)	$\pm S$	Diâmetro de colo (mm)	$\pm S$
N	7,29 a	$\pm 2,26$	50,86 d	$\pm 19,25$
P	7,45 a	$\pm 1,28$	47,44 e	$\pm 11,30$
K	7,53 a	$\pm 1,37$	51,10 d	$\pm 21,42$
NPK	7,27 a	$\pm 1,16$	61,26 c	$\pm 14,90$
PN	7,98 a	$\pm 1,07$	70,88 a	$\pm 14,93$
NK	8,28 a	$\pm 1,45$	60,19 c	$\pm 15,52$
PK	7,47 a	$\pm 0,82$	67,52 b	$\pm 15,82$

N: Nitrogênio; P: Fósforo; K: Potássio; NPK: Nitrogênio; Fósforo e Potássio; PN: Fósforo e Nitrogênio; NK: Nitrogênio e Potássio; PK: Fósforo e Potássio. Fonte: os Autores (2023). \*Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si, pelo teste de Kruskal-Wallis aos 5% de probabilidade.

Analisando a Figura 01, é possível observar que aos quatro e dez meses de avaliação havia diferença de aproximadamente três centímetros para altura de estipe para as médias dos tratamentos PK e N. Contudo a partir dos dez meses houve uma estagnação do crescimento da altura de estipe e os tratamentos que haviam expressado um crescimento lento na altura conseguiram atingir médias próximas aos outros tratamentos. Desta forma, no final do experimento a variação das medias entre os tratamentos foi menor que 1 cm. FERRAZ et al. (2022) também observaram a estagnação do crescimento na altura de mudas de *Dyopsis lutescens* H. Wendl após 11 meses de avaliação.



N: Nitrogênio; P: Fósforo; K: Potássio; NPK: Nitrogênio; Fósforo e Potássio; PN: Fósforo e Nitrogênio; NK: Nitrogênio e Potássio; PK: Fósforo e Potássio.

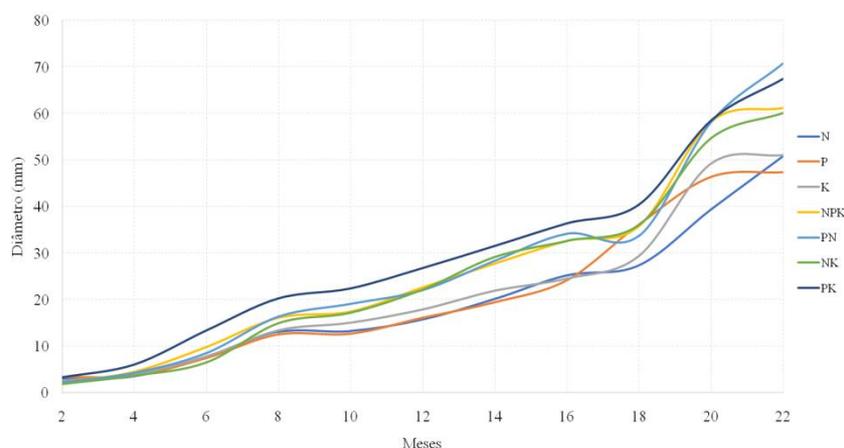
Figura 1. Crescimento das mudas de *Butia eriospatha* em relação à altura de estipe (cm) ao longo de 22 meses.

Figure 1. Growth of *Butia eriospatha* seedlings in relation to stem height (cm) over 22 months.

O volume do recipiente é um fator que influencia o desenvolvimento das plantas durante a fase de viveiro, uma vez que restringe o crescimento radicular e limita o crescimento em altura, reduz a área foliar e a produção de biomassa (OLIVEIRA et al. 2008). NASCIMENTO & GATTI (2020), avaliando a influência de diferentes volumes de recipientes em *Euterpe oleracea* Mart., observaram que as mudas com maior altura foram observadas nos recipientes maiores (1,9 L) e recomendaram que recipientes menores sejam utilizados apenas para permanência das mudas por curto período em viveiro, uma vez que o crescimento fica estagnado e representa elevação nos custos de produção de mudas. Desta forma, a estagnação do crescimento observada nas mudas de *B. eriospatha* provavelmente está associada ao efeito do volume do recipiente utilizado neste experimento (2,6 L).

