

### III - Artigo Científico

## A qualidade fisiológica e a precisão experimental são afetadas pela posição e pelo tamanho das sementes de *Encholirium spectabile* (Bromeliaceae)

Edson Ferreira Duarte<sup>1</sup>, Maria Cristina Ferreira Alfaya<sup>2</sup>, Maria Angélica Pereira de Carvalho Costa<sup>3</sup>, Ana Cristina Vello Loyola Dantas<sup>3</sup> e Tatiana Góes Junghans<sup>4</sup>

#### Resumo

A colheita de sementes nativas pode causar variações nos resultados laboratoriais, que em parte se devem às características das espécies, mas também à variação na idade das sementes, produzindo resultados discrepantes nas análises. Em face a esses aspectos, hipotizamos que o tamanho, a posição dos frutos e sementes no escapo têm efeitos sobre a qualidade fisiológica de sementes e na precisão experimental. Para testar a hipótese, foram colhidos frutos/sementes de *E. spectabile* provenientes das posições proximal, mediana e distal, e sementes classificadas nas categorias pequenas e grandes. Foram determinadas medidas biométricas (comprimento, largura e espessura), massa de mil sementes, massa seca, condutividade elétrica, conteúdo de água, primeira contagem da germinação e a final. Para todas as variáveis, foram determinados o coeficiente de variação em cada posição no escapo e o erro padrão da média. Foi demonstrado que a posição e o tamanho das sementes afetam a germinação e o vigor, devendo-se usar sementes maiores por apresentarem melhor qualidade, pois a mistura das sementes resulta em perda da precisão experimental.

**Palavras-Chave:** *Caatinga; colheita; geminação; coeficiente de variação; bromélia, macambira.*

#### Abstract

**(The physiological quality and experimental accuracy of *Encholirium spectabile* (Bromeliaceae) seeds were influenced by their position and size)** The harvest of native seeds can result in variances in laboratory results, which are partly caused by the traits of the species but also by the variety in seed ages, contributing to conflicting results in the studies. Considering these factors, we hypothesize that the physiological quality of the seeds and the accuracy of the experiment are influenced by the size and position of fruits and seeds along the scape. *E. spectabile* seeds were taken from fruits in the proximal, median, and distal regions and separated into tiny and large and tested. Biometric measurements (length, width, and thickness), the mass of a thousand seeds, the dry mass, the electrical conductivity, the water content, the initial count of germination, the final germination were determinate. The mean standard errors and the coefficient of variance at each position of the scape for each of the variables were calculated. It has been demonstrated that the position and size of the seeds have an influence on germination and vigor. Larger seeds should be utilized since they are better quality and because the experiment loses precision when the seeds are mixed.

**Keywords:** *Caatinga; harvest; gemination; coefficient of variance; bromeliad, macambira.*

<sup>1</sup> Universidade Federal de Goiás, Instituto de Ciências Biológicas, Av. Esperança, s/n, Campus Samambaia, 74690-900, Goiânia, GO, Brasil. E-mail: efd@ufg.br

<sup>2</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Rua Barão de Camaçari, Barão De Camaçari, 48110-000 - Catu, BA, Brasil. E-mail: cristina\_alfaya@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Biológicas e Ambientais, Rua Rui Barbosa, 710, Centro, 44380-000 - Cruz das Almas, BA, Brasil. E-mail: mapcosta63@gmail.com, acloyola@ufrb.edu.br

<sup>4</sup> Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical, Rua Embrapa, s/n, Centro, 44380-000, Cruz das Almas, BA, Brasil. E-mail: tatiana.junghans@embrapa.br

## Introdução

Considerando o endemismo muito comum em Bromeliaceae (GIVNISH et al., 2011) é possível que essa seja uma das causas dos poucos estudos sobre a qualidade de sementes. Entretanto, esses trabalhos são de grande importância, pois dão suporte para estudos de conservação e propagação dessas espécies (ANDRADE; DEMATTÊ, 1999; SANTOS et al., 2005; TARRÉ et al., 2007).

