

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ

RAYANE SILVA BUENO

DIFERENÇAS POPULACIONAIS NA MORFOLOGIA E DESENVOLVIMENTO
DAS SEMENTES DE *Dyckia encholirioides* (Gaudich.) Mez.

Paranaguá
2023

RAYANE SILVA BUENO

DIFERENÇAS POPULACIONAIS NA MORFOLOGIA E DESENVOLVIMENTO
DAS SEMENTES DE *Dyckia encholirioides* (Gaudich.) Mez.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ambientes Litorâneos e Insulares, na Universidade Estadual do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Pablo D. Borges Guilherme

Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Paula C. Benetton Vergilio

Paranaguá
2023

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da UNESPAR e Núcleo de Tecnologia de Informação da UNESPAR, com Créditos para o ICMC/USP e dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Bueno, Rayane Silva
DIFERENÇAS POPULACIONAIS NA MORFOLOGIA E
DESENVOLVIMENTO DAS SEMENTES DE *Dyckia*
encholirioides (Gaudich.) Mez. / Rayane Silva
Bueno. -- Paranaguá-PR, 2023.
53 f.: il.

Orientador: Pablo Damian Borges Guilherme.
Coorientador: Paula Cristina Benetton Vergilio.
Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação
Mestrado Acadêmico em Ambientes Litorâneos e
Insulares) -- Universidade Estadual do Paraná, 2023.

1. Bromélia. 2. Morfometria. 3. Germinação. I -
Guilherme, Pablo Damian Borges (orient). II -
Vergilio, Paula Cristina Benetton (coorient). III -
Título.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ
Campus de Paranaguá

Credenciada pelo Decreto nº 9538, de 05/12/2013 - D.O.E. 05/12/2013
Recredenciada pelo Decreto nº 2374, de 14/08/2019 - D.O.E. 14/08/2019
Rua Comendador Correa Junior, nº 117 - Centro - CEP: 83203-560 - Fone: (41) 3423-3644
PARANAGUÁ - PARANÁ
<http://paranagua.unespar.edu.br>



ATA DE DEFESA PÚBLICA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO AMBIENTES LITORÂNEOS E INSULARES – PALI

No dia 13 de julho de 2023, às 15h, reuniu-se a banca examinadora da dissertação de mestrado da discente Rayane Silva Bueno, orientada do professor Dr. Pablo Damian Borges Guilherme, com o título "Diferenças populacionais na morfologia e desenvolvimento das sementes de *Dyckia encholirioides* (Gaudich.) Mez.". A apresentação e defesa pública do trabalho ocorreu no Auditório Luís Carlos no campus Paranaguá da Unespar. Após a apresentação pública e arguição pelos membros da banca a dissertação foi considerada: Aprovada.

Observações e sugestões da banca: Acatar as sugestões da banca.

A sessão foi encerrada às 17h.

ESTE DOCUMENTO NÃO CONFERE O TÍTULO DE MESTRE, que depende de outros requisitos, dentre os quais a entrega da dissertação definitiva.

A banca foi composta pelos professores doutores abaixo, que assinam a presente ata:

Dr. Pablo Damian Borges Guilherme (PALI - UNESPAR) - Orientador e presidente da banca

Ass: _____

Dra. Paula Cristina Benetton Vergilio (UNESPAR - Paranaguá) - Coorientadora

Ass: _____

Dr. Rodrigo de Andrade Kersten (PUCPR) - Examinador

Ass: _____

Dr. Luís Fernando Roveda (UNESPAR - Paranaguá) - Examinador

Ass: _____



Rua Comendador Corrêa Junior nº 117 - Caixa Postal 236 - Centro - CEP 83203-560 - Paranaguá - Paraná
Fone: (41) 3423-3644 - Fax: (41) 3423-1611 - www.unespar.edu.br - CNPJ: 75.182.808/0001-36

Ata 211/2023. Assinatura Avançada realizada por: **Pablo Damian Borges Guilherme (XXX.813.279-XX)** em 08/11/2023 11:07, **Paula Cristina Benetton Vergilio (XXX.238.438-XX)** em 08/11/2023 11:41 Local: UNESPAR/PGUA/COL/BIO-L. Assinatura Simples realizada por: **Luís Fernando Roveda (XXX.451.020-XX)** em 08/11/2023 13:09 Local: UNESPAR/PGUA/PALI. Inserido ao documento **680.289** por: **Pablo Damian Borges Guilherme** em: 08/11/2023 11:07. Documento assinado nos termos do Art. 38 do Decreto Estadual nº 7304/2021. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: <https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento> com o código: **bb1758a9a3c549455fcbef7211e742e5**.

Dedico este trabalho a todos que entenderam a importância da Ciência Básica brasileira e que desejam fazer Ciência. Não desistam dos seus sonhos!

AGRADECIMENTOS

À minha mãe por todo o apoio incondicional, ajuda e ombro oferecido nos momentos mais difíceis e que poucos sabem. Obrigada por sempre acreditar que eu seria capaz e pelas noites em claro pensando em como resolver os obstáculos que foram aparecendo, às vezes até sem entender a dimensão do problema você me disse que tudo daria certo.

À minha namorada pela paciência que nem sempre esteve presente em mim e pelo incentivo constante que também não esteve presente em mim, você tornou tudo isso suportável e quando eu não acreditava em mim, você acreditava!

À Luíza que me aguentou por horas reclamando, sempre que precisei correu para ajudar e encarou o bento comigo e também sozinha nos momentos que precisei me ausentar.

Ao Faruk por todo trabalho que ofereceu e realizou, por toda paciência com minhas lindas sementinhas e por ser tão rabugento quanto eu. Você terá um futuro brilhante!

Ao meu quarteto Elizabeth, Elliezer e Gabriel que seguraram minha mão em todos os momentos, me acompanharam desde a primeira aula e o primeiro campo até os bares que a vida nos levou para literalmente discutir ciência (e chorar). Esse mestrado não seria possível sem vocês, Elliezer minha dupla de sala que realizou diversos trabalhos comigo, Gabriel meu mago do excel que consegue filosofar de coisas absurdas e você dona Elizabeth do Nascimento Lopes, não tenho palavras para agradecer seu apoio e amizade, por todos os momentos partilhados e lutas enfrentadas.

Ao Prof. Dr. Rafael Metri, que além de comandar o PALI se fez presente em um momento de muito caos, soube acalmar corações e me dar o apoio necessário. Sem nunca ser permissivo e sim, humano.

À Prof.^a Dr.^a Mariana Baptista Lacerda que escutou de longe que eu precisava de ajuda e me estendeu a mão.

Ao Clayton Lenhardt que no pior momento também me estendeu a mão da maneira que pode e ofereceu um jeito para que eu pudesse seguir em frente.

À Prof.^a Dr.^a Paula Cristina Benetton Vergilio por me acolher mesmo sem me conhecer, por ouvir minha história em um momento de muita dor e me fazer acreditar que aquilo não era o fim. Obrigada por reacender meu amor pela botânica e principalmente

pela frase “a ciência básica é importante sim!”, nunca esquecerei a nossa primeira conversa e tudo o que fez por mim, uma nova Rayane foi moldada por você.

Ao Prof. Dr. Pablo Damian Borges Guilherme, você foi mais que essencial. Desde o final do meu primeiro ano de graduação, muito mais que um professor, você é literalmente a razão por essa dissertação existir, foi meu apoio em todos os momentos necessários e nunca duvidou que conseguiríamos, me defendeu e assumiu uma responsabilidade que para mim é indescritível. Esse mestrado tinha que ser ao seu lado, mesmo sendo com “plantinhas” eu literalmente não seria capaz de seguir sem tudo o que fez por mim, das conversas com cafés especiais à toda orientação que me deu para a vida acadêmica, profissional e pessoal. Você é um ser de luz. Obrigada é pouco para lhe agradecer, pablito!

Agradeço também à UNESPAR pela segunda casa fornecida nos últimos 7 anos, pela bolsa que me possibilitou o desenvolvimento desta dissertação e por todas as relações construídas graças à graduação e ao mestrado, um universitário sozinho não é ninguém nessa vastidão da vida acadêmica.

Por fim, agradeço a todos que de alguma forma me ajudaram e se fizeram presente durante esses dois anos e meio de mestrado. A pandemia foi dura, a vida foi dura e as pessoas sobretudo foram duras, mas vocês estiveram lá firmes me apoiando e seja com um comentário ou um gesto me tornaram capazes de superar todos os desafios que surgiram.

Obrigada!

*It doesn't matter how many times
you fall, as long as you try...
Don't stop until you are proud.*

(Desconhecido)

RESUMO

Dyckia encholirioides (Gaudich.) Mez. é uma bromélia endêmica do Brasil, com ocorrência nos estados de Santa Catarina, Paraná e São Paulo, comumente presente nas restingas e costões rochosos do domínio Mata Atlântica. Apontada como uma espécie importante para manutenção e perpetuação da fauna associada, tem uso ornamental, é utilizada para o assentamento de dunas, promove a estabilização de sedimento, auxilia na drenagem hídrica natural e, como serve de abrigo, também ajuda a preservar a fauna residente e migratória. Devido à distribuição restrita à ambientes litorâneos que constantemente sofrem ameaças antrópicas, faz-se necessário o desenvolvimento de técnicas para a conservação. Apesar da reconhecida importância, existe pouco conhecimento de manejo e análise de sementes de *D. encholirioides*. Com isso, objetivou-se realizar uma caracterização morfológica das populações do litoral paranaense e de suas sementes; avaliar o potencial de perpetuação através da reprodução sexuada das diferentes populações e mensurar o potencial germinativo de cada população. Foram coletados das populações naturais de Encantadas, Caiobá, Cristo e Coroados aproximadamente 1 kg de solo, variáveis morfométricas das plantas-mãe e também 44 frutos por ponto amostral. As sementes foram retiradas dos frutos manualmente para contagem e captura de imagens. Para descrição das sementes, foram selecionadas ao acaso 30 sementes por fruto de cada ponto amostral. Para o experimento de germinação e crescimento, foram utilizados 10 frutos aleatórios de cada ponto amostral. Após germinadas, as plântulas foram diariamente transferidas para o experimento de crescimento e regadas manualmente a fim de manter o substrato úmido. As plântulas que sobreviveram foram fotografadas em um microscópio estereoscópio para medição das estruturas morfológicas. Foi observado que a população de Coroados apresentou o maior diâmetro e a população de Caiobá o maior comprimento de folha. Em relação ao tamanho dos frutos houve diferenças populacionais em comprimento e largura, sendo os maiores frutos provenientes de Cristo e Encantadas. Além disso, Encantadas foi o local que apresentou a maior média de sementes, observando-se a existência de uma relação entre a largura do fruto e o número de sementes. As maiores áreas de sementes (ala + endosperma) foram provenientes de Cristo e Encantadas, sendo as maiores proporções de endosperma as da população de Cristo. Encantadas apresentou uma elevada quantidade de sementes germinadas e a melhor taxa de germinação. A maioria das sementes com menos de 1mm² de endosperma tiveram um baixo percentual de germinação. Contudo, os maiores endospermas encontrados não coincidiram com os maiores percentuais de germinação, sendo os melhores percentuais associados com as sementes de 8 a 14 mm² e com os endospermas entre 1 e 4 mm². Pode-se observar que as sementes provenientes de frutos com mais de 8 cm de largura apresentam a maior proporção da área de endosperma e, conseqüentemente, um percentual maior de germinação. As plântulas diferiram apenas em comprimento da maior folha e diâmetro na população de Encantadas e as plântulas mais altas sendo provenientes de Coroados. Portanto, indica-se a população de Encantadas como a de maior probabilidade de sucesso e sobrevivência.

Palavras-chave: bromélia; morfometria; germinação.

ABSTRACT

Dyckia encholirioides (Gaudich.) Mez. is a bromeliad endemic to Brazil, occurring in the states of Santa Catarina, Paraná and São Paulo, commonly present in restingas and rocky shores of the Atlantic Forest domain. Indicated as an important species for the maintenance and perpetuation of the fauna associated, it has ornamental use, is used for the settlement of dunes, promotes the stabilization of sediment, helps in the natural water drainage and, as it serves as a shelter, it also helps to preserve the resident and migratory fauna. Due to the distribution restricted to coastal environments that constantly suffer anthropic threats, it is necessary to develop techniques for conservation. Despite its recognized importance, there is little knowledge of handling and analysis of *D. encholirioides* seeds. With this, the objective was to carry out a morphological characterization of the populations of the coast of Paraná and their seeds; evaluate the perpetuation potential through sexual reproduction of different populations and measure the germination potential of each population. Approximately 1 kg of soil, morphometric variables of the mother plants and also 44 fruits per sampling point were collected from the natural populations of Encantadas, Caiobá, Cristo and Coroados. The seeds were manually removed from the fruits for counting and capturing images. For the description of the seeds, 30 seeds per fruit were randomly selected from each sampling point. For the germination and growth experiment, 10 random fruits from each sampling point were used. After germinating, the seedlings were transferred daily to the growth experiment and manually watered in order to keep the substrate moist. Surviving seedlings were photographed under a stereomicroscope to measure morphological structures. It was observed that the Coroados population had the largest leaf diameter and the Caiobá population the largest leaf length. Regarding the size of the fruits, there were population differences in height and width, with the largest fruits coming from Cristo and Encantadas. In addition, Encantadas was the site that had the highest average number of seeds, observing the existence of a relationship between the width of the fruit and the number of seeds. The largest seed areas (wing + endosperm) were from Cristo and Encantadas, with the highest proportions of endosperm from the population of Cristo. Encantadas showed a high amount of germinated seeds and the best germination rate. Most seeds with less than 1mm³ of endosperm had a low percentage of germination. However, the largest endosperms found did not coincide with the highest germination percentages, with the best percentages associated with seeds from 8 to 14 mm² and with endosperms between 1 and 4 mm². It can be observed that the seeds from fruits with more than 8 cm in width have the largest proportion of the endosperm area and, consequently, have a higher percentage of germination. Seedlings differed only in length of the largest leaf and diameter in the population from Encantadas and the tallest seedlings coming from Coroados. Therefore, the population of Encantadas is indicated as the one with the highest probability of success and survival.

Keywords: bromeliad; morphometry; germination.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. METODOLOGIA	6
3. RESULTADOS.....	14
4. DISCUSSÃO.....	28
5. CONCLUSÃO	33
6. REFERÊNCIAS	34
ANEXO.....	41

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Análises químicas do solo dos pontos amostrais com presença das populações naturais de *Dyckia encholirioides* do litoral paranaense. 9

TABELA 2: Valores médios \pm desvios padrões (mínimos - máximos) do diâmetro da planta (cm) e comprimento da maior folha (cm) das populações de *Dyckia encholirioides* no litoral do Paraná. 14

TABELA 3: Número de sementes plantadas, número de sementes germinadas e porcentagens de germinação por local amostrado de *Dyckia encholirioides* no litoral do Paraná. 22

TABELA 4: Número de sementes plantadas, número de sementes germinadas, taxa de germinação (GR) de um fruto de cada população para o sétimo (7) dia de experimento por local amostrado de *Dyckia encholirioides* no litoral do Paraná. 24

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Pontos amostrais de *Dyckia encholirioides* no litoral sul do Paraná. 6
- Figura 2: Pontos amostrais de *Dyckia encholirioides* no litoral sul do Paraná. A) Encantadas; B) Caiobá; C) Cristo; D) Coroados, todos em novembro de 2021. 8
- Figura 3: Semente de *Dyckia encholirioides* digitalizada através de um escâner comercial. A região delimitada pela linha preta representa a semente (S) como um todo, incluindo ala do tegumento (A) e embrião + endosperma (E)..... 10
- Figura 4: Diagrama das características morfológicas da plântula de *Dyckia encholirioides* no litoral sul do Paraná. A) Comprimento (CF) e largura da folha (LF); comprimento (CR) e largura da raiz (LR); comprimento (CB) e largura da bainha (CB); B) comprimento (CT) e largura total (LT). Plântula oriunda das sementes de Caiobá em julho de 2022. 12
- Figura 5: Boxplot do diâmetro da planta (cm) categorizado por local amostrado das populações de *Dyckia encholirioides* no litoral do Paraná..... 15
- Figura 6: Boxplot do comprimento da maior folha (cm) categorizado por local amostrado das populações de *Dyckia encholirioides* no litoral do Paraná. Pontos pretos indicam outliers. 16
- Figura 7: Boxplot do comprimento da haste floral (cm) categorizado por local amostrado das populações de *Dyckia encholirioides* no litoral do Paraná. Pontos pretos indicam outliers. 17
- Figura 8: Relação entre a largura (cm) e comprimento (cm) dos frutos com a quantidade de sementes categorizadas por local amostrado das populações de *Dyckia encholirioides* no litoral do Paraná. Cada ponto representa um fruto, o tamanho dos pontos denota a quantidade de sementes encontradas em cada fruto e as diferentes cores denotam as diferentes populações. 18
- Figura 9: Boxplot do número de sementes por frutos categorizados por local amostrado das populações de *Dyckia encholirioides* no litoral do Paraná. Pontos pretos indicam outliers. 19
- Figura 10: Boxplot da área do endosperma (mm²) e área total da semente (mm²) categorizadas por local amostrado das populações de *Dyckia encholirioides* no litoral do Paraná. Pontos pretos indicam outliers..... 20
- Figura 11: Boxplot da proporção da área do endosperma categorizado por local amostrado das populações de *Dyckia encholirioides* no litoral do Paraná. Pontos pretos indicam outliers. 21
- Figura 12: Boxplot da proporção da área do endosperma, categorizada por local amostrado das populações de *Dyckia encholirioides* no litoral do Paraná. Pontos pretos indicam outliers. 22

Figura 13: Somatória acumulada do número de sementes germinadas categorizadas por local amostrado das populações de *Dyckia encholirioides* no litoral do Paraná. 23

Figura 14: Boxplot da taxa de germinação somada (GR), segundo Maguire (1962), categorizadas por local amostrado das populações de *Dyckia encholirioides* no litoral do Paraná. Pontos pretos indicam outliers. 24

Figura 15: Relação entre a área da semente e do endosperma (mm²) com o percentual de germinação categorizado por local amostrado das populações de *Dyckia encholirioides* no litoral do Paraná. O tamanho dos pontos representa a porcentagem de germinação, as cores denotam as diferentes populações e os pontos em preto são referentes às sementes mensuradas que não foram semeadas. 25

Figura 16: Relação entre a largura dos frutos (cm), proporção média e desvio-padrão do endosperma (mm²) e percentuais de germinação categorizados por local amostrado das populações de *Dyckia encholirioides* no litoral do Paraná. Cada ponto representa um fruto, o tamanho dos pontos denota o percentual de germinação de cada fruto e as diferentes cores denotam as diferentes populações. 26

Figura 17: Diagrama das plântulas para ordenação da análise dos componentes principais PC1 e PC2 dos comprimentos da maior folha, comprimento e diâmetros, categorizados por local amostrado das populações de *Dyckia encholirioides* no litoral do Paraná. Cada ponto representa uma plântula, as setas mais distantes denotam as maiores dissimilaridades observadas e as diferentes cores denotam as diferentes populações. ... 27

1. INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica é considerada um *hotspot* de biodiversidade global, com cerca de 15.591 mil espécies de plantas com sementes, sendo 7 mil endêmicas (FORZZA *et al.*, 2022), mas que vem sofrendo constante desmatamento e apresenta cerca de 90% da sua vegetação nativa extinta (PALHA *et al.*, 2018; KESSOUS *et al.*, 2019). Seu fragmento mais preservado e contínuo encontra-se cercado o estuário paranaense e paulista denominado mosaico de unidades de conservação Lagamar (GUARALDO; BCZUSKA; MANICA, 2022). Nesse domínio podemos encontrar diferentes fitofisionomias, como por exemplo as restingas e os costões rochosos, que recobrem toda a costa litorânea brasileira (KRIECK, 2008).