Apesar da estagnação do crescimento da altura de estipe das mudas, nos primeiros meses foi possível observar que os tratamentos que apresentaram as melhores respostas foram a aplicação de Fósforo e Potássio (PK) e Fósforo e Nitrogênio (PN). Fertilizantes com Fósforo tem demonstrado resultados positivos para crescimento de outras espécies da família botânica Aceraceae, como *Rhapis excelsa* (Thunb.) Henry, que apresenta elevado crescimento de estipe quando aplicada fertilização fosfatada (LUZ et al. 2006).

Avaliando o desenvolvimento inicial de *Butia capitata* (Mart.) Becc. no norte de Minas Gerais, AQUINO et al. (2007) observaram que adições de fertilizantes não influenciaram no crescimento das mudas, atribuindo este fator à elevada fertilidade da região do experimento e à adaptabilidade da espécie em ambientes de baixa fertilidade. De acordo com FIOR (2011), mudas de butiás não possuem exigências elevadas quanto à adubação e pH, desenvolvendo-se bem em substratos orgânicos com densidade moderada. Além disso, não há recomendação de adubação para plantas adultas de butiás (LOPES et al. 2015). Entretanto, observa-se na Tabela 1 que houve diferenças significativas entre os tratamentos para a variável diâmetro de colo, e o crescimento das mudas durante o período experimental em relação a esta variável é demonstrado na Figura 2.



N: Nitrogênio; P: Fósforo; K: Potássio; NPK: Nitrogênio; Fósforo e Potássio; PN: Fósforo e Nitrogênio; NK: Nitrogênio e Potássio; PK: Fósforo e Potássio.

Figura 2. Crescimento das mudas de *Butia eriospatha* em relação ao diâmetro do colo (mm) ao longo de 22 meses.

Figure 2. Growth of *Butia eriospatha* seedlings in relation to stem diameter (mm) over 22 months.

Diferentemente do que ocorreu no parâmetro altura de estipe, nos primeiros 10 meses do experimento os fertilizantes não agregaram ganhos no diâmetro de colo de maneira que possibilitasse a diferenciação visual entre as aplicações de fertilizantes. Apenas após o décimo mês houve um crescimento acentuado em diâmetro de colo, que acabou diferenciando todos os tratamentos. Para esta variável, a aplicação de Fósforo e Nitrogênio (PN) foi o tratamento que apresentou resultado superior aos demais. Este resultado foi similar ao encontrado por ARAÚJO (2021), que observou que para *Euterpe precatoria* Mart., a adubação com nitrogênio e fósforo acarreta em uma interação positiva, favorecendo o crescimento das mudas e o aumento de massa seca da parte aérea. Além de influenciar positivamente teores foliares de

outros elementos, como enxofre, cálcio, zinco e ferro.

De maneira geral, plantas apresentam comportamento variado diante da fertilização fosfatada e as espécies pioneiras são as que mais absorvem fósforo para acumular matéria seca (SANTOS et al. 2008). Mesmo espécies climácicas da família *Arecaceae* têm demonstrado resultados positivos com a adubação fosfata, como *E. precatória*, que como observado por QUEIROZ NETO (2019), a elevação das dosagens de fósforo contribui para o crescimento das mudas. Além disso, SOPRANO et al. (2016), observaram acréscimo de matéria seca em função da adição de fósforo no substrato em mudas de *Archontophoenix* H.Wendl. & Drude spp.

Avaliando o desenvolvimento inicial de mudas de *B. odorata* (Barb. Rodr.) Noblick, FIOR (2011) observou que a espécie apresenta tendência a priorizar o desenvolvimento da espessura de estipe nos períodos de temperaturas mais baixas (inverno). Enquanto que em períodos mais quentes destina sua energia para diversas funções do desenvolvimento vegetativo. De maneira semelhante, as mudas de *B. eriospatha* na presente pesquisa aceleraram seu crescimento em diâmetro do colo a partir do oitavo mês de avaliação, que ocorreu em abril de 2020, no início do outono e quando as temperaturas na região de Curitiba (SC) ficam mais baixas, o que permitiu a diferenciação entre as médias dos tratamentos.