São conhecidos estudos de germinação e vigor para algumas espécies de bromélias, entre elas, *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult.f. conhecida como macambira (DUTRA et al, 2010; ARAUJO et al., 2015; ARAUJO; SILVA, 2018; PIMENTA et al., 2022). Contudo, a posição das sementes nos frutos pode apresentar efeitos sobre a germinabilidade em razão da variação na maturação e/ou heteromorfismo (GUTTERMAN, 2000; TAMAKI et al., 2020). Em bromélias foram verificadas variações no tamanho das sementes (STREHL; BEHEREGARAY, 2006; DUARTE e CARNEIRO, 2009; DUARTE et al., 2010; FARIAS; DANTAS, 2022), que podem estar relacionadas às variações no investimento de fotoassimilados durante a formação das mesmas (FENNER, 1993; NOTARNICOLA et al., 2023).

As plantas nativas, por não terem sido domesticadas, podem apresentar mais variação nos trabalhos de pesquisa e nas rotinas laboratoriais que as espécies cultivadas, variações essas, detectadas pelo coeficiente de variação (CV). Essa é uma medida de precisão experimental e da dispersão dos dados, assim como também é o desvio e o erro padrão dos dados (PIMENTEL-GOMES, 2000; SANTANA; RANAL, 2004), que são amplamente utilizadas em trabalhos de pesquisa, como verificado nos estudos citados anteriormente. Essas medidas de dispersão e/ou precisão também são usadas na rotina de análise de sementes para a validação dos resultados e para a emissão dos laudos da qualidade de amostras/lotos (BRASIL, 2009).

O desvio padrão, o erro padrão e o CV, são medidas de dispersão e/ou precisão experimental em torno da média (SANTANA; RANAL, 2004). Cada amostra de sementes nativas carrega sua própria variação em razão da idade e das condições de formação (PENFIELD; MACGREGOR, 2017; PIZZA et al., 2020), conforme os estudos de maturação (TEIXEIRA et al., 2018; DUARTE et al., 2020). Assim, não se deve comparar a grandeza dessas medidas de precisão experimental de forma absoluta, visto que o número de repetições/sementes em cada subamostra tem efeitos sobre o cálculo da variância e consequentemente sobre o cálculo do erro padrão e o CV. Contudo, essa última medida de dispersão/precisão (CV), quando apresentada em porcentagem, minimiza esse aspecto por trazer toda a variação para uma escala de 0-100.

Há necessidade de ampliar a compreensão e a aplicação dessas medidas de dispersão de dados para a sementes nativas, visando a melhoria da qualidade das amostras/lotos de sementes. Para tanto, levantamos a hipótese que o tamanho e a posição dos frutos e sementes no escapo têm efeitos sobre a qualidade fisiológica de sementes e na precisão experimental e, consequentemente, na rotina de análise. Para testar a hipótese, foram colhidos frutos e sementes de *E. spectabile*, bromélia conhecida popularmente como macambira, nativa da Caatinga, mas com ocorrência registrada no Cerrado e na Mata Atlântica, sobre afloramentos rochosos. Essa espécie apresenta variação na idade dos frutos e sementes devido à antese acrópeta na inflorescência (BESSA 1982; GIVNISH et al., 2011; FORZZA et al., 2023).

## Material e Métodos

Foram colhidos escapos maduros contendo frutos fechados, em 10 plantas de macambira (*E. spectabile*) ocorrentes naturalmente em um afloramento rochoso (Figura 1a) no município de Morro do Chapéu, BA, em 2009. Os frutos foram separados em três posições (distal, mediana e proximal) do escapo (Figura 1b).



**Figura 1.** Localização das plantas de macambira [*Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult.f. (Bromeliaceae)] e posição dos frutos no escapo, Morro do Chapéu, Bahia, Brasil. a. Planta frutificando em afloramento rochoso; b. Detalhe do escapo destacando a posição dos frutos. Mapas adaptados de Google Earth.

As sementes foram retiradas dos frutos de cada posição e classificadas em pequenas e grandes, com o auxílio de uma peneira de malha de arame de 3 mm, constituindo seis subamostras (sementes proximais grandes; sementes proximais pequenas; sementes medianas grandes, sementes medianas pequenas; sementes distais grandes; sementes distais pequenas).

Foram determinadas as seguintes variáveis:

*Dimensões das sementes* – foram avaliados o comprimento, a largura e a espessura, com o auxílio de um paquímetro digital (Digimess) em uma amostra de 20 sementes pequenas e grandes de cada posição. Os resultados médios foram expressos em milímetros (mm).