As praias do Paraná são compostas por três arcos constituídos por areia de quartzo fino policíclico maduro com raros pontos rochosos (Costões Rochosos), dominadas por ondas ao longo da costa aberta e quebrados por duas desembocaduras: o complexo estuarino de Paranaguá e baía de Guaratuba (SHORT e KLEIN, 2016). Os costões rochosos são considerados como um ambiente costeiro composto de rochas e situado entre os meios terrestres de depósito sedimentar e aquáticos (IAT, 2012).

As restingas compõem um conjunto de espécies e comunidades vegetais situadas no nível do mar e sob influência marinha e fluviomarinha (RODERJAN *et al.*, 2002; SILVA *et al.*, 2018). As áreas cobertas por restingas sofrem constante supressão antrópica de sua vegetação para construção de estradas costeiras, de calçadas e residências, ocupação urbana, constante tráfego de carros, pisoteamento, substituição da flora nativa por espécies cultivadas ornamentais e despejo de resíduos (OPOLSKI-NETO e MELO-JÚNIOR, 2022).

Dentre os representantes da flora nativa, o termo “bromélia” é comumente utilizado para fazer referência às plantas monocotiledôneas da família Bromeliaceae (NARA e WEBBER, 2002). Na Mata Atlântica, as bromélias são responsáveis por mais de 30% dos recursos alimentares utilizados por beija-flores e morcegos, representando um expressivo componente florístico das regiões neotropicais (KRIECK, 2008; RIBEIRO e AOYAMA, 2019).

A família Bromeliaceae é monofilética e inclui *ca.* 3.680 espécies, distribuídas em 78 gêneros de plantas herbáceas de pequeno e médio porte, com plantas que podem chegar a mais de 10 metros de altura, sendo que mais de 100 espécies podem ser encontradas no Paraná (GOUDA, BUTCHER e GOUDA, 2018; KESSOUS *et al.*, 2019; RIBEIRO e

AOYAMA, 2019). É a terceira família mais 2 para o Brasil em termos de número de espécie endêmicas (ROGALSKI *et al.*, 2021).

A maioria das espécies da família Bromeliaceae possuem especificidade de habitats e estão distribuídas de maneira restrita, sendo ameaçadas pela fragmentação e perda em larga escala de vegetação nativa devido às ações antrópicas e coletas ilegais (POMPELLI, FERNANDES e GUERRA, 2006; DIAS *et al.*, 2020). Economicamente, a família Bromeliaceae possui utilização ornamental, como produtora de fibras e como plantas alimentícias (SILVA e SCATENA, 2011). Ademais, o uso ornamental das bromeliáceas deve-se ao grande valor agregado pela fácil adaptabilidade e baixo custo de manutenção, variedade de cores e formas que as tornam admiráveis e, conseqüentemente, alvo do extrativismo ilegal (FLORES *et al.*, 2018; PALHA *et al.*, 2019; RIBEIRO e AYOAMA, 2019).

Em geral, as bromélias apresentam o caule reduzido e suas folhas são dispostas em roseta, o que fornece a capacidade de acumular água na base das folhas de algumas espécies, e apresentam hábitos terrestres, epífitos ou rupícolas (RIBEIRO e AOYAMA, 2019). Constituindo um subsistema ecológico complexo que interage intensamente com outros organismos, as bromélias são importantes para o estabelecimento de espécies da fauna e flora (KRIECK, 2008; ROCHA *et al.*, 2021).

Tradicionalmente a família Bromeliaceae foi dividida em 3 subfamílias, Bromelioideae, Pitcairnioideae e Tillandsioideae (KRIECK, 2008), posteriormente Pitcairnioideae foi desmembrada, passando a ser reconhecidas mais 5 subfamílias. Atualmente são reconhecidas as subfamílias: Brocchinioideae, Bromelioideae, Hechtioideae, Lindmanioideae, Navioideae, Pitcairnioideae, Puyoideae e Tillandsioideae (DIAS *et al.*, 2020).

Dentro da subfamília Pitcairnioideae, um dos maiores gêneros é *Dyckia* Schult. e Schult.f., com *ca.* de 175 espécies, a maioria com ocorrência no Brasil, das quais aproximadamente 130 espécies são endêmicas (GOUDA, BUTCHER e GOUDA, 2018; HIRSCH, 2020; ROGALSKI *et al.*, 2021). A distribuição do gênero é influenciada por condições edáficas e não apenas pelo clima regional, passando a constituir a vegetação azonal (VASCONCELLOS e OLIVEIRA, 2019). Geralmente, as espécies de *Dyckia* ocorrem em ambientes secos e rochosos, como penhascos, encostas ou costões rochosos, classificados como pobres em nutrientes e com pouca disponibilidade hídrica, além de alta exposição ao sol e vento (HIRSCH, 2020).

As espécies do gênero *Dyckia* são descritas com ausência da formação de tanque (fitotelma), geralmente coriáceas ou com folhas suculentas, com presença de espinhos nas bordas foliares, inflorescências laterais, simples ou ramificadas, com flores variando do amarelo ao vermelho e raramente castanho-vinho ou esverdeada (MUSEGANTE *et al.*, 2020).

Algumas espécies ocorrem apenas em regiões sujeitas a inundações frequentes como é o caso de *Dyckia brevifolia* Baker, *Dyckia distachya* Hassl., *Dyckia ibiramensis* Reitz e *Dyckia microcalyx* Baker (BÚNEKER *et al.*, 2013). Outras espécies podem ocorrer em solos arenosos e/ou em Costões Rochosos, como acontece com *Dyckia maritima* Baker e *Dyckia encholirioides* (Gaudich.) Mez. (HIRSCH, 2020).

Dyckia encholirioides, uma espécie endêmica do litoral brasileiro popularmente chamada de gravatá, é uma planta rosetada e possui hábito rupícola e terrícola (POMPELLI, 2006). As plantas que possuem hábitos rupícolas tendem a se manter isoladas ou em pequenos agrupamentos, enquanto as plantas de hábitos terrícolas formam densos agrupamentos (VALAITI, 2009).

A espécie é heliófita e seletiva xerófica, apresenta raízes bem desenvolvidas, rizoma longo que varia de 50 a 100 cm, coberto por fragmentos secos de bainha foliares (VALAITI, 2009). Suas folhas são constituídas por bainha e lâmina foliar, acanaladas côncavas, glabras em cima, suculentas e lisas de cor verde escura, as bordas foliares apresentam espinhos resistentes retos ou virados para o ápice foliar (VALAITI, 2009, BRANCO, 2021).

Devido a supressão do seu habitat, a espécie é classificada como quase ameaçada (NT) pela *The IUCN Red List of Threatened Species* e pela Lista Vermelha do Centro Nacional de Conservação da Flora (CNCFlora, 2012; IUCN, 2020). Apresenta crescimento lento com muita produção de estolões e frutos, florescendo apenas uma vez por ano entre setembro e novembro, com grande produção de sementes entre outubro e dezembro (POMPELLI, FERNANDES, GUERRA, 2006; MORAES e MARTINELLI, 2013).

As inflorescências de *D. encholirioides* são do tipo panícula com cinco (5) a 18 ramos laterais que podem atingir mais de um (1) metro de comprimento. A sequência de abertura das flores segue o eixo central de baixo para cima e apresenta duração média de 20 dias. É uma espécie policárpica, ou seja, sua roseta não morre após o período reprodutivo, resultando na formação de touceiras (KRIECK, 2008; ZIMMERMANN, 2011)

Suas flores de corola tubular, ficam abertas durante todo o dia, são diclamídeas, gineceu tricarpelar e trilocular com ovário súpero, placentação parietal com produção de óvulos bitegmentados e presença de tecido nectarífero abaixo da placentação (POMPELLI, 2006; KRIECK, 2008; BRANCO, 2021), ocorrendo também a presença de nectários nas sépalas (KRIECK, 2008).

A espécie é considerada auto-incompatível, com o androceu formado por dois ciclos de três (3) estames cada e cada estame formado por uma antera e um filete com uma razão de aproximadamente 10 mil grãos de pólen para cada óvulo, enquadrando a espécie como xenogâmica obrigatória (KRIECK, 2008; BRANCO, 2021). Os grãos de pólen de *D. encholirioides* são 1-colpado, heteropolares, com âmbito fusiforme na vista equatorial longitudinal, âmbito elíptico na vista polar distal e simetria bilateral, com tamanho médio entre 25 e 50µm, e a ornamentação da exina varia de reticulada a microrreticulada heterobrocada com muros espessos (SCHROEDER *et al.*, 2019).

Cada inflorescência produz em média 50 frutos, sendo os frutos tricarpelares com três (3) cavidades distintas onde se inserem as sementes. Sua deiscência é do tipo valvar e as sementes aladas com cerca de 5 mm são dispersas por anemocoria (POMPELLI, 2006; KRIECK, 2008).

A presença de *D. encholirioides* é responsável pela fixação de dunas em restingas, diminuição da erosão do solo e manutenção da drenagem hídrica (KRIECK, 2008; SILVA *et al.*, 2018). Além disso, como a planta serve de abrigo para fauna, *D. encholirioides* contribui para a preservação da fauna residente e migratória. Interage também com outras espécies da flora nos ambientes em que ocorre, como *Aechmea comata* (Gaudich.) Baker, *Aechmea nudicaulis* (L.) Griseb. e *Aechmea recurvata* (Klotzsch) L.B.Sm. (KRIECK, 2008).

A preocupação com a recuperação das áreas degradadas e propagação de espécies nativas tem se destacado dentro dos estudos conservacionistas (POMPELLI, 2006). Por exemplo, é o caso da obra de engordamento da faixa de areia em Matinhos-PR, que utiliza *D. encholirioides* como espécie-chave (IAT, 2021).

Apesar de sua reconhecida importância, existe pouco conhecimento de manejo e análise de sementes de *D. encholirioides*. Dentre os estudos publicados com a espécie, foram encontrados apenas dois trabalhos de propagação *in vitro* para as sementes de *D. encholirioides*, sendo um deles sob estresse salino (POMPELLI, 2006; POMPELLI, FERNANDES, GUERRA, 2006). Foi estudada a ecologia reprodutiva e fauna associada em costões rochosos (KRIECK, 2008). Também foi realizada uma análise

morfoanatômica das folhas da espécie (VALAITI, 2009). Foi verificada a influência das condições do meio físico e químico na organização estrutural, morfologia e incremento de biomassa em algumas populações (XAVIER, 2014). Recentemente, também foram realizados estudos sobre a caracterização palinológica e descrição polínica (SCHROEDER *et al.*, 2019) e anatomia floral da espécie (BRANCO, 2021)

Partindo do conhecimento da estrutura da semente é possível obter informações que auxiliarão pesquisas de germinação, armazenamento e métodos de cultivo, além de promover uma regeneração de ecossistemas naturais com variabilidade genética (SILVA e SCAETENA, 2011). Com isso, os objetivos do presente trabalho foram: realizar uma caracterização morfológica das populações e suas sementes; mensurar o potencial germinativo de cada população e avaliar o potencial de perpetuação de *Dyckia encholirioides* (Gaudich.) Mez. através da reprodução sexuada entre diferentes populações naturais.

2. METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido no litoral paranaense que apresenta a formação fitogeográfica de Floresta Ombrófila Densa, representada pela Mata Atlântica (RODERJAN *et al.*, 2002). O clima da região litorânea conforme a classificação de Köppen-Geiger é do tipo “Cfa”: subtropical úmido ou clima temperado, com temperatura média do mês mais frio superior a 18°C, sempre úmido, com precipitação acima de 1.000 mm ano⁻¹, distribuída por todos os meses do ano com a presença de uma zona de transição sempre úmida, sem geadas e com verão quente (SCHÄFFER *et al.*, 2020).

A área de estudo do presente trabalho foi determinada através de busca ativa em 2021, compreendendo 4 pontos de coleta no litoral paranaense (Figura 1 e Figura 2). Todos os pontos amostrais estão voltados para o leste e isso fez com que houvesse uma incidência solar e eólica similar.

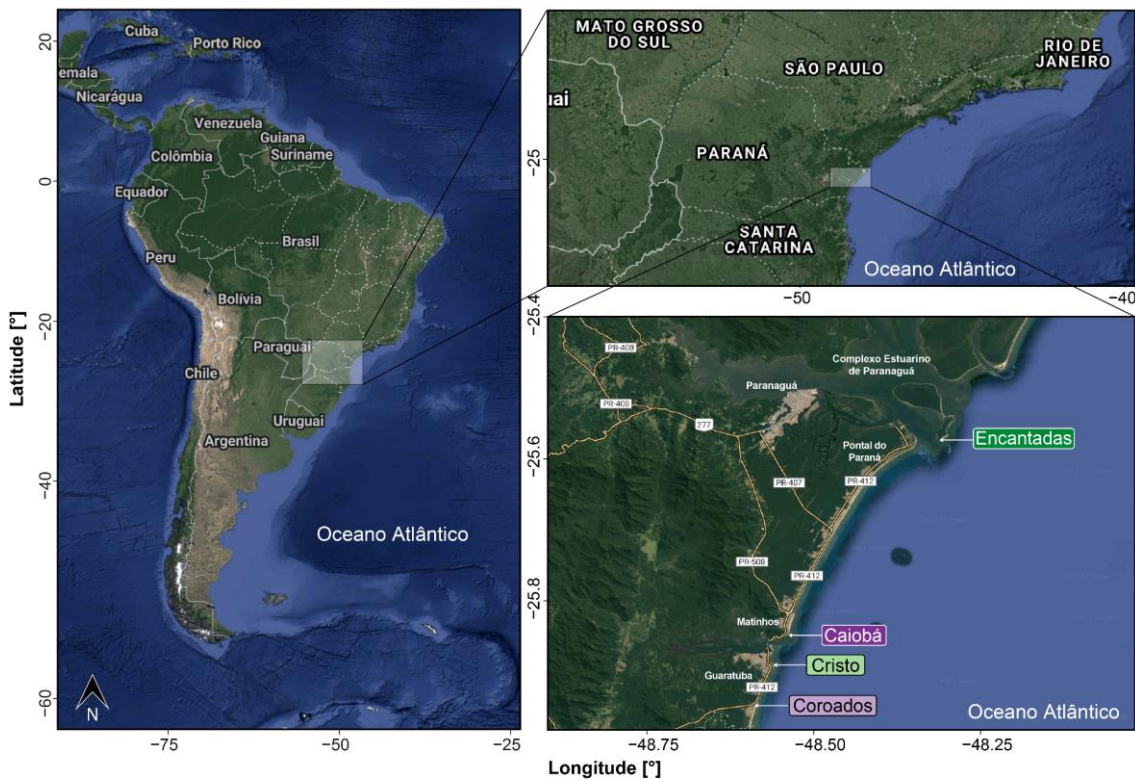


Figura 1: Pontos amostrais de *Dyckia encholirioides* no litoral sul do Paraná.

O ponto amostral 1 (Figura 1 e Figura 2A), denominado “Encantadas” (S 25.573304° e O 048.311765°) encontra-se na Ilha do Mel, localizada na desembocadura do complexo estuarino de Paranaguá. As coletas foram realizadas a uma distância do mar de aproximadamente 100m, próximo ao morro da Gruta, em uma submontana sem sombreamento e com solo de textura média. Nesse ponto também haviam gramíneas além

da espécie alvo. A população desse ponto encontra-se bem distribuída ao longo de todo o morro e não forma agrupamentos densos. A região da coleta possui grande movimentação das pessoas que buscam o acesso à praia da Boia, praia da Gruta, Gruta das Encantadas e aos cumes dos morros, porém é um local que está protegido dentro de uma unidade de conservação (OLIVEIRA; RECHETELO; MESTRE, 2022).