Nos resultados alcançados neste trabalho, é observado relevância da fertilização fosfatada para produção de mudas de *B. eriospatha*, uma vez que os dois melhores tratamentos para diâmetro de colo continham fósforo na sua composição. O fósforo possui funções fundamentais nas células vegetais, como captura e transferência de energia, formação de novos tecidos meristemáticos e constituição de materiais genéticos (REETZ 2017). Entretanto, neste experimento, para o tratamento de aplicação de fósforo sem associação a outro elemento não se observou respostas benéficas, o que sugere que novos estudos avaliando diferentes concentrações de fósforo sejam realizados, de forma que seja possível alcançar a formulação de fertilizante ideal para mudas de *B. eriospatha*.

O nitrogênio esteve associado ao potássio e ao fósforo, nos tratamentos que apresentaram os maiores valores para a altura do estipe. E para diâmetro de colo, esteve associado ao fósforo no tratamento com os maiores valores associados a variável avaliada. Evidenciando a necessidade de fertilização nitrogenada para a produção de mudas de *B. eriospatha*. O nitrogênio é considerado um nutriente estrutural, pois constitui a matéria orgânica, diversas enzimas responsáveis por reações bioquímicas e participa de reações de oxirredução (PRADO 2020). BEZERRA et al. (2018), avaliando fontes e doses de nitrogênio na produção de mudas de *Euterpe oleraceae* observaram a partir do índice de qualidade de Dickson (IQD) que a aplicação de uréia promove a produção de mudas de melhor qualidade. Entretanto, não observaram respostas significativas para altura da muda e diâmetro de colo.

Para crescimento em diâmetro de colo, pesquisas com outras espécies de palmeiras demonstraram correlação positiva com o aumento das doses de fertilização de potássio, como observado para *E. precatória* (BUTZKE et al. 2023) e *E. oleracea* (OLIVEIRA et al. 2011). Entretanto, para mudas de *B. eriospatha*, a adubação potássica não apresentou resultado positivo para a variável diâmetro de colo, sendo que apenas combinado com superfosfato triplo alcançou 67,52 mm, diferindo estatisticamente do melhor tratamento, mas sendo superior aos demais. O potássio é um elemento que apresenta elevada lixiviação no solo e, como observado por GOMES et al. (2002), não é esperado resultados positivos em longo prazo para espécies florestais. Desta forma, a dose aplicada de cloreto de potássio (KCl) pode não ter sido suficiente para superar as taxas do fertilizante perdidas pela lixiviação.

## CONCLUSÃO

Conclui-se que para a produção de mudas de *Butia eriospatha* em substrato comercial Carolina Soil®, a aplicação quinzenal de 20 mg.L<sup>-1</sup> de Fósforo e de Nitrogênio proporcionam um melhor diâmetro do colo. Recomenda-se que sejam realizados novos estudos com diferentes substratos e concentrações de fertilizantes para que seja possível estabelecer uma recomendação de fertilização ideal para a produção de mudas desta espécie.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO JC. 2021. Adubação nitrogenada e fosfatada para produção de mudas de Açazeiro Solteiro (*Euterpe precatória* Mart.). Tese (Doutorado em Agronomia). Rio Branco: UFAC. 113p.
- AQUINO CF et al. 2007. Resposta do coquinho-azedo à adubação mineral e orgânica em fase de desenvolvimento inicial. *Revista Brasileira de Agroecologia* 2: 1374-1377.