*Massa de mil sementes* – foram utilizadas oito repetições de 100 sementes (BRASIL, 2009) pequenas e grandes das três posições dos escapos. A massa das 100 sementes foi convertida para a massa de mil sementes.

*Conteúdo de água e massa seca* – foram determinados pelo método da estufa a  $105\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$  por 24h (BRASIL, 2009) em quatro repetições de 100 sementes, para cada categoria de tamanho (pequenas e grandes) e posição no escapo (distal, mediana, proximal). Os resultados médios da massa seca de 100 sementes foram expressos em miligramas (mg) e o conteúdo de água em porcentagem.

Foram avaliadas a condutividade elétrica, a germinação e o índice de velocidade de germinação, conforme detalhamento a seguir:

*Condutividade elétrica (CE)* – utilizou-se quatro repetições de 100 sementes / tamanho / posição no escapo,

utilizando-se 25 mL de água destilada, mantidas a  $25\text{ °C}$  e avaliada após 14 horas, quando se verificou tendência de estabilização nas leituras na maioria das amostras. O conteúdo de água das sementes utilizadas para a determinação da CE foi previamente ajustado para 10% em câmara úmida e/ou utilizando dessecador de vidro contendo sílica gel, sendo avaliado até atingir o conteúdo de água desejado, com o uso da equação adaptada de CROMARTY et al. (1985) apresentada a seguir:

$$U2 = 100 - ((MU1 (100 - U1)) / MU2)$$

Em que: MU = Massa úmida (g) e U = Teor de água (%).

*Germinação* – foram utilizadas quatro repetições de 100 sementes, sobre duas folhas de papel do tipo mata-borrão, umedecidas com volume de água destilada equivalente a 2,5 vezes sua massa, conforme indicações de BRASIL (2009). As sementes foram mantidas em caixas plásticas transparentes (11 x 11 x 5 cm) dotadas de tampas, em câmaras germinadoras tipo BOD a  $25\text{ °C}$  sob 12 horas de luz ao dia. As avaliações foram aos 7 e aos 14 dias, considerando germinadas as sementes em que houve protrusão da bainha cotiledonar, semelhante aos critérios utilizados por ARAÚJO e SILVA (2018).

A análise estatística foi feita em um esquema inteiramente casualizado, utilizando o teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade para a comparação das médias. Foram calculados erros padrões das médias e os coeficientes de variação (CV) em porcentagem, para as variáveis avaliadas nas sementes em cada posição do escapo e o CV Total, visando à verificação da posição das

sementes na precisão experimental (PIMENTEL-GOMES, 2000).

## Resultados e Discussão

*Dimensões, massa e água nas sementes* - A caracterização biométrica das sementes demonstrou medidas maiores para o comprimento das sementes grandes, obtidas nas posições mediana e proximal do escapo, enquanto a largura e massa seca superaram as determinações das sementes pequenas apenas na posição proximal (Tabela 1). A espessura foi maior nas sementes grandes, independente da posição, embora na posição proximal, sementes pequenas e grandes apresentaram valores semelhantes estatisticamente. Da mesma forma, não houve diferença entre a massa de mil sementes grandes, nas três posições do escapo. As sementes grandes da região proximal apresentaram maior massa seca, o que demonstrou um maior investimento na formação de sementes da posição proximal, uma vez que o florescimento é acrópico em *E. spectabile*, e as sementes tiveram mais tempo para se formarem. De forma semelhante, BAZZAZ et al. (2000), discutindo aspectos relativos ao tamanho das sementes, relataram que pode estar relacionada à posição em que se formam na planta, o que também foi observado nos estudos realizados por TAMAKI et al. (2020) e por FARIAS e DANTAS (2022) em *Alcantarea imperialis* (Carrière) Harms e *Neoglaziovia variegata* (Arruda) Mez, respectivamente. Porém, outros aspectos também podem influenciar no tamanho, sendo verificados incrementos no crescimento nas sementes em função da maturação como na bromélia *Dyckia goehringii* Gross & Rauh (DUARTE; CARNEIRO, 2009), que tem inflorescências, frutos e sementes semelhantes aos de *E. spectabile*. Isso sugere que sementes de outras espécies de bromélia, com diferentes tamanhos e/ou originadas de diferentes posições do escapo floral podem ter desempenho similar aos verificados no presente estudo.