O ponto amostral 2 (Figura 1 e Figura 2B), denominado Caiobá (S 25.849869° e O 048.536246°) é localizado dentro do município de Matinhos. As coletas foram realizadas ao pé do morro do Boi, em frente a Ilha da Tartaruga, a uma distância aproximada de 15 metros do mar, em um canteiro de plantas ornamentais sem sombreamento e com solo de textura argilosa. Além da espécie alvo, havia presença de plantas ornamentais como *Cycas*, além de gramíneas e cactáceas. A espécie alvo provavelmente se estabeleceu nessa região propagando de plantas oriundas do Morro do Boi, pois a população encontrava-se pouco dispersa e bem suprimida pelas outras ornamentais. De forma geral, o município de Matinhos recebe cerca de 700 mil veranistas distribuídos pelos seus 29 balneários durante a época de veraneio, então a presença de vegetação nativa é constantemente ameaçada pela perda de habitat, causada pela fragmentação das populações naturais e substituição de espécies nativas por espécies exóticas ornamentais (FREIRE, 2011).

O ponto amostral 3 (Figura 1 e Figura 2C), denominado Morro do Cristo (S 25.890581° e O 048.560570°), está localizado na praia central do município de Guaratuba, com distância aproximada de 20 metros do mar. As coletas foram realizadas na praia Brava, sobre um costão rochoso sem sombreamento, que conta com uma pequena camada de solo de textura arenosa e trilhas feitas pelos residentes para o acesso dos turistas ao topo da rocha em frente ao mar. A população encontra-se densamente agrupada nos promontórios rochosos e é possível verificar a presença de gramíneas e bromélias do gênero *Aechmea*. Com a grande presença de turistas na praia central e na praia brava, a vegetação dos promontórios rochosos sofre constante influência da atividade humana por causa da criação e manutenção de trilhas para acesso de determinados pontos.

O ponto amostral 4 (Figura 1 e Figura 2D), denominado Coroados (S 25.947795° e O 048.588665°), ainda no município de Guaratuba, fica localizado da restinga arbórea da região pós-praia do balneário, bem sombreado e com uma distância aproximada de 100 metros do mar em um solo de textura arenosa. A população foi encontrada junto a outras espécies arbustivas e arbóreas, bem distribuída, mas sem formar densos agrupamentos. Esse ponto amostral sofre ameaça da expansão imobiliária, por se encontrar em uma região mais residencial e com isso, apresenta menor presença de turistas e banhistas.

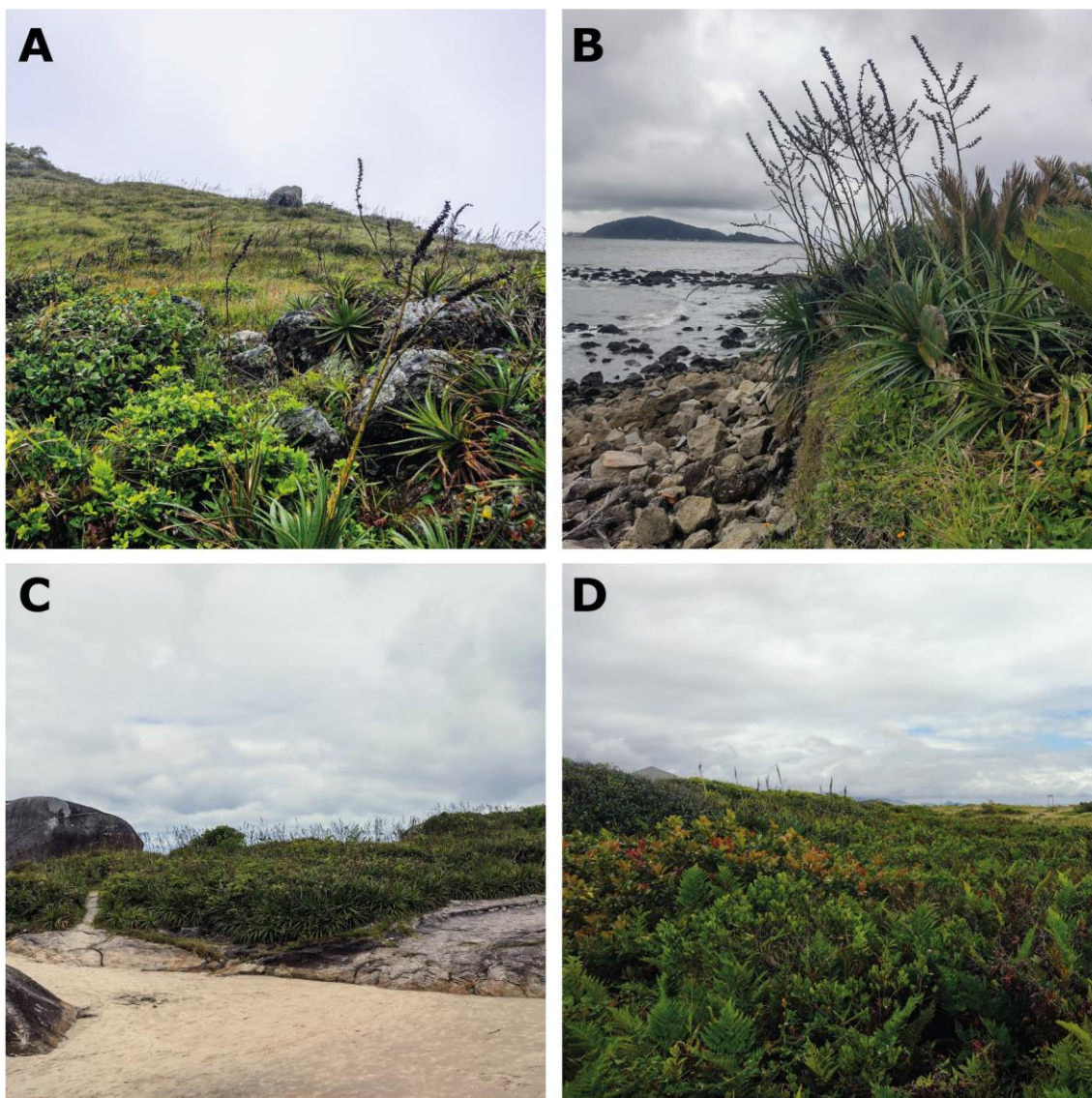


Figura 2: Pontos amostrais de *Dyckia encholirioides* no litoral sul do Paraná. A) Encantadas; B) Caiobá; C) Cristo; D) Coroados, todos em novembro de 2021.

As sementes de *Dyckia encholirioides* (Gaudich.) Mez. foram coletadas em 21 novembro de 2021 com a autorização de coleta do ICMBio (Sisbio) nº 80915-1, nos quatro pontos acima descritos. Em outubro de 2022 foram coletados os materiais testemunho para confecção das exsiccatas depositadas no Museu Botânico Municipal de Curitiba-PR com os seguintes números de tomo: MBM232264, MBM165660, MBM232256 e MBM441771.

De cada ponto amostral foram coletados aproximadamente um (1) kg de solo com o auxílio de uma pá de jardinagem. As análises químicas e físicas de solo foram realizadas no Departamento de Ciência do Solo, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, Botucatu, São Paulo, Brasil, e estão apresentadas na TABELA 1.

TABELA 1: Análises químicas do solo dos pontos amostrais com presença das populações naturais de *Dyckia encholirioides* do litoral paranaense.

Variável	Unidade	Encantadas	Caiobá	Cristo	Coroados
pH	CaCl ₂	4,1	5,8	3,7	3,9
M.O.	g/dm ³	13	5	10	9
P resina	mg/dm ³	3	14	17	4
Al ³⁺		12	0	9	4
H+Al		46	44	77	23
Na		2,5	16,4	2,2	0,6
K	mmolc/dm ³	1,4	3,5	1,9	0,7
Ca		4	54	11	1
Mg		7	31	11	3
SB		13	89	24	5
CTC		59	132	101	28
V%	-	21	67	24	17
S		18	31	11	5
B		0,48	0,77	0,77	0,44
Cu	mg/dm ³ _	0,2	1,5	0,3	0,3
Fe		112	119	222	135
Mn		1,4	4,5	4,1	5,2
Zn		0,2	4,2	1,9	0,8

De cada ponto amostral foram selecionadas quatro (4) plantas com portes similares e foram coletados onze (11) frutos por planta, totalizando quarenta e quatro (44) frutos por ponto amostral. Os frutos foram acondicionados em sacos semipermeáveis de *nylon* e levados à uma sala de experimentação ampla e arejada com incidência solar apenas pela manhã. Das plantas-mãe foram medidas, com o auxílio de uma fita métrica as alturas da haste, diâmetro, largura e comprimento da maior folha, todos em centímetros.

Na sala de experimentação, os frutos foram desinfetados através de imersão em álcool 70% (15 minutos) e hipoclorito de sódio 2% (uma hora e trinta minutos), com intervalos para lavar em água corrente entre as imersões e ao final, conforme adaptações de Alves (2019) e Kowalski e colaboradores (2021).

Seguido da desinfestação, cada fruto foi acondicionado individualmente em recipientes plásticos de 50ml com uma camada de papel filtro ao fundo. Os recipientes plásticos foram deixados em local coberto até a deiscência natural dos frutos. Após 60 dias, os frutos ainda fechados foram abertos e as sementes foram retiradas manualmente para contagem e captura de imagens através de um escâner comercial da marca Epson (L3150), gerando fotografias em 1.200 dpi. Como as sementes eram pequenas, a qualidade das imagens não proporcionou a identificação do embrião (Figura 3). Dessa

forma, optou-se por (1) adotar como termo “endosperma” toda a região escurecida da semente, que é composta pelo endosperma e embrião; e (2) o termo “semente” para referenciar o todo (ala do tegumento, endosperma e embrião).

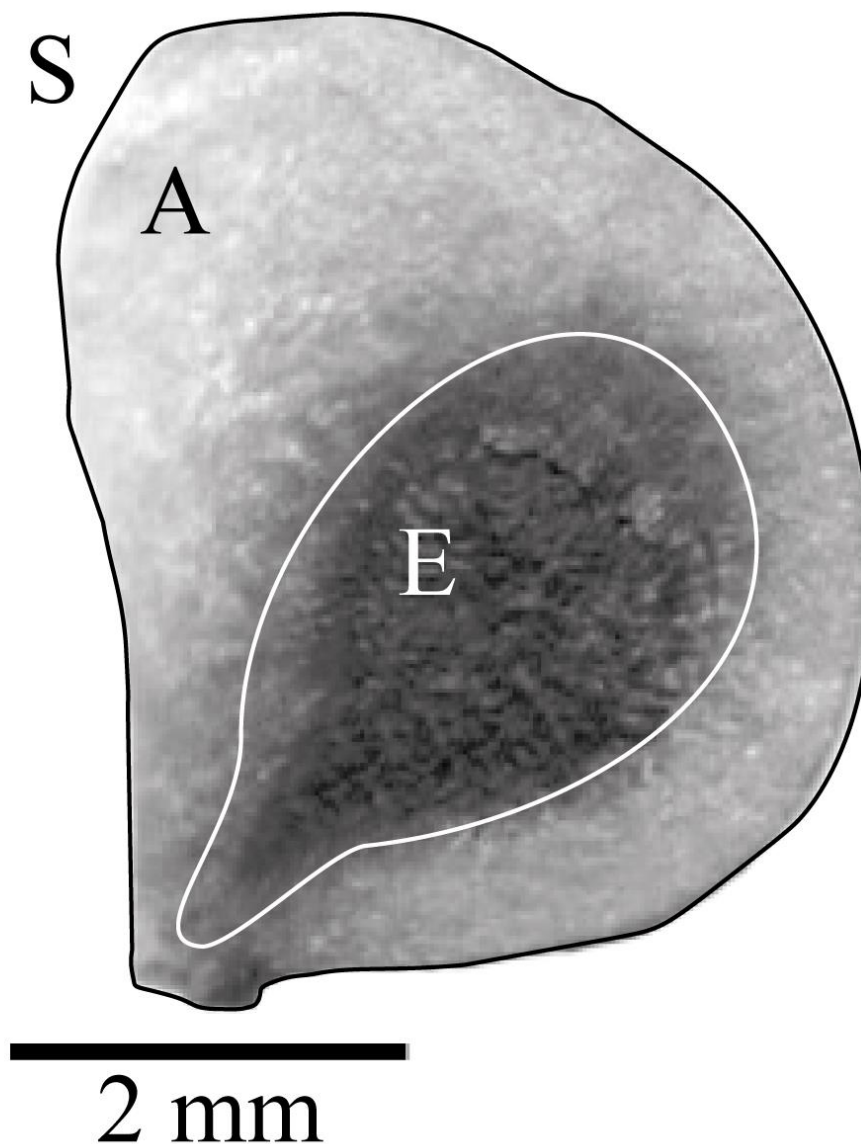


Figura 3: Semente de *Dyckia encholirioides* digitalizada através de um escâner comercial. A região delimitada pela linha preta representa a semente (S) como um todo, incluindo ala do tegumento (A) e embrião + endosperma (E).

Para descrição das sementes, semelhante ao realizado por Strehl e Beheregaray (2006), foram selecionadas ao acaso 30 sementes por fruto de cada ponto amostral. As sementes foram mensuradas no software ImageJ® com o auxílio da ferramenta de seleção de polígono livre (GUILHERME *et al.*, 2015), sendo avaliadas as seguintes características para a região do endosperma e para área total (endosperma + ala): área,

perímetro, diâmetro maior e menor, largura, comprimento, circularidade, solidez *aspect ratio* e *roundness*.

Após as medições das sementes, em nove de fevereiro de 2022, foi instalado o experimento de germinação e crescimento. Foram utilizados dez (n=10) frutos de cada ponto amostral selecionados aleatoriamente, em condições simuladas *ex situ* (ESTEVAN *et al.*, 2010), a saber: de Caiobá foram usados os frutos 10, 12, 13, 17, 18, 20, 29, 31, 39 e 43; de Coroados os frutos 4, 14, 16, 21, 22, 32, 35, 37, 39 e 40; de Cristo frutos 11, 14, 16, 24, 27, 29, 32, 34, 43 e 44; e de Encantadas os frutos 1, 4, 14, 18, 20, 21, 24, 26, 29 e 30. Desses frutos, os que não abriram naturalmente foram: Caiobá 20, 29, 39 e 43; Coroados 4, 14, 16, 35, 37 e 39; Encantadas 4 e 29.

Para o experimento de germinação, todas as sementes de cada fruto foram individualizadas em recipientes plásticos de 500ml com uma folha de papel filtro ao fundo. O papel filtro é um substrato capaz de proporcionar melhores taxas de germinação que os outros substratos (AZERÊDO; PAULA; VALERI, 2011). As sementes foram mantidas sempre úmidas a fim de propiciar o ambiente adequado para a germinação. O experimento de germinação foi finalizado após 30 dias da sua implantação e as taxas de germinação foram calculadas através de observações diárias (VIZENTIN *et al.*, 2016; PIRE; VARGAS-SIMON, 2019).

Uma vez germinadas, as plântulas foram transferidas para o experimento de crescimento. Diariamente, com o auxílio de uma pinça, as plântulas que emitiram raízes eram transferidas para bandejas de plástico de fundo perfurado com substrato comercial, para que não houvesse aderência da raiz ao papel filtro, e foram regadas manualmente a fim de manter o substrato úmido. O experimento de crescimento foi finalizado após 120 dias da finalização do experimento de germinação.

As plântulas que sobreviveram até o fim do experimento de crescimento foram transferidas para microtubos individuais contendo álcool 70%. Após três (3) dias de acondicionamento no álcool 70%, foram tiradas fotos em um microscópio estereoscópio da marca Belpotonics® com um aumento de 4.5X para medição das estruturas morfológicas através do software ImageJ®. As estruturas medidas com a ferramenta Straight em largura e comprimento foram: raiz, bainha cotiledonar e folha, conforme as Figura 4.