- BARBIERI RL et al. 2022. *Butia odorata*: a palmeira dos butiazais em Tapes e na Fazenda São Miguel. In: TOZETTI AM et al. (Orgs.). Patrimônio natural dos butiazais da Fazenda São Miguel. Porto Alegre: Editora Fi. p.15-37.
- BEZERRA JLS et al. 2018. Fontes e doses de nitrogênio na produção de mudas de açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart). Enciclopédia Biosfera 15: 541-553.
- BUTZKE AG et al. 2023. Production of *Euterpe precatoria* Mart. seedlings in response to different dosages of nitrogen and potassium. *Communicate Scientia Horticultural Journal* 14: 1-6.
- CARVALHO PER. 2014. Espécies arbóreas brasileiras. 5vol. Brasília: Embrapa.
- CNCFLOA. 2013. CENTRO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DA FLORA. Lista vermelha da flora ameaçada do Brasil. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <http://cnclora.jbrj.gov.br/portal/ptbr/listavermelha/ARECACEAE>. Acesso em: 18 maio 2023.
- EMER AA et al. 2019. Controlled release fertilizer used for the growth of *Campomanesia aurea* seedlings. *Ornamental horticulture* 26: 35-44.
- FERRAZ MV et al. 2022. Controlled release, organic or organomineral fertilizers for areca palm production. *Ornamental Horticulture* 28: 332-339.
- FIOR CS. 2011. Propagação de *Butia odorata* (Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Porto Alegre: UFRGS. 202p.
- GOETEN D et al. 2023. Effect of water content and biochemical cell state on the germination rate of cryopreserved *Butia eriopatha* embryos (Arecaceae). *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 152: 339-356.
- GOMES JM et al. 2002. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. *Revista Árvore* 26: 655-664.
- GUARDIA MC et al. 2021. Crescimento de *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman após resgate e realocação em unidade de conservação urbana. *Ciência Florestal* 31: 290-309.
- HEIDEN G & SANT'ANNA-SANTOS BF. 2023. *Butia* in Flora e Fungo do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://www.floradobrasil.jbrj.gov.br/FB15703>. Acesso em: 27 abr. 2023.
- LOPES R et al. 2015. Palmeiras nativas do Brasil. Brasília: Embrapa.
- LUZ PB et al. 2006. Efeitos de nitrogênio, fósforo e potássio no crescimento de *Raphis excelsa* (Thunberg) Henry ex. Rehder (Palmeira-Ráfia). *Ciência e Agrotecnologia* 30: 429-434.
- NASCIMENTO WMO & GATTI LAP. 2020. Produção de mudas de Açazeiro em recipientes de diferentes volumes. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. 24p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 143).
- NOBLICK L. 1998. The IUCN red list of threatened species IUCN, 1998. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org/species/38462/10114794>. Acesso em: 08 maio 2023.
- OLIVEIRA CJ et al. 2011. Crescimento inicial de mudas de açazeiro em resposta a doses de nitrogênio e potássio. *Revista Verde* 6: 227-237.
- OLIVEIRA JP et al. 2008. Crescimento de mudas micropropagadas de bananeira aclimatizadas nas condições da Amazônia sul ocidental sob a influência de diferentes substratos e recipientes. *Revista Brasileira de Fruticultura* 30: 459-465.
- PRADELA VA et al 2018. Fertilização com boro em plântulas de *Corymbia citriodora*. *Brazilian Journal of Biosystems Engineering* 12: 361-367.
- PRADO RM. 2020. Nutrição de plantas. 2.ed. São Paulo: Editora Unesp Digital.
- QUEIROZ NETO JC. 2019. Efeito das diferentes concentrações de nutrientes no crescimento do Açazeiro (*Euterpe precatoria* Mart.). Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas). Manaus: UFAM. 48p.
- REETZ HF. 2017. Fertilizantes e o seu uso eficiente. Tradução: Alfredo Scheid Lopes. São Paulo: ANDA.
- RIO GRANDE DO SUL. 2014. Decreto nº 52.109, de 1º de dezembro de 2014. Declara as espécies da flora nativa ameaçadas de extinção no Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Diário Oficial do Estado.
- ROSA DP et al. 2021 Liming and macronutrient on early growth of *Eucalyptus benthamii*. *Ciência Rural* 51: 1-10.
- SANTOS JZL et al. 2008. Crescimento, acúmulo de fósforo e frações fosfatadas em mudas de sete espécies arbóreas nativas. *Revista Árvore* 32: 799-807.
- SOPRANO E et al. 2016. Efeito de diferentes tratamentos no crescimento de mudas de Palmeira-Real-Australiana. *Revista de Agricultura* 91: 265-273.
- WENDLING I et al. 2020. Manual de produção de mudas clonais de erva-mate. Colombo: Embrapa Florestas. 47p. (Documento 336).
- WREGG MS et al (Ed). 2012. Atlas climático da região Sul do Brasil. 2.ed. Brasília: Embrapa.