As variações observadas nas dimensões das sementes são também resultado direto da estrutura

reprodutiva, pois os frutos de todas as posições são do tipo cápsulas, exibindo três carpelos fusiformes. Desse modo, no mesmo carpelo, como resultado da compressão das paredes do pericarpo são formadas sementes pequenas na porção distal dos frutos. Esse tipo de fruto foi observado por DUARTE e CARNEIRO (2009) em *D. goehringii*. De forma semelhante, as cápsulas de *E. spectabile* também afetam as dimensões das sementes (ARAÚJO et al., 2015), de acordo com a posição que ocupam no interior de cada carpelo.

O conteúdo de água variou de 7,2 a 10,2% entre as sementes grandes e pequenas da região proximal, sendo essa a maior variação observada. Sementes grandes das posições mediana e distal do escapo também apresentaram maior conteúdo de água que as da região proximal, o que pode ser explicado por uma maior concentração de carboidratos solúveis nas sementes mais jovens, uma vez que essas substâncias são higroscópicas (DUARTE et al., 2020; 2022).

*Germinação e vigor* - A condutividade elétrica, a primeira contagem da germinação e a germinação final das sementes de *E. spectabile* estão apresentadas na Tabela 2.

Podem ocorrer perda de solutos na primeira fase do processo de reidratação e esses solutos podem aumentar a condutividade elétrica (CE) da solução envolvente das sementes, verificando-se que as sementes proximais e as maiores das posições mediana e distal perderam menos eletrólitos para a solução de embebição ( $p < 0,05$ ) (Tabela 2), o que sinaliza uma melhor qualidade. O rápido restabelecimento da permeabilidade seletiva da membrana plasmática demonstra menor deterioração e/ou maior vigor (GUOLLO et al., 2017). A rápida recuperação da permeabilidade seletiva da membrana plasmática nas sementes da porção proximal demonstrou que as variações na CE não dependem apenas do tamanho. Maiores CE têm sido observadas em sementes menores de diversas espécies vegetais (AOSA, 1983), que ainda podem estar em formação (DUARTE; CARNEIRO, 2009; DUARTE et al., 2020; DUARTE et al., 2022), o que pode explicar os resultados das sementes de *E. spectabile*.

**Tabela 1.** Dimensões médias (comprimento, largura e espessura), massa de mil sementes, massa seca e conteúdo de água de sementes pequenas e grandes em três posições do escapo (distal, mediana e proximal) de macambira [*Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult.f. (Bromeliaceae)], colhidas em Morro do Chapéu, Bahia, Brasil.

Posição/Sementes		Comprimento (mm)	Largura (mm)	Espessura (mm)	Mil sementes (mg)	Massa seca (mg)	Água (%)
<b>Distal</b>	Pequenas	2,05 ± 0,33 d	1,21 ± 0,16 c	0,38 ± 0,18 c	259,5 ± 42,3 c	19,4 ± 1,6 d	8,1 ± 3,1 cd
	Grandes	3,04 ± 0,39 b	2,15 ± 0,41 b	0,46 ± 0,15 a	731,2 ± 134,8 a	54,7 ± 6,4 b	8,7 ± 0,4 ab
<b>Mediana</b>	Pequenas	2,18 ± 0,33 d	1,15 ± 0,18 c	0,37 ± 0,13 c	326,6 ± 21,2 bc	22,6 ± 1,6 cd	8,4 ± 2,3 bc
	Grandes	3,35 ± 0,24 a	2,15 ± 0,36 b	0,45 ± 0,13 a	718,3 ± 21,2 a	49,2 ± 2,3 b	8,8 ± 0,4 ab
<b>Proximal</b>	Pequenas	2,43 ± 0,35 c	1,17 ± 0,16 c	0,40 ± 0,13bc	372,5 ± 18,7 b	27,1 ± 1,6 c	10,2 ± 2,0 a
	Grandes	3,54 ± 0,26 a	2,38 ± 0,39 a	0,42 ± 0,10ab	724,9 ± 93,2 a	65,2 ± 3,1 a	7,2 ± 0,7 d
<b>CV (%)</b>	<b>Distal</b>	24,0	33,8	40,0	55,9	52,2	24,6
	<b>Mediana</b>	23,8	35,1	32,3	42,0	39,9	18,2
	<b>Proximal</b>	21,3	38,2	28,8	35,2	44,4	23,9
	<b>Total</b>	<b>23,7</b>	<b>35,7</b>	<b>33,8</b>	<b>43,3</b>	<b>45,5</b>	<b>21,5</b>

Médias seguidas dos erros padrões e por letras minúsculas distintas, nas colunas, diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Kruskal-Wallis.