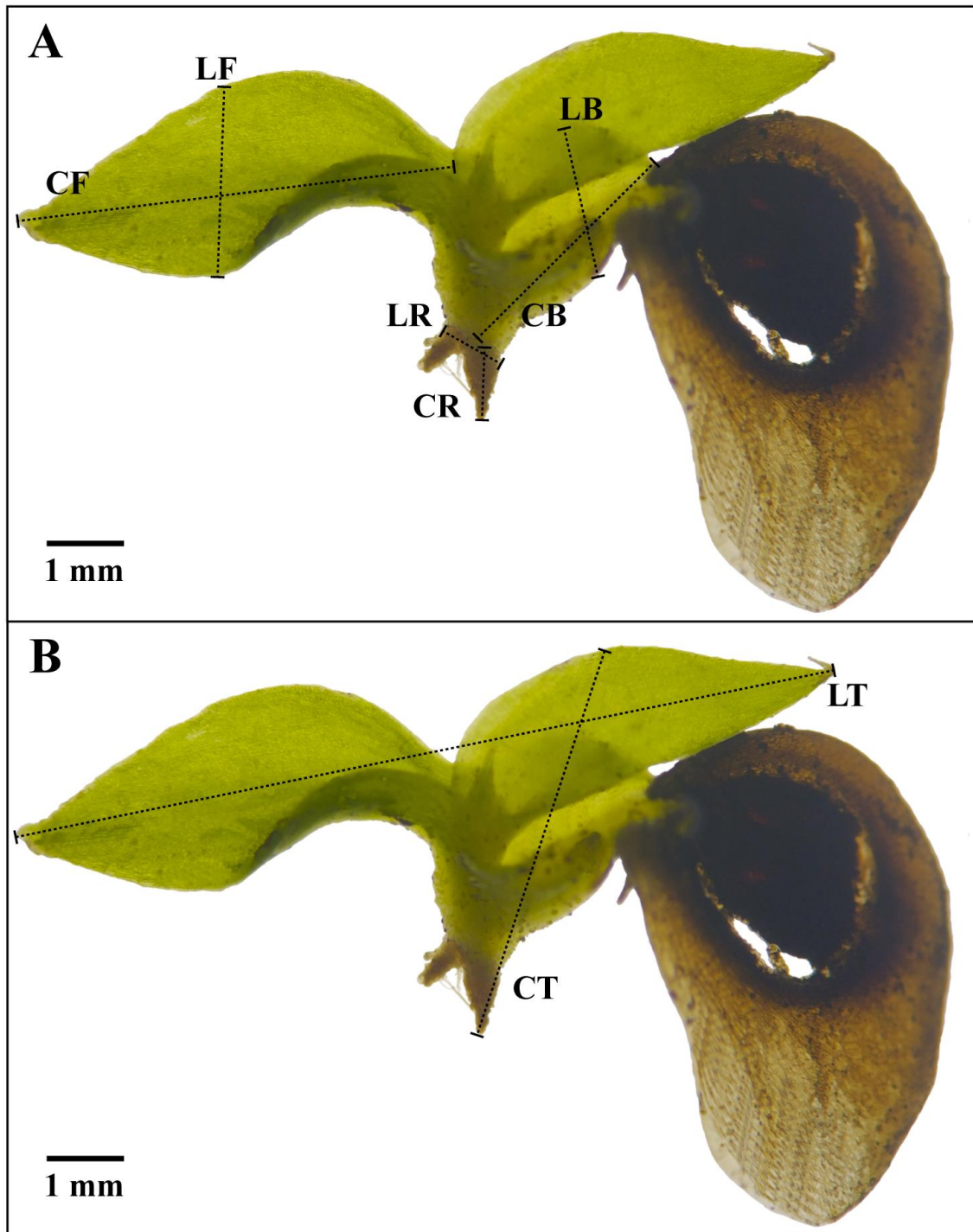


Figura 4: Diagrama das características morfológicas da plântula de *Dyckia encholirioides* no litoral sul do Paraná. A) Comprimento (CF) e largura da folha (LF); comprimento (CR) e largura da raiz (LR); comprimento (CB) e largura da bainha (CB); B) comprimento (CT) e largura total (LT). Plântula oriunda das sementes de Caiobá em julho de 2022.

Tanto a análise estatística, o mapa e todos os resultados foram analisados utilizando a linguagem R versão 4.2.3 (R CORE TEAM, 2023). O mapa e os gráficos foram realizados com o auxílio dos pacotes *ggmap* (KAHLE; WICKHAM, 2013) e *ggplot2* (WICKHAM, 2016).

Em relação a análise estatística, quando os dados numéricos foram contínuos, utilizou-se a análise da variância (ANOVA), seguindo seus devidos pressupostos, para investigar diferenças entre os locais de coleta ($p < 0.05$) de *D. encholirioides*. Foi o caso do comprimento da maior folha, diâmetro da planta, comprimento da haste floral, comprimento e largura do fruto. Por outro lado, quando os dados numéricos foram discretos, optou-se por utilizar uma análise de modelos lineares generalizados (GLM) para evidenciar diferenças entre os locais de coleta ($p < 0.05$), com distribuição de Poisson, como no caso da quantidade de sementes por fruto, quantidade de sementes germinadas e taxa de germinação. A distribuição quasibinomial foi utilizada quando os dados numéricos eram de proporção, como no caso da área do endosperma, área total da semente e proporção do endosperma. Além disso, foi utilizada uma regressão linear simples para investigar a relação entre tamanho da semente e do endosperma.

Para comparações entre os locais de amostragem (fator variável) tanto nos modelos lineares, lineares generalizados, quanto nos modelos mistos, as comparações pareadas foram extraídas usando o pacote *emmeans* (LENTH, 2023), e os valores de P ajustados por *Tukey* para denotar significância ($p < 0.05$).

Por fim, para a ordenação das variáveis morfológicas das plântulas foi utilizada a associação entre análise multivariada não paramétrica (PERMANOVA) e análise de similaridades (ANOSIN) com o pacote *vegan* (OKSANEN *et al.*, 2022), além de uma análise de componentes principais (PCA).

3. RESULTADOS

Não foi possível correlacionar as variáveis do solo com as demais apresentadas a seguir. As populações do presente estudo divergem em suas características morfológicas, conforme a TABELA 2.

TABELA 2: Valores médios \pm desvios padrões (mínimos - máximos) do diâmetro da planta (cm) e comprimento da maior folha (cm) das populações de *Dyckia encholirioides* no litoral do Paraná.

População	Comprimento da maior folha (cm)	Diâmetro (cm)
Encantadas	82,71 \pm 24,97 (35 - 114)	49,71 \pm 20,95 (20 - 86)
Caiobá	99,14 \pm 12,03 (87 - 113)	70,0 \pm 8,49 (57 - 83)
Cristo	98,71 \pm 6,69 (87 - 110)	57,21 \pm 7,65 (50 - 71)
Coroados	114,40 \pm 7,42 (105 - 117)	67,2 \pm 4,53 (60 - 72)

Na Figura 5, observa-se que população de Coroados apresentou o maior diâmetro ($F_{3,12}=3,6729$; $p=0,02767$), enquanto na Figura 6 a população de Caiobá apresentou o maior comprimento de folha ($F_{3,22}=3,1305$; $p=0,04$). Por outro lado, na Figura 7, não houve diferença entre as populações para a variável comprimento da haste floral ($F_{3,10}=0,6059$; $p=0,6261$).

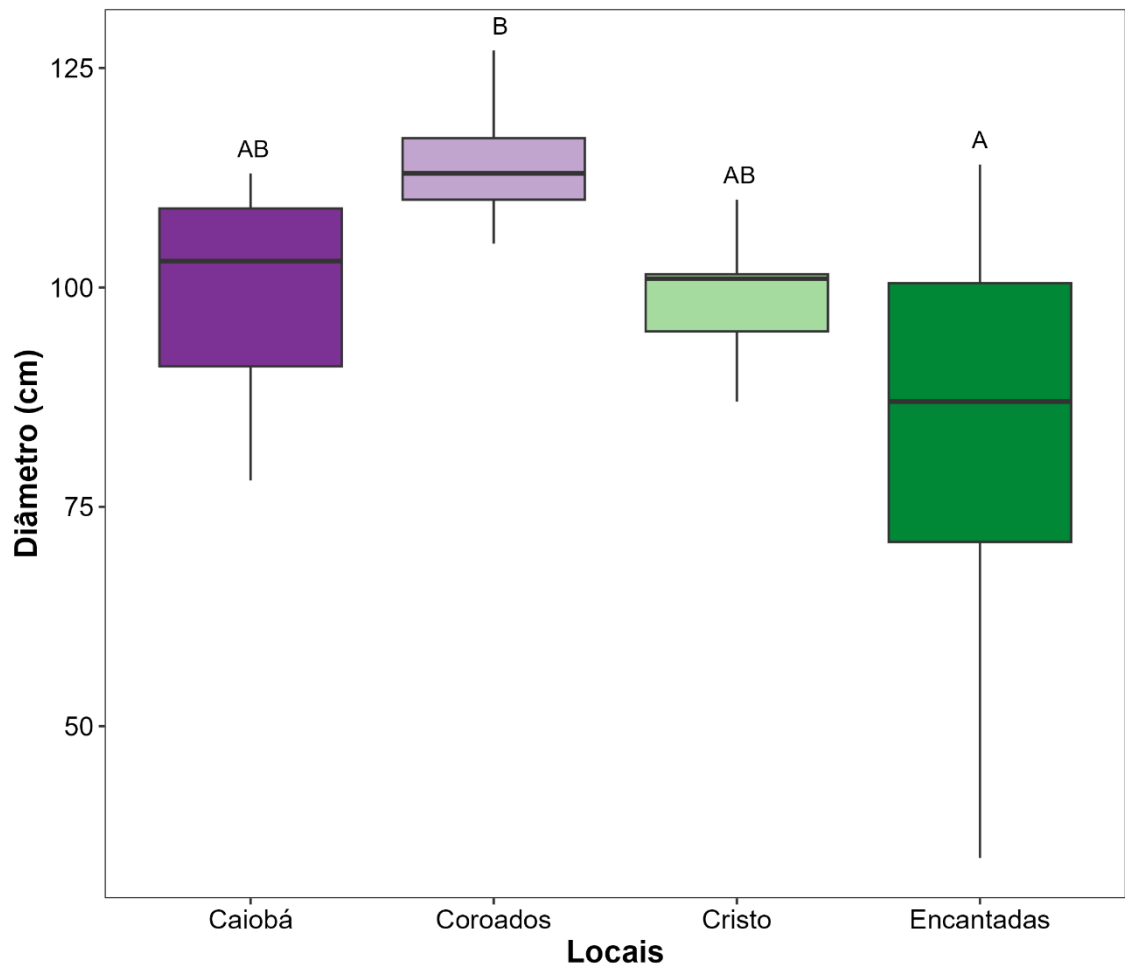


Figura 5: Boxplot do diâmetro da planta (cm) categorizado por local amostrado das populações de *Dyckia encholirioides* no litoral do Paraná.

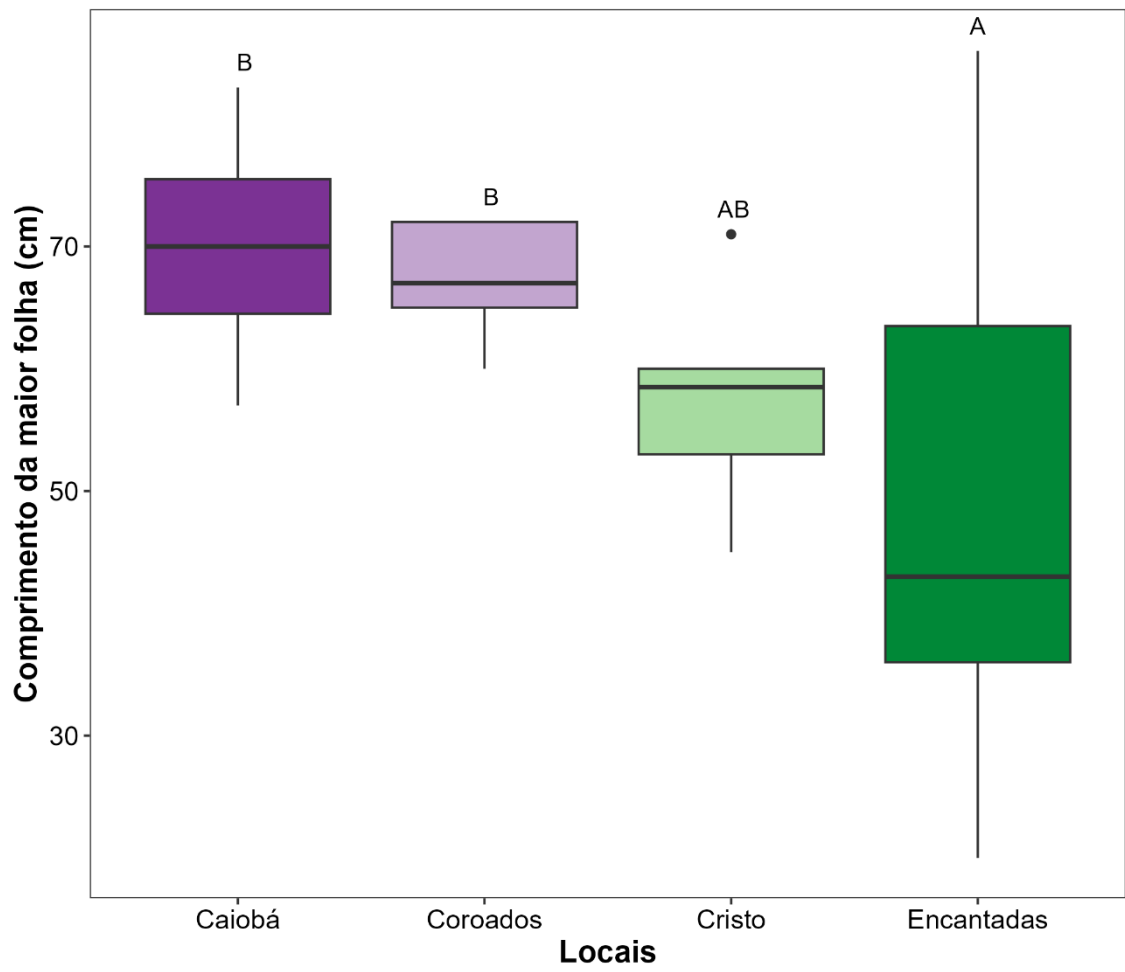


Figura 6: Boxplot do comprimento da maior folha (cm) categorizado por local amostrado das populações de *Dyckia encholirioides* no litoral do Paraná. Pontos pretos indicam outliers.

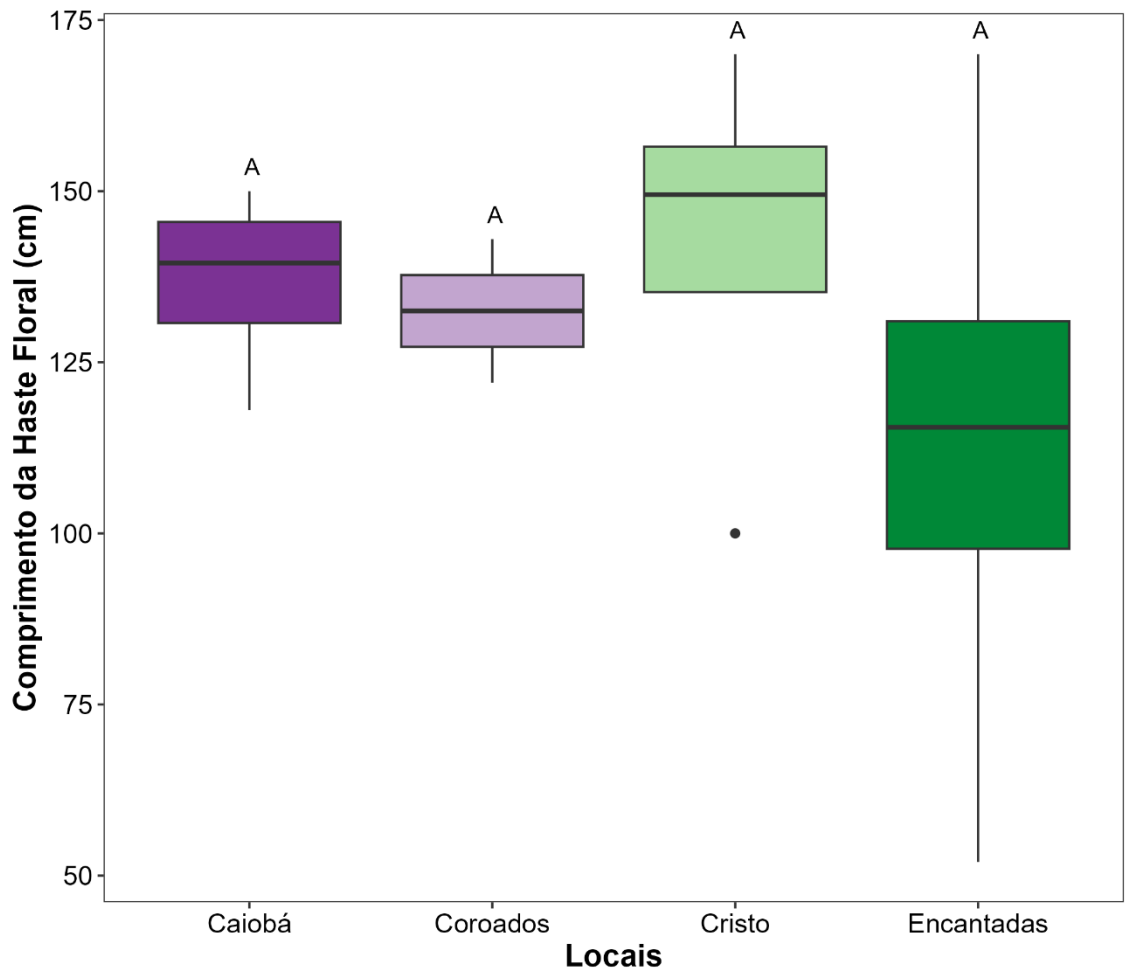


Figura 7: Boxplot do comprimento da haste floral (cm) categorizado por local amostrado das populações de *Dyckia encholirioides* no litoral do Paraná. Pontos pretos indicam outliers.

Em relação ao tamanho dos frutos houve diferenças populacionais tanto para comprimento ($F_{3,93}=43,668$; $p<0,0001$) quanto para largura ($F_{3,172}=70,022$; $p<0,0001$), sendo os maiores frutos provenientes de Cristo e Encantadas. Também foi observado diferença na quantidade de sementes por fruto ($F_{3,167}=21,121$; $p<0,0001$), Encantadas apresentou a maior média ($150,93 \pm 13,31$) e Caiobá a menor quantidade de sementes ($116,65 \pm 31,2$). É possível observar a existência de uma relação positiva entre a largura do fruto e o número de sementes, conforme o representado na Figura 8.