A primeira avaliação da germinação das sementes de *E. spectabile* foi aos sete dias (PCG%) e da germinação final, aos 14 dias (GE%), diferenciando o potencial germinativo das sementes das diferentes posições e tamanhos (Tabela 2). A germinação final variou de 89,0% a 94,0% em sementes grandes, o que foi semelhante aos resultados observados em sementes grandes da mesma espécie por outros autores (ARAÚJO et al., 2015; ARAÚJO; SILVA, 2018; PIMENTA et al., 2022) e para as sementes proximais de outras espécies de bromélias (TAMAKI et al., 2020; FARIAS; DANTAS, 2022). Contudo, a avaliação adicional da primeira contagem da germinação (PCG) aos sete dias demonstrou que as sementes pequenas da região proximal e as grandes das porções mediana e distal tiveram desempenho maior.

*Dispersão/precisão dos dados* - Ao analisarmos a dispersão/precisão dos dados, que estão apresentados nas Tabelas 1 e 2 (erro padrão e CV) chegamos ao aspecto que estimulou o presente estudo. Verifica-se que os CVs das dimensões das sementes variou entre 20% e 40% (Tabela 1) e indicaram que essas variáveis apresentam grande variação, independente de onde foram obtidas no escapo.

O erro padrão da média é uma medida de precisão experimental exclusiva de cada amostra e é distinta para cada variável, mas demonstrou que sementes pequenas apresentam maior dispersão nos dados para a CE e para a GE, o que não foi verificado para a PCG.

A variação na massa de mil sementes dentro de cada posição resultou em CV% maior do que 35% (Tabela 1), demonstrando elevada heterogeneidade dessa variável. Os incrementos no CV da massa de mil sementes da posição proximal para a distal, demonstraram maior dispersão dos dados dessa variável à medida que as sementes são formadas mais tardiamente. Uma vez que acentuou-se a diferença entre as massas das sementes grandes e pequenas da posição distal. Essa mesma tendência foi observada por FARIAS; DANTAS (2022) ao estudarem *N. variegata*. Uma aplicação prática desse aspecto é que do ponto de vista ecológico, sementes com massa heterogênea resultam na variabilidade do comportamento germinativo, uma vez que as reservas presentes nas sementes têm relação com o crescimento e estabelecimento das plântulas (LEISHMAN et al., 2000). Adicionalmente, a variação do tamanho das sementes pode ser estratégica para perpetuação da espécie sob condições ambientais variáveis ou extremas. Já foi demonstrado que sementes maiores germinam mais sob

temperaturas elevadas e as menores são beneficiadas pela redução da temperatura (NOTARNICOLA et al., 2023), essas condições podem ser verificadas nos afloramentos rochosos, local de ocorrência de *E. spectabile*. DUARTE

et al. (2010) demonstraram que sementes grandes da bromélia *D. goehringii* germinaram mais e em menor tempo sob temperaturas de 25 °C e de 30 °C.

**Tabela 2.** Germinação e vigor de sementes pequenas e grandes e coeficiente de variação (CV%) de três posições dos escapos de macambira [*Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. f. (Bromeliaceae)]. CE: Condutividade elétrica após 14 horas. PCG: Primeira contagem da germinação aos sete dias. GE: Germinação aos 14 dias.

Posição / Sementes		CE ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-3}\cdot\text{g}^{-1}$ ) 14h	PCG (%) 7dias	GE (%) 14 dias
<b>Distal</b>	Pequenas	1064,6 ± 107,0 a	30,3 ± 12,3 bc	56,2 ± 6,7 c
	Grandes	489,9 ± 20,8 c	49,3 ± 27,7 ab	94,0 ± 1,2 a
<b>Mediana</b>	Pequenas	737,3 ± 86,9 b	20,3 ± 22,0 c	61,5 ± 2,2 c
	Grandes	509,9 ± 53,6 c	60,8 ± 40,7 a	89,0 ± 1,7 b
<b>Proximal</b>	Pequenas	542,3 ± 74,3 c	61,8 ± 14,6 a	75,5 ± 4,3 b
	Grandes	379,1 ± 22,7 c	48,0 ± 23,0 ab	93,3 ± 0,9 a
<b>CV (%)</b>	<b>Distal</b>	40,6	56,1	29,3
	<b>Mediana</b>	22,2	91,9	20,1
	<b>Proximal</b>	19,7	35,2	13,1
	<b>Total</b>	<b>39,0</b>	<b>60,2</b>	<b>21,2</b>

Médias seguidas dos erros padrões e por letras minúsculas distintas, nas colunas, diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Kruskal-Wallis.

Quando se analisa os CVs das posições dos frutos / sementes no escapo, para maioria das variáveis avaliadas nas sementes de *E. spectabile* (Tabelas 1 e 2) verifica-se que houve uma tendência de variação decrescente da posição distal, para a mediana e para proximal. Esses CVs também indicaram que pode ocorrer perda de precisão experimental ao se tomar sementes de todas as posições indistintamente, conforme sinalizou o aumento do CV Total, o que, também, foi verificado por FARIAS e DANTAS (2022). Nessas situações, o CV Total não representará apenas a variação natural contida em uma variável, mas um menor grau de precisão nos procedimentos de análise, conforme indicado por Pimentel-Gomes (2000). A mistura de sementes com variação na qualidade também resulta em redução da qualidade dos lotes, conforme tem sido verificado em espécies cultivadas (DAVID et al., 2013).

Os resultados apresentados demonstraram a necessidade de cuidados nos procedimentos de colheita de

sementes de *E. spectabile* e que a separação de sementes maiores e de sementes menores, pode aumentar a precisão nos procedimentos experimentais e de análise laboratorial. Esse aspecto também deve ser adotado para frutos/sementes de outras espécies nativas que apresentam variação de idade e tamanho, visando melhorar a precisão experimental e reduzir o erro nas análises laboratoriais.

### Conclusão

A posição e o tamanho das sementes de macambira afetam a germinação e o vigor.

A mistura das sementes das diferentes posições do escapo resulta em perda da precisão experimental na análise laboratorial, recomendando-se a colheita e a posterior separação das sementes em diferentes posições do escapo e dimensões para uma avaliação adequada de sua qualidade.