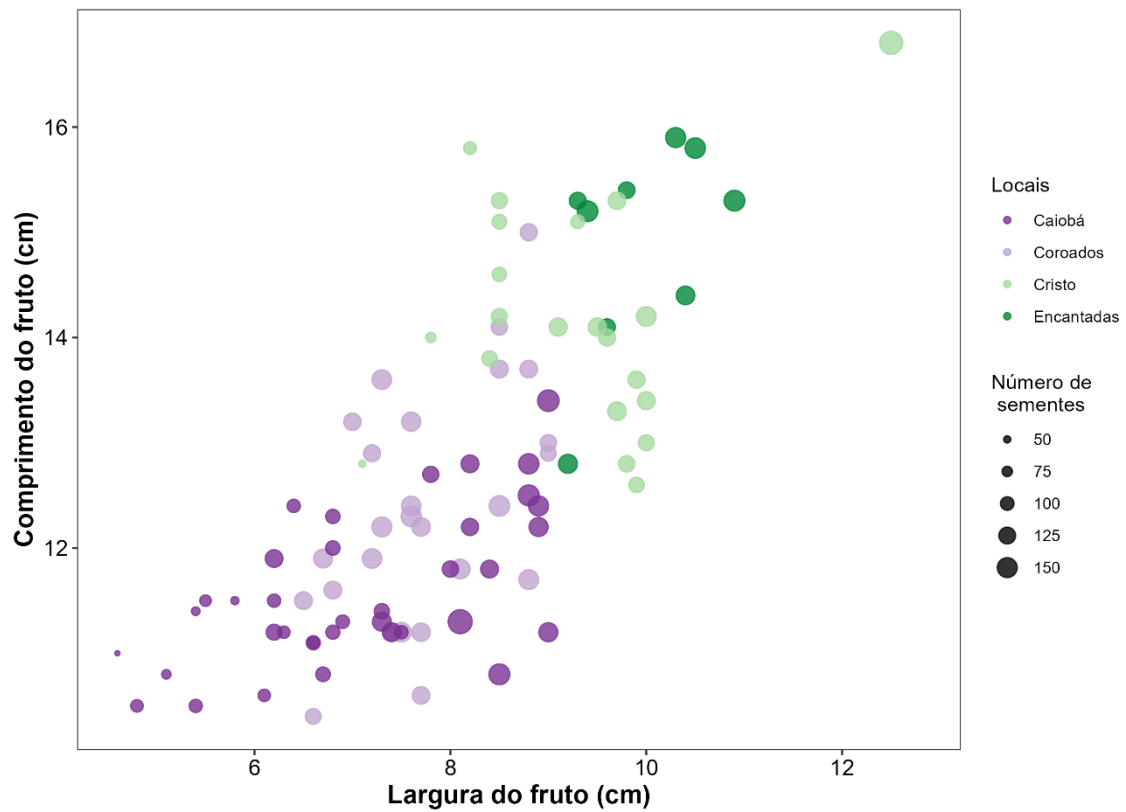


Figura 8: Relação entre a largura (cm) e comprimento (cm) dos frutos com a quantidade de sementes categorizadas por local amostrado das populações de *Dyckia encholirioides* no litoral do Paraná. Cada ponto representa um fruto, o tamanho dos pontos denota a quantidade de sementes encontradas em cada fruto e as diferentes cores denotam as diferentes populações.

Para quantidade de sementes, verificamos que houve diferença entre as populações número ($X^2=255,01$; $df=3$ e $p<0,0001$), sendo os frutos com maior quantidade de sementes encontrados em Coroados e Encantadas, seguidos por Cristo e Caiobá com as menores quantidades de sementes respectivamente (Figura 9).

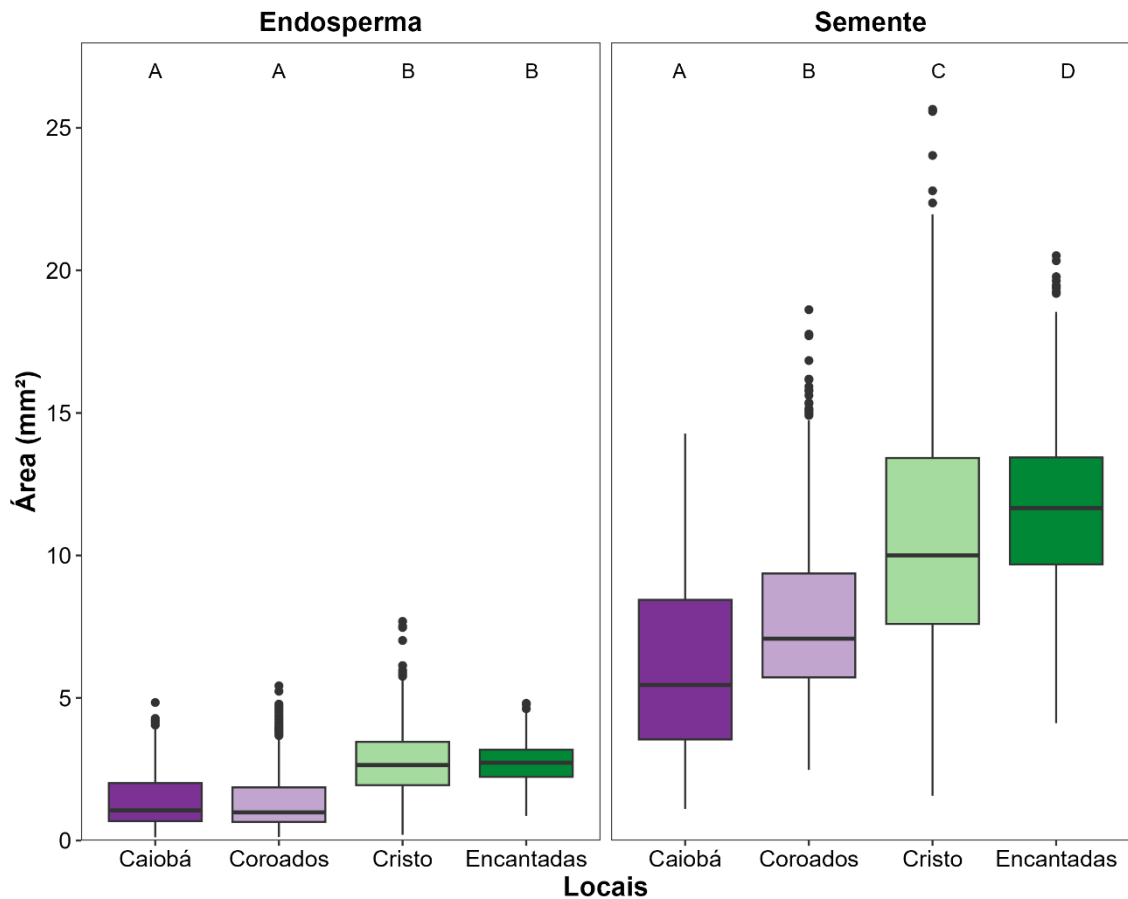


Figura 9: Boxplot do número de sementes por frutos categorizados por local amostrado das populações de *Dyckia encholirioides* no litoral do Paraná. Pontos pretos indicam outliers.

Na Figura 10 é apresentado o tamanho total da semente (ala + endosperma), havendo distinção entre as populações na área do endosperma ($X^2=293,58$; $df=3$ e $p<0,0001$) e também na área total da semente ($X^2=529,46$; $df=3$ e $p<0,0001$). As maiores áreas foram provenientes de Cristo e Encantadas.

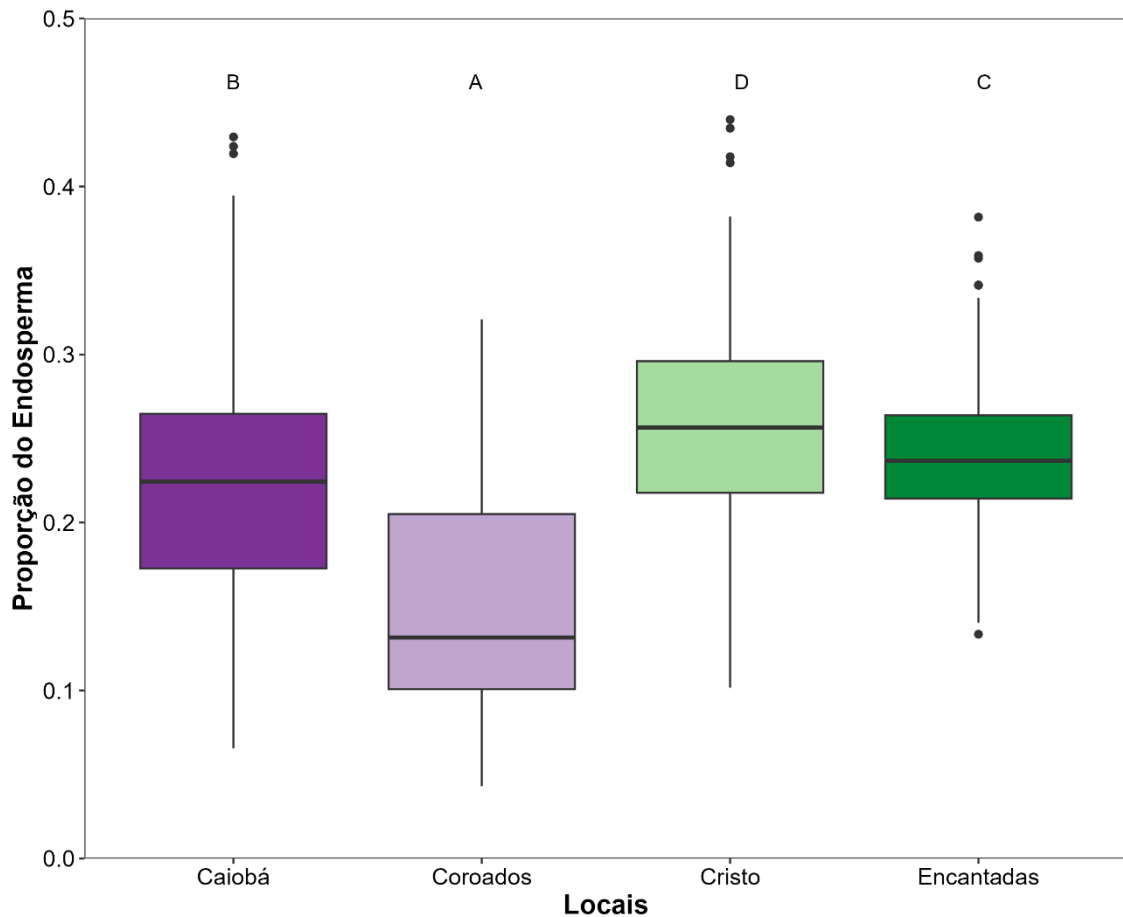


Figura 10: Boxplot da área do endosperma (mm²) e área total da semente (mm²) categorizadas por local amostrado das populações de *Dyckia encholirioides* no litoral do Paraná. Pontos pretos indicam outliers.

A proporção da área do endosperma nas populações apresentou diferença entre os locais ($X^2=11,683$; $df=3$ e $p<0,0001$), sendo as maiores proporções de endosperma registradas na população de Cristo, seguidas por Caiobá e Encantadas e as menores proporções provenientes de Coroados (Figura 11). Ao analisar apenas os frutos utilizados no experimento, o mesmo resultado foi observado para a proporção de endosperma nas populações ($F3=152,78$; $p<0,001$), utilizando os frutos como efeito aleatório nos modelos lineares, já que esses apresentaram alta variabilidade (Figura 12).

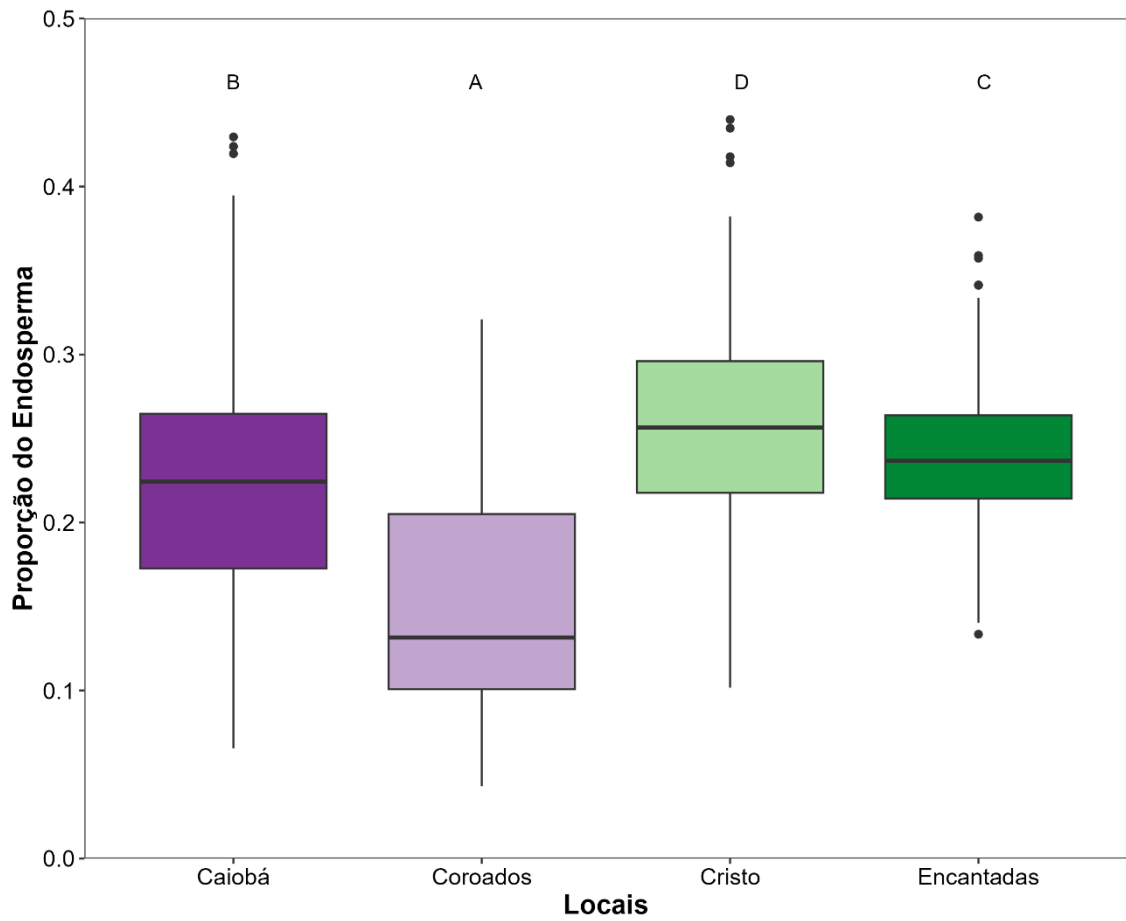


Figura 11: Boxplot da proporção da área do endosperma categorizado por local amostrado das populações de *Dyckia encholirioides* no litoral do Paraná. Pontos pretos indicam outliers.

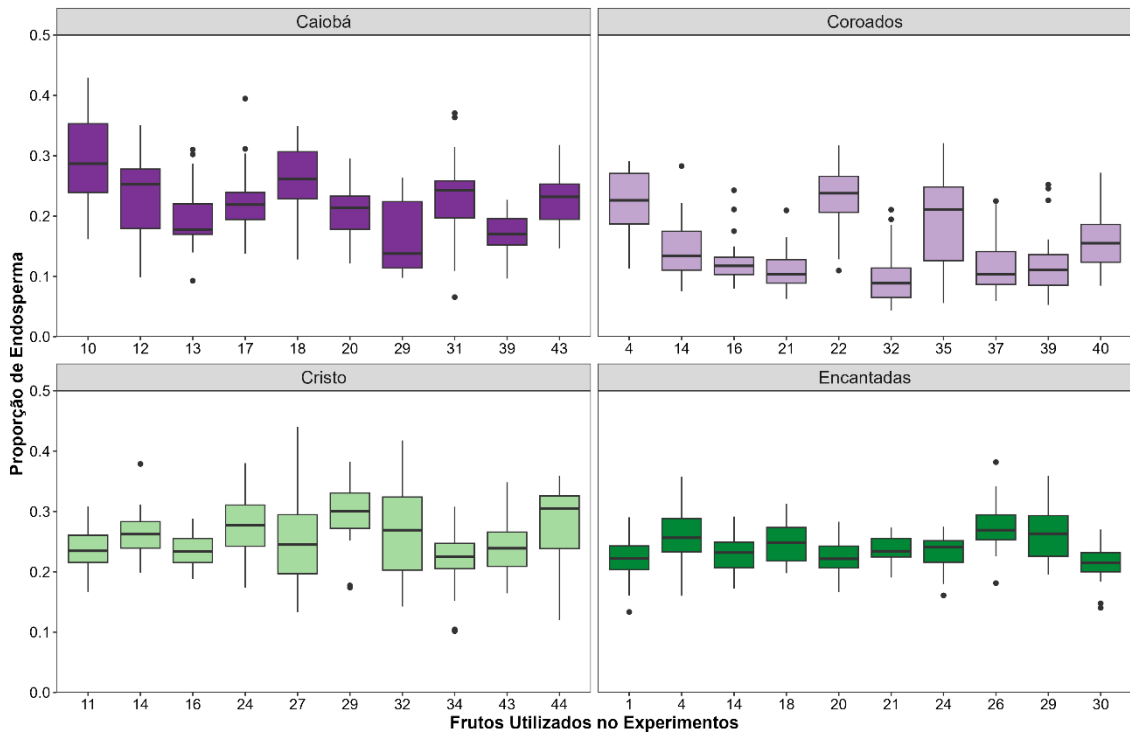


Figura 12: Boxplot da proporção da área do endosperma, categorizada por local amostrado das populações de *Dyckia encholirioides* no litoral do Paraná. Pontos pretos indicam outliers.