## Referências

- ANDRADE, F. S. A.; DEMATTÊ, M. E. S. P. Estudo sobre produção e comercialização de bromélias nas regiões sul e sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 5, p. 97-110, 1999.
- AOSA. Association of Official Seeds Analysts. **Seed vigor testing handbook**. Lincoln: AOSA, 1983.
- ARAÚJO, A. V. et al. Morfologia de frutos, sementes e plântulas e avaliação do potencial germinativo de *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult. f., (Bromeliaceae). **Enciclopédia Biosfera**, v. 11, p. 22-78, 2015.
- ARAÚJO, A. V.; SILVA, M. A. D. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult. f. **Ciência Florestal**, v. 28, p. 56-66, 2018.
- BAZZAZ, F. A.; ACKERLY, D. D.; REEKIE, E. G. Reproductive allocation in plants. In: FENNER, M. **Seeds: the ecology of regeneration in plant communities**. Wallingford: CABI Publishing, 2000. p. 1-30.
- BESSA, M. N. **A macambira: bromélia forrageira**. 2. ed., Natal: EMPARN, 1982. 135p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399p.
- CROMARTY, A. S.; ELLIS, R. H.; ROBERTS, E. H. **Design of seed storage facilities for genetic conservation**. Rome: IBPGR, 1985. 100p.
- DAVID, A. M. S. S. et al. Physiological quality of castor bean seeds originating from different racemes in the plant. **Journal of Seed Science**, v. 35, p. 248-254, 2013.
- DUARTE, E. F.; CARNEIRO, I. F. Qualidade fisiológica de sementes de *Dyckia goehringii* Gross & Rauh (Bromeliaceae) em função do estágio de maturação dos frutos. **Bioscience Journal**, v. 25, p. 161-171, 2009.
- DUARTE, E. F. et al. Características físicas e germinação de sementes de *Dyckia goehringii* Gross & Rauh (Bromeliaceae) sob diferentes temperaturas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, p. 422-429, 2010.
- DUARTE, E. F. et al. Maturação de frutos e sementes de inhaíba (*Lecythis lurida* [Miers] S. A. Mori - Lecythidaceae). **Revista de Biologia Neotropical**, v. 17, p. 15-34, 2020.
- DUARTE, E. F. et al. Maturação de frutos e sementes de sapucaia (*Lecythis pisonis* Cambess. - Lecythidaceae). **Revista de Biologia Neotropical**, v. 19, p. 50-68, 2022.
- DUTRA, A. S.; TEÓFILO, E. M.; MEDEIROS FILHO, S. Germinação de sementes de macambira (*Bromelia lacinosa* Mart. ex Schult). **Revista Caatinga**, v. 23, p. 1-17, 2010.
- FARIAS, L. A. A. C.; DANTAS, B. F. Morphometric characterization and functional traits of fruits and seeds of *Neoglaziovia variegata* (Arruda) Mez. **Journal of Seed Science**, v.44, e202244021, 2022.
- FENNER, M. **Seed ecology**. London: Chapman & Hall, 1993. 151p.
- FORZZA, R.C. et al. **Bromeliaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2015. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB16601>>. Acesso em: 20 fev. 2023.
- GIVNISH, T. J. et al. Phylogeny, adaptive radiation, and historical biogeography in Bromeliaceae: insights from an eight-locus plastid phylogeny. **American Journal of Botany**, v. 28, p. 872-895, 2011.
- GUOLLO, K. et al. Teste de condutividade elétrica individual aplicado em sementes de espécies florestais. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 16, p. 374-382, 2017.
- GUTTERMAN, Y. Maternal effects on seeds during development. In: FENNER, M. **Seeds: the ecology of regeneration in plant communities**. Wallingford: CABI Publishing, 2000. cap. 3, pp. 59-84.
- LEISHMAN, M. R. et al. The evolutionary ecology of seed size. In: FENNER, M. **Seeds: the ecology of regeneration in plant communities**. Wallingford: CABI Publishing, 2000. pp. 31-57.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, p. 176-177, 1962.

- NOTARNICOLA, R. F. et al. Effects of warming temperatures on germination responses and trade-offs between seed traits in an alpine plant. **Journal of Ecology**, v. 111, p. 62-76, 2023.
- PENFIELD, S.; MACGREGOR, D. R. Effects of environmental variation during seed production on seed dormancy and germination. **Journal of Experimental Botany**, v. 68, p. 819-825, 2017.
- PIMENTA, J. M. A. et al. Germinação de sementes e morfologia de plântulas de *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult. F. **Arrudea**, v. 8, p. 2-9, 2022.
- PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14 ed., Piracicaba: USP/ESALQ, 2000. 477p.
- PIZZA, R.; ESPELAND, E.; ETTERSON, J. Eight generations of native seed cultivation reduces plant fitness relative to the wild progenitor population. **Evolutionary Applications**, v. 14, p. 1816-1829, 2021.
- SANTANA, D. G.; RANAL, M. A. **Análise da germinação: um enfoque estatístico**. Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 2004. 248p.
- SANTOS, A. J.; BITTENCOURT, A. M.; NOGUEIRA, A. S. Aspectos econômicos da cadeia produtiva das bromélias na região metropolitana de Curitiba e Litoral Paranaense. **Floresta**, v. 35, p. 409-417, 2005.
- STREHL, T.; BEHEREGARAY, R. C. P. Morfologia de sementes do gênero *Dyckia*, subfamília Pitcairnioideae (Bromeliaceae). **Pesquisas, série Botânica**, n. 57, p. 103-120, 2006.
- TAMAKI, V. et al. Armazenamento de sementes colhidas em diferentes posições do escapo floral para obtenção de plantas da bromélia imperial - *Alcantarea imperialis*. **Rodriguésia**, v. 71, e. 02832018. 2020.
- TARRÉ, E. et al. Germinability after desiccation, storage and cryopreservation of seeds from endemic *Encholirium* Mart. ex Schult. & Schult. f. and *Dyckia* Schult. & Schult. f. species (Bromeliaceae). **Acta Botânica Brasilica**, v. 21, p. 777-783, 2007.
- TEIXEIRA, F. P. et al. Maturation and desiccation tolerance in seeds of *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. **Floresta e Ambiente**, v. 25, e. 20160419, 2018.