No experimento de germinação foram plantadas 5.423 sementes, destas apenas 680 sementes germinaram (12,53% de germinação total). Por outro lado, dos dez (10) frutos por população selecionados para o experimento, germinaram as sementes de: oito (8) frutos de Encantadas, sete (7) frutos do Cristo, quatro (4) frutos de Caiobá e três (3) frutos de Coroados (TABELA 3).

Os frutos que tiveram sementes germinadas durante o experimento foram: Caiobá 12, 18, 29 e 31; Coroados 14, 22 e 32; Cristo 11, 14, 16, 24, 27, 32 e 43; Encantadas 1, 14, 18, 20, 21, 24, 26 e 30. A maioria dos frutos apresentou deiscência natural, apenas dois (2) frutos foram abertos manualmente para retirada das sementes, a saber: Caiobá 29 e Coroados 14.

TABELA 3: Número de sementes plantadas, número de sementes germinadas e porcentagens de germinação por local amostrado de *Dyckia encholirioides* no litoral do Paraná.

Locais	Nº de sementes plantadas	Nº de sementes germinadas	Porcentagem
Caiobá	1179	163	13,8%

Coroados	1473	60	4,1%
Cristo	1305	127	9,7%
Encantadas	1466	330	22,5%

Entre as populações, Encantadas apresentou elevada quantidade de sementes germinadas ($X^2=30,209$; $df=3$ e $p<0,0001$). Porém, a variabilidade da porcentagem de sementes germinadas entre os frutos das populações foi alta, chegando a 57,74% (82 sementes) em Encantadas.

As sementes começam a germinar no 6º dia de experimento e seguindo crescente até o 15º dia. A partir desse dia, as sementes ainda germinaram, mas numa taxa inferior e algumas sementes apresentaram fungos, o que não impediu a germinação (Figura 13).

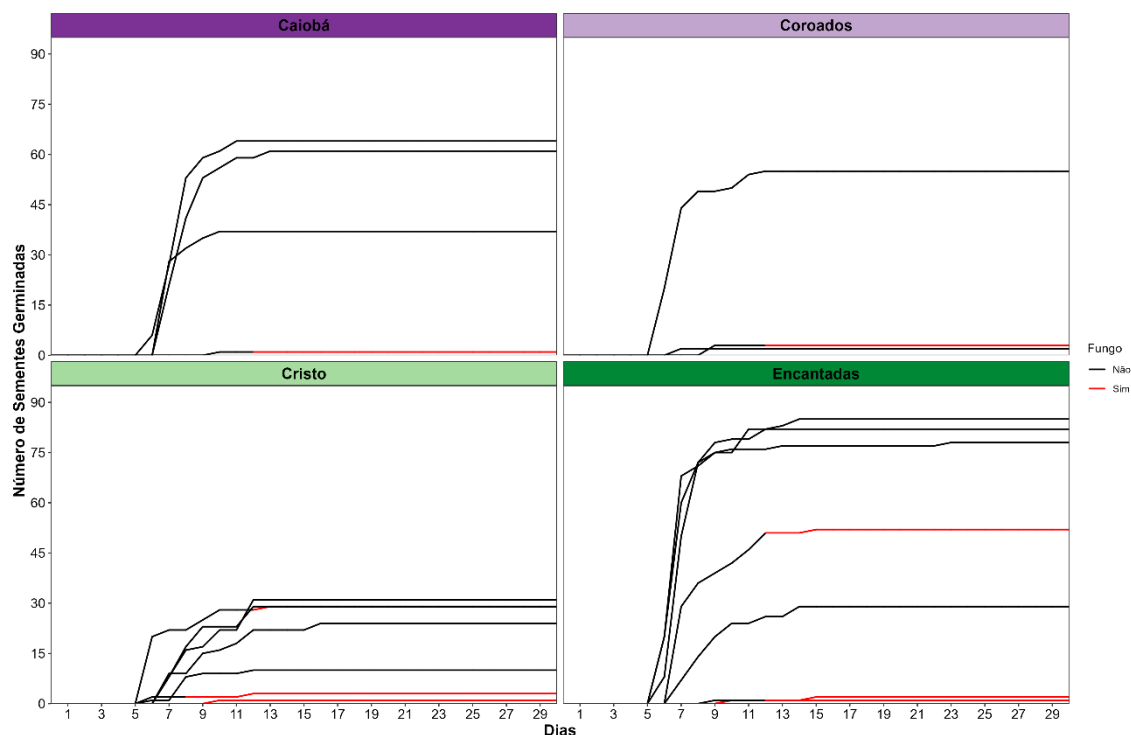


Figura 13: Somatória acumulada do número de sementes germinadas categorizadas por local amostrado das populações de *Dyckia encholirioides* no litoral do Paraná.

A taxa de germinação (GR), que expressa o índice da velocidade de emergência das plântulas por fruto de cada população, demonstra na Figura 14 a diferença de germinação entre as populações ($X^2=17,88$; $df=3$ e $p<0,0001$), sendo Encantadas com maiores valores, seguida por Caiobá, Cristo e Coroados, respectivamente.

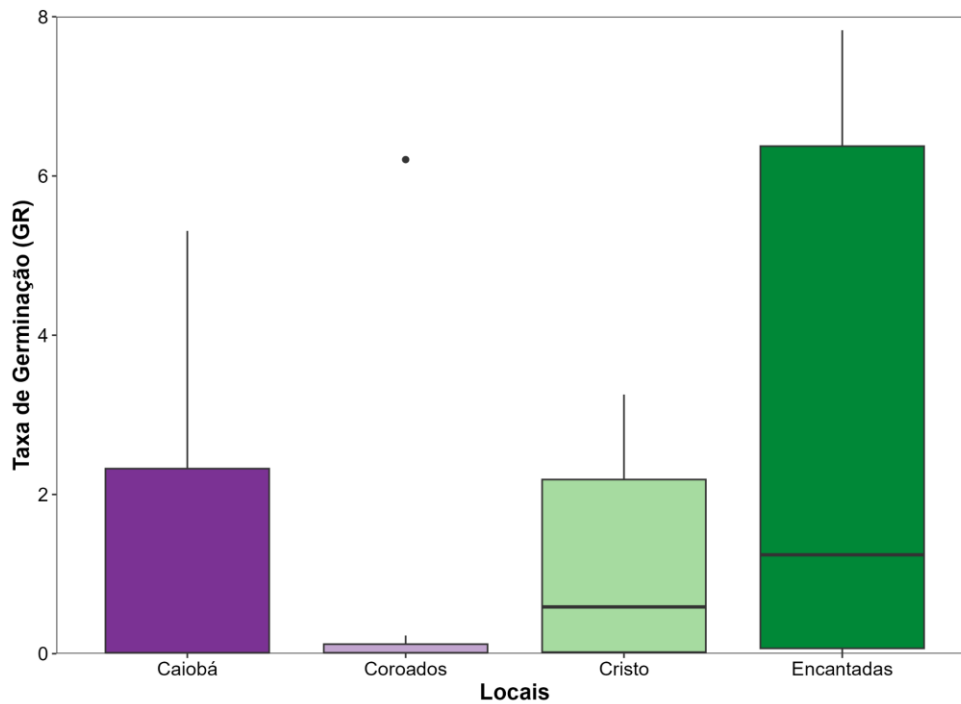


Figura 14: Boxplot da taxa de germinação somada (GR), segundo Maguire (1962), categorizadas por local amostrado das populações de *Dyckia encholirioides* no litoral do Paraná. Pontos pretos indicam outliers.

As maiores taxas de germinação por dia foram entre os dias seis (6) a nove (9) do experimento para todas as populações (Figura S 1). Porém, no sétimo dia de experimento, obteve-se as maiores taxas de germinação por fruto (TABELA 4).

TABELA 4: Número de sementes plantadas, número de sementes germinadas, taxa de germinação (GR) de um fruto de cada população para o sétimo (7) dia de experimento por local amostrado de *Dyckia encholirioides* no litoral do Paraná.

Locais	Nº do fruto	Nº de sementes plantadas	Nº de sementes germinadas	Taxa de germinação
Encantadas	1	158	48	4,34
Caiobá	18	164	28	2,44
Cristo	24	159	9	0,81
Coroados	22	128	24	2,68

Observando a relação da área total e do endosperma para todas as sementes coletadas, sendo estas utilizadas no experimento ou não, percebemos que existe uma relação positiva ($R^2=0,7517$; $p<0,001$) entre o tamanho da semente e do endosperma (Figura 15).

Além disso, foi observado que a maioria das sementes com menos de 1mm² de endosperma tiveram um baixo percentual de germinação (menor que 2%) independente da população. Por outro lado, os maiores endospermas encontrados não coincidiram com os maiores percentuais de germinação, como pode ser observado na população de Cristo que apresenta um endosperma maior que 4 mm² e germinação menor que 22%.

Os maiores percentuais de germinação (57% e 54%) estão associados com as sementes de 8 mm² a 14 mm² e com os endospermas entre 1 mm² e 4 mm², independente da população.

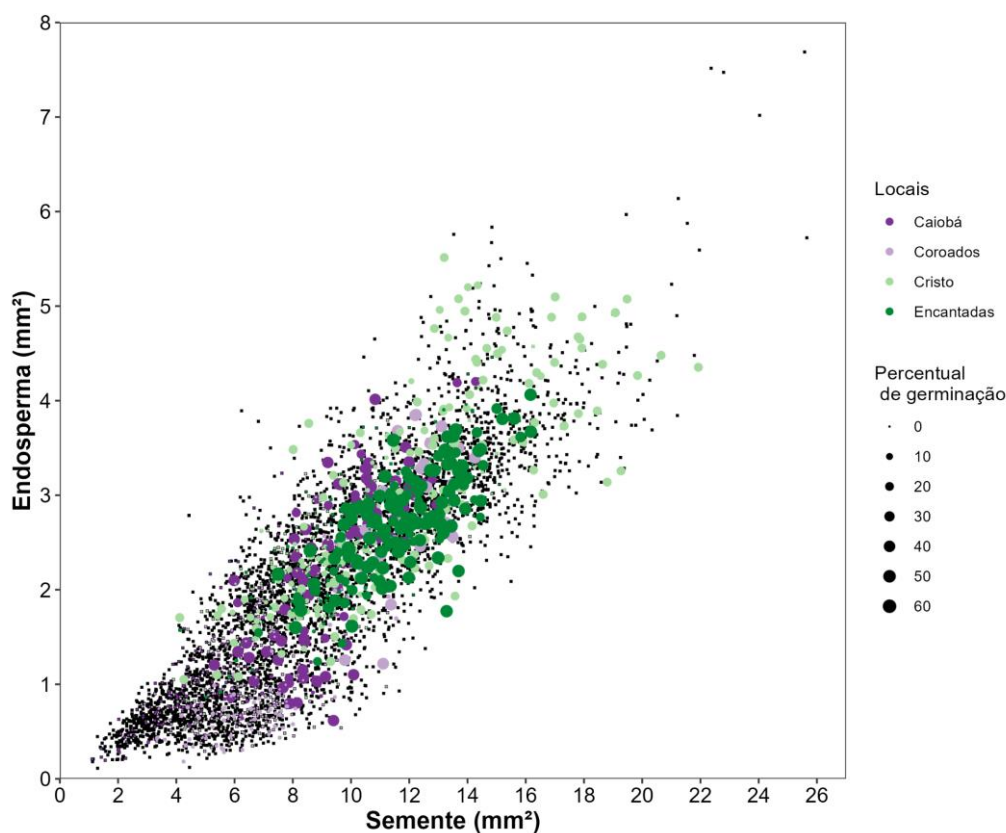


Figura 15: Relação entre a área da semente e do endosperma (mm²) com o percentual de germinação categorizado por local amostrado das populações de *Dyckia encholirioides* no litoral do Paraná. O tamanho dos pontos representa a porcentagem de germinação, as cores denotam as diferentes populações e os pontos em preto são referentes às sementes mensuradas que não foram semeadas.

Com isso, relacionado às informações acerca do percentual da área de endosperma com as sementes germinadas e o tamanho do fruto (Figura 16), pode-se observar que as sementes provenientes de frutos com mais de 8 cm de largura apresentam a maior proporção da área de endosperma.

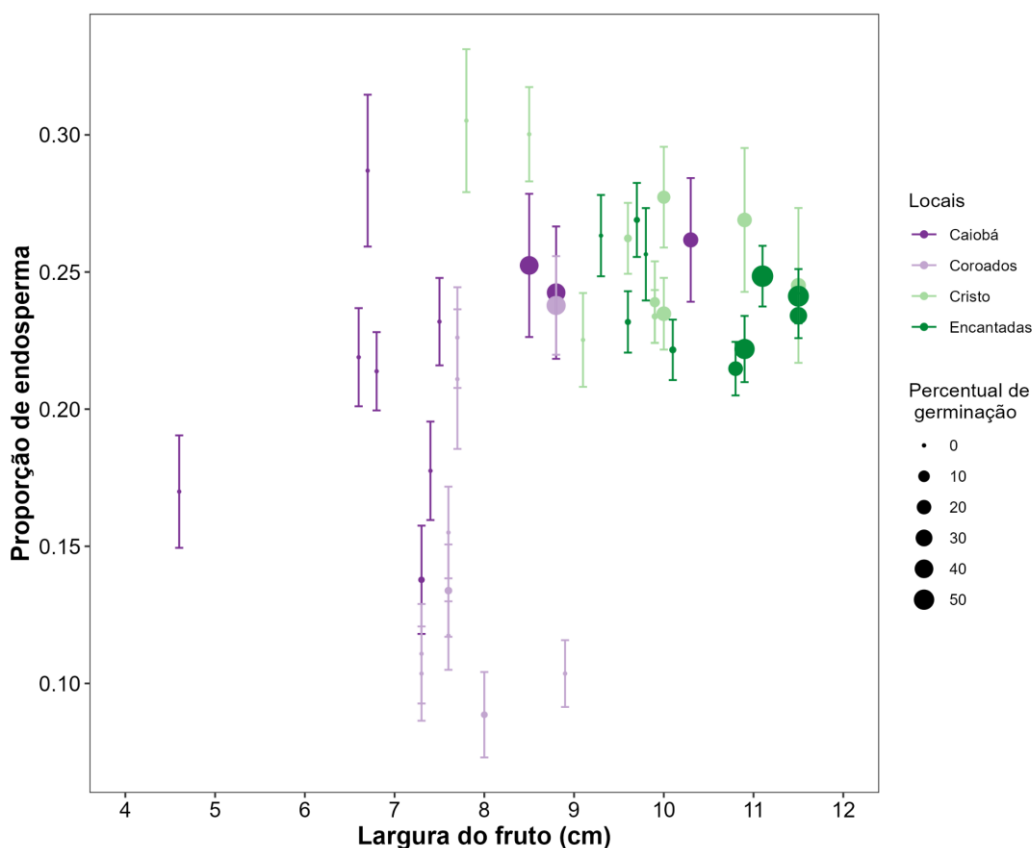


Figura 16: Relação entre a largura dos frutos (cm), proporção média e desvio-padrão do endosperma (mm²) e percentuais de germinação categorizados por local amostrado das populações de *Dyckia encholirioides* no litoral do Paraná. Cada ponto representa um fruto, o tamanho dos pontos denota o percentual de germinação de cada fruto e as diferentes cores denotam as diferentes populações.

Para os dados morfológicos das plântulas, as análises PERMANOVA ($p = 0,0086$) e ANOSIN ($p=0,0152$) apresentaram diferenças entre as populações de plântulas. Através da ANOSIN diagnosticamos a dissimilaridade entre e dentro das populações, indicando que a diferença entre as populações é maior que a interna.

A porcentagem de explicação dos dois primeiros eixos da PCA foi de 90,03% (Figura 17), sendo o primeiro eixo (53,96%) responsável por ordenar algumas plântulas através do comprimento da maior folha e diâmetro total da plântula, separando Encantadas dos demais locais. Enquanto o segundo eixo (36,07%) foi responsável por ordenar as plântulas pelo comprimento total, separando Coroados das demais populações.

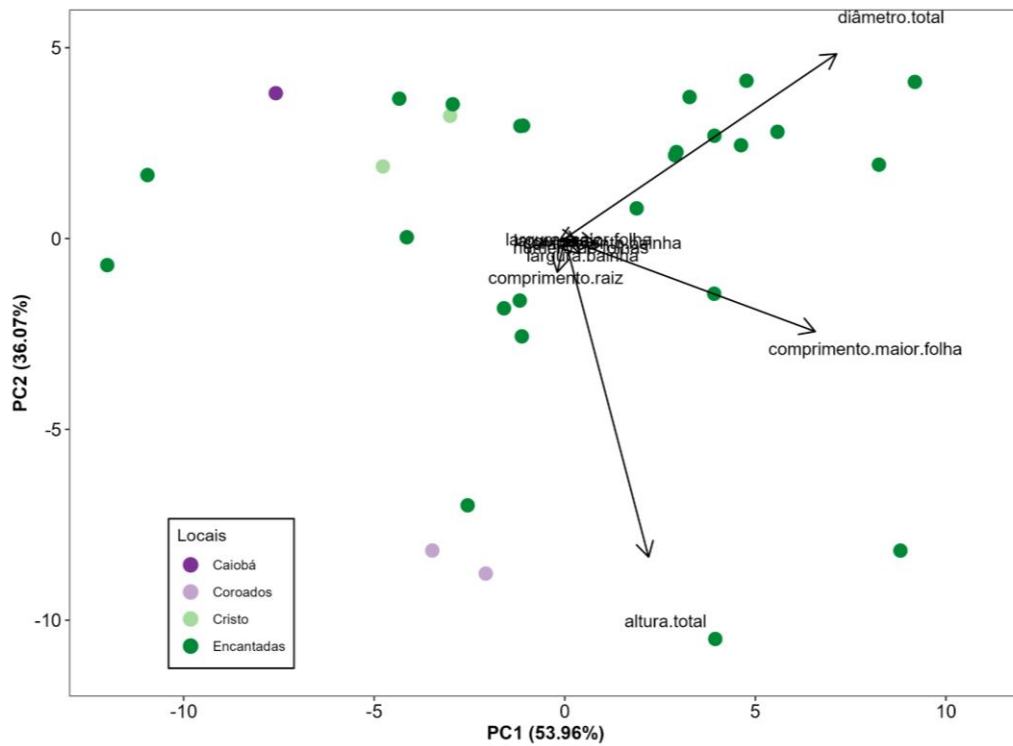


Figura 17: Diagrama das plântulas para ordenação da análise dos componentes principais PC1 e PC2 dos comprimentos da maior folha, comprimento e diâmetros, categorizados por local amostrado das populações de *Dyckia encholirioides* no litoral do Paraná. Cada ponto representa uma plântula, as setas mais distantes denotam as maiores dissimilaridades observadas e as diferentes cores denotam as diferentes populações.

4. DISCUSSÃO

O presente trabalho é o primeiro diagnóstico comparativo das populações de *Dyckia encholirioides* do litoral paranaense. As populações estudadas divergem em suas características morfológicas, tanto em relação à planta quanto a suas sementes. Isso demonstra diferentes potenciais de perpetuação entre as populações, como observado nos experimentos de germinação e posteriormente na análise morfológica das plântulas.

Variações genéticas e ambientais exercem efeito sobre a morfologia, distribuição e produção de recursos tróficos nas plantas (LENZI; MATOS; ORTH, 2006). Os exemplares de *Dyckia encholirioides* de Coroados apresentam o maior diâmetro, enquanto os de Caiobá apresentaram o maior comprimento de folha. Lenzi, Matos e Orth (2006) apontam que o ambiente em que a planta se estabeleceu altera drasticamente o diâmetro das rosetas, tamanho e coloração das folhas, dependendo do comportamento da planta, seja heliófita e/ou esciófita, pode ocorrer um incremento de tamanho de folhas na presença de sombra. O diâmetro das rosetas e a altura das plantas tendem a ser maiores quanto maior a fertilidade do solo e plantas mais altas podem estar relacionadas ao caráter solódico do solo (XAVIER, 2014). Portanto, as plantas de Caiobá provavelmente estão sofrendo influências das características edáficas do ambiente, por isso apresentam diferença no comprimento da folha comparada às outras populações.

Para Xavier (2014), *D. encholirioides* tende a apresentar diferenças morfológicas e de estratégias de ocupação para se adaptar aos diversos ambientes. Folhas mais largas, curtas, rígidas e verticais provavelmente aumentam a tolerância à seca, reduzem a exposição à irradiação solar e permitem a permanência em ambientes edáficos, como os de restinga (LENZI; MATOS; ORTH, 2006). Como a restinga de Coroados apresenta sombreamento, provavelmente a planta apresenta maior diâmetro que as outras populações estudadas, pois não necessita investir em adaptações foliares para crescimento em altura, como seria o caso em condições edáficas mais extremas.

Os maiores frutos de *D. encholirioides* foram observados em Encantadas e Cristo, enquanto as maiores quantidades de sementes foram encontradas em Encantadas e Coroados. As diferenças em número e tamanho das sementes são apontadas como estratégias reprodutivas para aumentar a propagação dos parentais. Geralmente as diferenças biométricas entre os frutos estão associadas com a variabilidade dentro de uma mesma população (ZUFFO; ANDRADE; ZUFFO JÚNIOR, 2014).

O conhecimento sobre aspectos biométricos de frutos e sementes e sua influência na germinação são importantes para tomada de decisão durante a coleta dos frutos (DRESCH, *et al.*, 2013). A morfologia interna e externa das sementes é uma etapa crucial nas análises de identificação e certificação de qualidade das sementes, além de possibilitar interpretações mais acuradas dos testes de germinação (ARAÚJO, *et al.*, 2004; ROSA, *et al.*, 2005). Sementes classificadas por tamanho ou peso são formas adotadas para uniformização das plantas obtidas, a fim de obter uma classe ideal de sementes de alta qualidade para produção (DRESCH, *et al.*, 2013). Os dados obtidos permitem verificar que a população de Encantadas apresenta os frutos mais largos e compridos em relação às outras populações, sendo, portanto, frutos de maior interesse de coleta.

Foi observado que assim como maior tamanho de fruto, a população de Encantadas também apresenta alta taxa de germinação. O processo de germinação depende do tamanho das sementes (FIGUEIREDO, *et al.*, 2014), visto que as sementes maiores possuem maior sucesso e velocidade de germinação (NOTARNICOLA *et al.*, 2022) e podem promover uma melhor qualidade e quantidade de plantas obtidas (TAMAKI, *et al.*, 2020). Uma grande produção de sementes e altas porcentagens de germinação auxiliam na dispersão, instalação e permanência das bromélias em locais como as restingas (LENZI; MATOS; ORTH, 2006).

Semelhante ao encontrado por Kriek (2008) no litoral de Santa Catarina, as populações de *D. encholirioides* do litoral paranaense apresentam em média $130 \pm 36,18$ sementes por fruto. Enquanto uma maior produção de sementes auxilia na densidade do banco de sementes e aumenta a capacidade de recrutamento em momentos diferentes, sementes maiores comportam maiores recursos para sobrevivência da plântula (NOTARNICOLA *et al.*, 2022).

As maiores sementes foram encontradas nas populações de Cristo e Encantadas. A posição da semente no fruto explica a heterogeneidade nos tamanhos das sementes de *D. encholirioides*, conforme o exposto por Figueiredo e colaboradores (2014), além de poder influenciar a qualidade fisiológica das sementes.

A maturidade fisiológica da semente está associada à quebra da dormência, ao maior acúmulo de matéria seca e/ou menor quantidade de conteúdo hídrico (TAMAKI, *et al.*, 2020). Visto que as sementes acompanham o formato elíptico do fruto, as sementes da região central do fruto seriam maiores que as formadas nas pontas, provavelmente explicando as quantidades de grandes sementes em Encantadas que apresenta os maiores frutos.

As maiores proporções de endosperma foram provenientes das sementes da população de Cristo. A quantidade de endosperma é um indicativo de maior sucesso no estabelecimento da plântula, pois uma quantidade maior de endosperma aumenta a possibilidade da sobrevivência (DRESCH, *et al.*, 2013).

Apesar de não possuir o maior endosperma, a população de Encantadas difere dos demais pontos amostrais com uma elevada quantidade de sementes germinadas, sendo os melhores percentuais de germinação (57% e 54%) associados às sementes de 8 a 14 mm² e com os endospermas entre 1 e 4 mm². Essa condição pode estar relacionada à população matriz que afeta diretamente a produtividade e viabilidade das sementes (BAGATELI, *et al.*, 2020).

Após a dispersão de *D. encholirioides*, as sementes podem tanto constituir o banco de sementes do local, quanto germinar em um bom percentual, conforme o apresentado neste trabalho e que contrapõe o proposto por Pompelli, Fernandes e Guerra (2006). A dormência para algumas espécies apresenta-se vantajosa pois permite a germinação ao longo do tempo e aumenta a probabilidade de sobrevivência das espécies (AZERÊDO, *et al.*, 2010). Contudo, as sementes de *D. encholirioides* não apresentam a necessidade de quebra de dormência por métodos químicos para que a germinação ocorra, pois não possuem impermeabilidade do tegumento à água, diferindo do proposto por Pompelli (2006). As médias gerais da porcentagem de germinação para *D. encholirioides* com utilização de H₂SO₄ foram 72,22% em meio de cultura (POMPELLI, 2006), enquanto neste trabalho que tinha como objetivo simular as condições *ex situ*, foi alcançado 57,74% (82 sementes) com a população de Encantadas.

A germinação é um evento de alto risco e imprevisível e, em alguns casos, a capacidade de germinação das sementes está atrelada também a fatores limitantes endógenos (FIGUEIREDO, *et al.*, 2014). Por outro lado, uma germinação rápida é uma estratégia ecológica importante para o estabelecimento de algumas espécies, possibilitando o aproveitamento das condições ambientais favoráveis (BRITO, *et al.*, 2021). Com o acompanhamento diário do experimento, observamos que o início da germinação inicia no 6º dia após a semeadura e estende-se até o 15º dia, podendo ocorrer germinações isoladas após essa data. Foi considerado como o melhor dia para avaliação do potencial germinativo das sementes de *D. encholirioides* o 15º dia de experimento, semelhante ao encontrado por Pimenta e colaboradores (2022).

Para além dos fatores endógenos da semente, outros fatores químicos, como disponibilidade de água ou outros compostos (*e.g.* salinidade) ou físicos, como a

temperatura e presença de luz, também podem influenciar a germinação (BRITO, *et al.*, 2021; PIMENTA, *et al.*, 2022). A dependência da luz para germinação possui relação direta com o tamanho das sementes, ocorrendo uma diminuição no requerimento por luz com o aumento das reservas das sementes (NASSER, *et al.*, 2019). Esses fatores químicos e/ou físicos podem ser extrapolados para as condições *ex situ* que as populações matrizes encontram e também podem ter influenciado as germinações observadas no presente trabalho.

Após a germinação, para Brito e colaboradores (2021), o sucesso de uma plântula está relacionado à habilidade de utilizar os seus recursos limitados de forma mais eficiente. O vigor das sementes também é responsável pela maior velocidade e uniformidade na emergência das plântulas, o impulso do crescimento durante a fase de plântula pode ser relacionado ao vigor das sementes e à qualidade fisiológica influencia diretamente o comprimento da parte aérea (BAGATELI, *et al.*, 2020). As plântulas diferiram apenas em comprimento da maior folha e diâmetro na população de Encantadas e as plântulas mais altas sendo provenientes de Coroados. Após quatro meses de cultivo, as plântulas não apresentaram diferenças para a maioria das variáveis morfológicas, similar ao observado por Tamaki e colaboradores (2020) que estudaram a germinação e desenvolvimento das sementes da bromélia *Alcantarea imperialis* colhidas em diferentes posições do escapo floral.

Apesar das vantagens de uma propagação por sementes, a propagação vegetativa apresenta um papel importante no desenvolvimento de bromélias nas restingas devido à dificuldade de germinação das sementes e estabelecimento das plântulas (LENZI; MATOS; ORTH, 2006). O estabelecimento da plântula desde a germinação até o crescimento e sobrevivência é extremamente sensível e pode ser danificado pela salinidade do ambiente (LOURENÇO JUNIOR, *et al.*, 2013). Como Brito e colaboradores (2021) apontam, o déficit hídrico e estresse salino podem inibir a germinação e reduzir o crescimento da plântula durante as fases iniciais de estabelecimento, sendo as raízes as primeiras estruturas a serem danificadas pela salinidade e podendo afetar também a atividade fotossintética das plântulas (LOURENÇO JUNIOR, *et al.*, 2013). Como os dados apontaram a baixa sobrevivência das plântulas, sugere-se que o sucesso atual das plantas em campo possivelmente está ligado à propagação vegetativa.

Devido ao predomínio de autopolinização e propagação vegetativa, provavelmente as populações de *Dyckia* do litoral paranaense estão sofrendo um início de isolamento

reprodutivo e incorporando uma coleção de fenótipos únicos para cada ambiente (CUTTER, 2019). Encantadas ainda apresenta uma boa troca gênica devido a proteção do ambiente em que a população está inserida, o que explicaria seus melhores resultados quando comparada às outras populações que estão sendo suprimidas e fragmentadas. Em alguns casos, o isolamento reprodutivo pode aparecer rapidamente em poucas gerações (KULMUNI, *et al.*, 2020), sendo influenciado pelo seu polinizador (MINNAAR, C.; de JAGER, M. L.; ANDERSON, B., 2019)

Diante do apresentado, indica-se a população proveniente de Encantadas como a de maior probabilidade de sucesso e sobrevivência. A população de Caiobá como uma possibilidade de sucesso caso a atividade antrópica diminua a pressão sob a população. A população de Cristo encontra-se relativamente equilibrada quanto à propagação, mas carece de estudos quanto à qualidade fisiológica das suas sementes. Enquanto Coroados, infelizmente, está em declínio populacional acentuado e a viabilidade das suas sementes está prejudicada, necessitando de estratégias para conservação da população urgentemente. Acredita-se que a produção de mudas e replantio com as outras populações seria uma possível resposta imediata para evitar a perda da população de Coroados, indicando-se Encantadas como melhor matriz genética para aumentar a variabilidade genética local.

5. CONCLUSÃO

As populações de *D. encholirioides* possuem diferenças em seus caracteres morfológicos. O diâmetro de roseta e comprimento de folha, divergem com o ambiente em que a espécie está inserida. Frutos com mais de 8 cm de largura apresentam maior quantidade de sementes. A viabilidade das sementes está associada a sementes com 2 a 4 mm² de endosperma. A população de Encantadas apresenta as melhores taxas de germinação e também de sobrevivência das plântulas. A população de Coroados está drasticamente prejudicada, contando com uma produção de sementes praticamente inviável.

A espécie carece de mais estudos sobre a fisiologia de suas sementes, bem como de um estudo comparativo da variabilidade genética entre as populações a fim avaliar os diferentes potenciais observados. As evidências aqui apresentadas contribuem para o preenchimento das lacunas de conhecimento acerca da morfologia e desenvolvimento das sementes de *Dyckia encholirioides* e também para a conservação das restingas onde a espécie ocorre.

6. REFERÊNCIAS

- ALVES, K. A. **Morfologia de sementes e plântulas e cultivo *in vitro* de espécies de *Drosera* de campos rupestres**. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM, Diamantina, 70f. 2019.
- ARAÚJO, E. C.; MENDONÇA, A. V. R.; BARROSO, D. G.; LAMÔNICA, K. R.; SILVA, R. F. Caracterização morfológica de frutos, sementes e plântulas de *Sesbania virgata* (CAV.) PERS. **Revista brasileira de sementes**, v. 26, n. 1, p. 105-110. 2004.
- AZERÊDO, G. A.; PAULA, R. C.; VALERI, S. V. Temperatura e substrato para a germinação de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. **Revista brasileira de sementes**, v. 32, n. 2, p. 49-58. 2010.
- AZERÊDO, G. A.; PAULA, R. C.; VALERI, S. V.; MORO, F. V. Superação de dormência de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. **Scientia Forestalis**, v. 39, n. 92, p. 479-488. 2011.
- BAGATELI, J. R.; FRANCO, J. J.; MENEGHELLO, G. E.; VILLELA, F. A. Vigor de sementes e densidade populacional: reflexos na morfologia de plantas e produtividade da soja. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 38686-38718. 2020.
- BRANCO, S, A. **Anatomia floral de bromeliaceae ocorrentes na ilha de Santa Catarina**. Dissertação (Mestrado em Biologia de Fungos, Algas e Plantas) - Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, 67p. 2021.
- BRITO, S. F.; PINHEIRO, C. L.; MATOS, D. M. S.; MEDEIROS FILHO, S. Establishment of *Cryptostegia madagascariensis* in the semiarid: what is the role of abiotic factors in germination and initial growth? **Scientia Plena**, v. 17, n. 5, e. 052401. 2021.
- BÜNEKER, H. M.; PONTES, R. C.; SOARES, K. P.; NETO, L. W.; LONGHI, S. J. Uma nova espécie de *Dyckia* (bromeliaceae, pitcairnioideae) para a flora do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 11, n. 3, p. 284-289. 2013.
- CNCFlora. *Dyckia encholirioides* in **Lista Vermelha da flora brasileira** versão 2012.2 Centro Nacional de Conservação da Flora. Disponível em <<http://www.cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Dyckia%20encholirioides>>. Acesso em 16 de outubro de 2022.
- CUTTER, A. D. Reproductive transitions in plants and animals: selfing syndrome, sexual selection and speciation. **New Phytologist**, v. 224, p. 1080-1094. 2019
- DIAS, L. C. D.; FARIA, A. P. G. NOGUEIRA, M. G. C.; FURTADO, S. G.; CARDOSO, P. H.; CABRAL, A.; MENINI-NETO, L. Bromeliaceae nos fragmentos de Floresta Atlântica de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, v. 71, e. 030922018. 2020.

DRESCH, D. M.; SCALON, S. P. Q.; MASETTO, T. E.; VIEIRA, M. C. Germinação e vigor de sementes de gabioba em função do tamanho do fruto e semente. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 3, p. 262-271. 2013.

ESTEVAN, D. A.; FARIA, R. T.; VIEIRA, A. O. S.; MOTA, T. D.; TAKAHASHI, L. S. A. Germinação de sementes de duas bromélias em diferentes substratos. **Científica**, v. 38, n. ½, p. 07-13. 2010.

FIGUEIREDO, M. F.; NOGUEIRA, F. C. B.; PINHEIRO, C. L.; BRITO, S. F.; MEDEIROS FILHO, S. Germination of *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult.f. seeds in response of temperature and water stress. **American Journal of Plant Sciences**, v. 5, p. 2237-2246. 2014.

FORZZA, R. C.; BARBOSA, M. R. V.; BAUMGRATZ, J. F. A.; BICUDO, C. E. M.; CAVALCANTI, T. B.; COELHO, M. A. N.; COSTA, A. F.; COSTA, D. P.; DALCIN, E. C.; FILARDI, F. L. R.; GOMES-DA-SILVA, J.; LABIAK, P.; LIMA, H. C.; LOHMANN, L. G.; LUGHADHA, E. N.; MAIA, L. C.; MANSANO, V. F.; MENEZES, M.; MORIM, M. P.; MOURA, C. W. N.; PRADO, J.; PERALTA, D. F.; ROQUE, N.; STEHMANN, J. R.; SYLVESTRE, L. S.; TRIERVEILER-PEREIRA, L.; WALTER, B. M. T.; ZIMBRÃO, G. Brazilian Flora 2020: Leveraging the power of a collaborative scientific network. **Taxon**, v. 71, n. 1, p. 178-198. 2021.

FREIRE, L. F. **Erosão Costeira: alternativas de proteção e proposta de solução - Matinhos, PR**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento de Tecnologia e Meio Ambiente) Instituto de Engenharia do Paraná - IEP, Curitiba, 82f. 2011.

FLORES, R.; KRAETZIG, L. C.; FLÔRES, P. Z.; PEREIRA, D. N.; BÜNEKER, H. M.; MALDANER, J.; VIERO, C. L.; STRAHL, M. A. Propagation of *Dyckia vicentensis*, an endemic bromeliad of the pampa biome, Brazil. **Rodriguésia**, v. 69, n. 4, p. 2229-2235. 2018

GOUDA, E. J., BUTCHER, D.; GOUDA, K. 2018 (*continuously updated*). **Encyclopaedia of Bromeliads, Version 4**. Disponível em <<https://bromeliad.nl/encyclopedia/>>. Acesso em 19 de outubro de 2022.

GUARALDO, A. C.; BCZUSKA, J. C.; MANICA, L. T. *Turdus flavipes* altitudinal migration in the Atlantic Forest the yellow-legged thrush is a partial altitudinal migrant in the Atlantic Forest. **Avian Biology Research**, v. 15, n. 3, p. 117-124. 2022.

GUILHERME, P. D. B.; BORZONE, C. A. BUENO, M. L.; LAMOUR, M. R. Análise granulométrica de sedimentos de praias arenosas através de imagens digitais. Descrição de um protocolo de mensuração de partículas no software ImageJ - Fiji. **Brazilian Journal of Aquatic Science Technology**, v. 19, n. 2, p. 23-32. 2015.

HIRSCH, L. D. **Especiação híbrida: citogenética, filogenia e reprodução de três espécies de *Dyckia* (Bromeliaceae)**. Tese (Doutorado em Genética e Biologia

Molecular) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre. 43p. 2020.

INSTITUTO ÁGUA E TERRA - IAT 2012. **Plano de Manejo - Parque Estadual da Ilha do Mel**. Disponível em: <<https://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Plano-de-Manejo-Parque-Estadual-Ilha-do-Mel>>. Acesso em 22 de abril de 2023.

INSTITUTO ÁGUA E TERRA - IAT 2021. **Recuperação da Orla de Matinhos**. Disponível em: <<https://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Recuperacao-da-Orla-de-Matinhos>>. Acesso em 22 de abril de 2023.

IUCN 2020. **The IUCN Red List of Threatened Species. Versão 2020.2**. Disponível em: <<https://www.iucnredlist.org>>. Acesso em 17 out 2022.

KAHLE, D.; WICKHAM, H. Ggmap: spatial visualization with ggplot2. **The R Journal**, v. 5, n. 1, p. 144-161. 2013

KESSOUS, I. M.; COUTO, D. R.; SOUZA, B. P.; MOURA, R. L.; COSTA, A. F. *Edmundoa*, *Neoregelia* e *Wittrockia* (Bromeliaceae: bromelioideae) no Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, v. 70, e. 01302017. 2019

KOWALSKI, V. K.; TARDIVO, R. C.; OLIVEIRA, F. M. C.; MOURÃO, K. S. M. Morphology and anatomy of seedling of Bromeliaceae from the perspective of ecophysiological types. **Flora**, v. 285, e. 151959, p. 1-16. 2021.

KRIECK, C. **Ecologia Reprodutiva de *Dyckia encholirioides* var. *encholirioides* (Gaudich.) Mez. (Bromeliaceae) em Costões Oceânicos em Florianópolis, Santa Catarina**. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 67p., 2008.

KULMUNI, J.; BUTLIN, R. K.; LUCEK, K.; SAVOLAINEN, V.; WESTRAM, A. M. Towards the completion of speciation: the evolution of reproductive isolation beyond the first barriers. **Philosophical Transactions Royal Society**, v. 375, e. 20190528. 2020

LENTH, R. (2023). **Emmeans: Estimated marginal means, aka Least-Squares means**. R package version 1.8.5. Disponível em <<https://CRAN.R-project.org/package=emmeans>>. Acesso em 18 jun 2023.

LENZI, M.; MATOS, J. Z.; ORTH, A. I. Variação morfológica e reprodutiva de *Aechmea lindenii* (E. Morren) Baker var. *lindenii* (Bromeliaceae). **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, n. 2, p. 487-500. 2006.

LOURENÇO JUNIOR, J.; ZAMBOM, O.; ROSSI, M. S.; CUZZUOL, R. F. Effects that nutritional and saline gradients have on the growth of *Passiflora mucronata* Lam. and *Canavalia rosea* (Sw.) DC. found in the restinga of Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 27, n. 2, p. 318-326. 2013.

- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, p. 176-177. 1962
- MARTINELLI, G.; MORAES, M. A. **Livro Vermelho da Flora do Brasil**. 1 ed. Rio de Janeiro. 2013.
- MINNAAR, C.; DE JAGER, M. L.; ANDERSON, B. Intraspecific divergence in floral-tube length promotes asymmetric pollen movement and reproductive isolation. **New Phytologist**, v. 224, p. 1160-1170. 2019.
- MUSEGANTE, J. V. R.; RIBEIRO, J. E. L. S.; FERRAZ, J. R.; OLIVEIRA, P. O.; BIANCHINI, E.; MEDRI, C. Geographical distribution of *Dyckia walteriana* (bromeliaceae), a recently described and endangered species endemic to the Serra Geral formation, southern Brazil. **Phytotaxa**, v. 438, n. 4, p. 263-275. 2020.
- NASSER, N. P. A.; RAMOS, R. F.; SCHEEREN, N. B.; NORA, D. D.; BELLÉ, C.; BETEMPS, D. L. Germinação de sementes de *Bromelia antiacantha* em diferentes fotoperíodos. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, v. 5, n. 3, p. 296-301. 2019.
- NOTARNICOLA, R. F.; NICOTRA, A. B.; KRUK, L. E. B.; ARNOLD, P. A. Effects of warming temperatures on germination responses and trade-offs between seed traits in an alpine plant. *Journal of Ecology*, v. 00, p. 1-15. 2022.
- OKSANEN, J.; SIMPSON, G.; BLANCHET, F.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; MINCHIN, P.; O'HARA, R.; SOLYMOS, P.; STEVENS, M.; SZOECZ, E.; WAGNER, H.; BARBOUR, M.; BEDWARD, M.; BOLKER, B.; BORCARD, D.; CARVALHO, G.; CHIRICO, M.; DE CACERES, M.; DURAND, S.; EVANGELISTA, H.; FITZJOHN, R.; FRIENDLY, M.; FURNEAUX, B.; HANNIGAN, G.; HILL, M.; LAHTI, L.; MCGLINN, D.; OUELLETTE, M.; RIBEIRO CUNHA, E.; SMITH, T.; STIER, A.; TER BRAAK, C.; WEEDON, J. (2022). **Vegan: Community Ecology Package**. R package version 2.6-4. Disponível em <<https://CRAN.R-project.org/package=vegan>>. Acesso em 18 jun 2023.
- OLIVEIRA, I. L.; RECHETELO, J.; MESTRE, L. A. M. Percepção da avifauna de entremarés por moradores e turistas locais da Ilha do Mel, litoral do Paraná. **Revista CEPSUL**, v. 11, e. 2022001, p. 1-12. 2022.
- OPOLSKI-NETO, T.; MELO-JÚNIOR, J. C. F. Influência das condições edáficas na composição florística e estrutural de uma comunidade de restinga sobre costão rochoso no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 15, n. 2, p. 1108-1127. 2022.
- PALHA, P. M. G.; SILVA, J. S.; SILVA, J. S.; LIMA, T. E. F.; MARQUES, M. F. O.; BEZERRA, J. L. Parâmetros Ecológicos de fungos em bromeliaceae em ecossistemas naturais e cultivadas na Bahia. **Rodriguésia**, v. 69, n. 4, p. 2025-2033. 2018

- PIRE, R.; VARGAS-SIMON, G. Recurrent inconsistencies in publications that involve Maguire's germination rate formula. **Forest Systems**, v. 28, n. 1, e. SC02. 2019
- PIMENTA, J. M. A.; SOUZA, W. M. A. T.; CASTRO, M. L. L.; FERRARI, C. S.; PACHECO, M. V. Germinação de sementes e morfologia de plântulas de *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult.f. **Arrudea**, v. 8, p. 2-9. 2022.
- POMPELLI, M. F. Germinação de *Dyckia encholirioides* var. *encholirioides* (Bromeliaceae, Pitcairnioideae). **Revista Floresta e Ambiente**. v. 13, n. 1, p. 01-09. 2006.
- POMPELLI, M. F.; FERNANDES, D.; GUERRA, M. P. Germination of *Dyckia encholirioides* (Gaudich.) Mez var. *encholirioides* under saline conditions. **Seed Sci. & Technol.**, v. 34, p. 759-763. 2006.
- R CORE TEAM (2023). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em <<https://www.R-project.org/>>. Acesso em 18 de jun de 2023.
- RIBEIRO, F. F.; AOYAMA, E. M. Anatomia foliar de bromeliaceae da trilha do rio Timbuí na Estação Biológica de Santa Lúcia, Santa Teresa - ES. **Enciclopédia Biosfera**, v. 16, n. 29, p. 185-197. 2019.
- ROCHA, L. P.; BEZERRA, J. J. L.; PRATA, A. P. N.; COFFANI-NUNES, J. V.; ASSUNÇÃO, A. C. R.; FARIAS, M. C. V. Florística, aspectos fenológicos e agrupamentos ecológicos de bromeliaceae na Caatinga em Sergipe. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 06, n. 3, p. 248-258. 2021.
- RODERJAN, C.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S. HATSCHBACH, G. G. As unidades fitogeográficas do Estado do Paraná. **Ciência e Ambiente**, v. 24, p. 75-92. 2002.
- ROGALSKI, J. M.; BERKENBROCK, I. S.; VIEIRA, N. K.; REIS, A. Demographic structure of clonal, endemic, and endangered rheophyte bromeliad *Dyckia ibiramensis* asexual vs sexual reproduction. **Rodriguésia**, v. 72, e.00752020. 2021.
- ROSA, L. S.; FELIPPI, M.; NOGUEIRA, A. C.; GROSSI, F. Avaliação da germinação sob diferentes potenciais osmóticos e caracterização morfológica da semente e plântula de *Ateleia glazioviana* BAILL (Timbó). **Cerne**, v. 11, n. 3, p. 306-314. 2005.
- SCHÄFFER, L. H.; MATTAR, E. A.; NAKAJIMA, N. Y.; SILVA, S. A.; BORGES, R. A.; BORGES, A. V. P.; CARPANEZZI, A. A.; NEVES, E. J. M.; ANGELO, A. C.; BRITTEZ, R. M. Crescimento de espécies arbóreas nativas em recuperação de área degradada no litoral do Paraná. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 40, e. 201801680, p. 1-9. 2020.
- SHORT, A. D.; KLEIN, A. H. F. **Brazilian Beach Systems**. Switzerland: Springer, 2016. 611p.

SCHROEDER, G. R.; VIEIRA-JUNIOR, N. P.; DEC, E.; MOUGA, D. M. D. S. Caracterização palinológica de bromeliaceae (A. Juss.) de São Francisco do Sul, Santa Catarina. **Acta Biológica Catarinense**, v. 06, n. 1, p. 46-57. 2019

SILVA, C. A.; CORREA, A. D.; FIGUEIREDO, M. V. O.; PRANDINI, M. K.; JUNIOR, M. C.; OLIVEIRA, V. R. P.; ARMANI, F. A. S. Diagnóstico da restinga de Pontal do Paraná, litoral paranaense, através da utilização de drones. **Revista Técnico-Científica do Crea-PR**, edição especial. 2018

SILVA, I. V.; SCAETENA, V. L. Morfologia de sementes e de estádios iniciais de plântulas de espécies de bromeliaceae da Amazônia. **Rodriguésia**, v. 62, n. 2, p. 263-272. 2011.

TAMAKI, V.; CARVALHO, C. P.; LAZARINI, R. A. M.; NIEVOLA, C. C. Armazenamento de sementes colhidas de diferentes posições do escapo floral para obtenção de plantas da bromélia imperial - *Alcantarea imperialis*. **Rodriguésia**, v. 71, e. 02832018. 2020.

VAILATI, M. V. **Morfoanatomia de três espécies de Bromeliaceae de restingas do Estado de Santa Catarina, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis. 93p. 2009.

VASCONCELLOS, V. C.; OLIVEIRA, J. M. S. Descrição Morfológica e Anatômica da estrutura floral em *Dyckia ibicuiensis* Strehl (Bromeliaceae). **Revista Brasileira de Iniciação Científica**, v. 06, n. 6, p. 58-69. 2019.

VIZENTIN, E. T. B. S.; SOUZA, M. D. A.; SILVA, I. V. Morfologia do fruto, semente e desenvolvimento pós-seminal de *Aechmea angustifolia* Poepp. & Endl. (Bromeliaceae). **Magistra**, v. 29, n. 1, p. 110-118. 2016

WICKHAM, H. **Ggplot2: Elegant graphics for data analysis**. Verlag, New York: Springer, 2016. 75p.

XAVIER, C. B. **Análise de Parâmetros Ecológicos de *Dyckia encholirioides* (Gaudich.) Mez – Bromeliaceae, Considerando os Componentes Geomorfológico e Pedológico em Costões Rochosos na Ilha do Mel, Litoral do Paraná**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná – UFPR, Curitiba. 94p. 2014.

ZIMMERMANN, T. G. **Conservação e Introdução da Bromélia *Dyckia distachya* Hassler, uma Reófito ameaçada de extinção**. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, 108p. 2011.

ZUFFO, A. M.; ANDRADE, F. R.; ZUFFO JÚNIOR, J. M. Caracterização biométrica de frutos e sementes de baru (*Dipteryx alata* Vog.) na região leste de Mato Grosso, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 37, n. 4, p. 463-471. 2014.

ANEXO

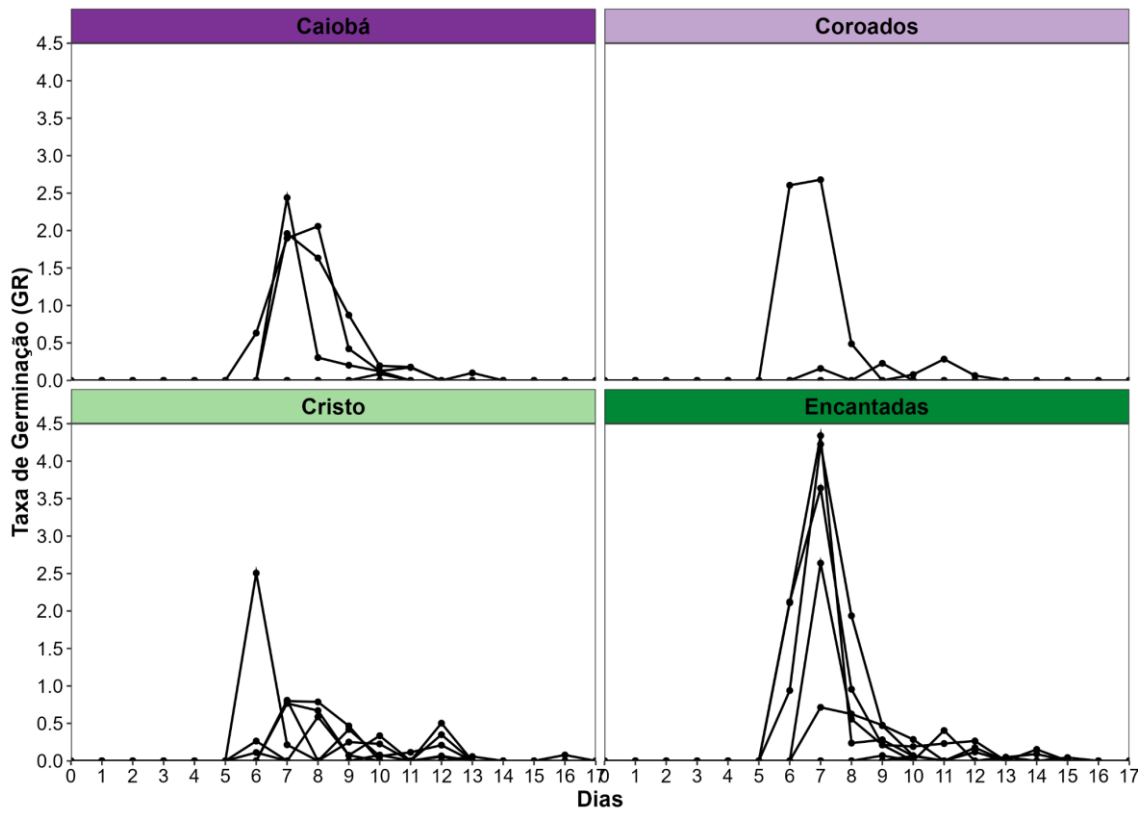


Figura S 1: Diagrama da taxa de germinação diário, categorizado por local amostrado das populações de *Dyckia encholirioides* no litoral do Paraná. Cada linha representa um fruto com os valores de GR por dia ao longo do experimento.