



**JAVIER KAYNAN TRINDADE**

**GERMINAÇÃO E ANATOMIA FOLIAR DE *Diplusodon glaziovii*, *Barbacenia pungens* e *Lavoisiera tetragona***

**LAVRAS – MG**

**2023**

**JAVIER KAYNAN TRINDADE**

**GERMINAÇÃO E ANATOMIA FOLIAR DE *Diplusodon glaziovii*, *Barbacenia pungens* e *Lavoisiera tetragona***

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Universidade Federal  
de Lavras, como parte das  
exigências do Curso de Ciências  
Biológicas, para a obtenção do  
título de Licenciado.

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elisa Monteze Bicalho

Orientadora

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Marinês Ferreira Pires Lira

Coorientadora

**LAVRAS – MG**

**2023**

**JAVIER KAYNAN TRINDADE**

**GERMINAÇÃO E ANATOMIA FOLIAR DE *Diplusodon glaziovii*, *Barbacenia pungens* e *Lavoisiera tetragona***

**GERMINATION AND LEAF ANATOMY OF *Diplusodon glaziovii*, *Barbacenia pungens* AND *Lavoisiera tetragona***

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Universidade Federal  
de Lavras, como parte das  
exigências do Curso de Ciências  
Biológicas, para a obtenção do  
título de Licenciado.

APROVADO em 23 de julho de 2023.

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elisa Monteze Bicalho Presidente da Banca Examinadora – UFLA

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Marinês Ferreira Pires Lira Membro da Banca Examinadora – UFLA

Doutorando Geovane da Silva Dias Membro da Banca Examinadora – UFLA

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elisa Monteze Bicalho

Orientadora

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Marinês Ferreira Pires Lira

Coorientadora

**LAVRAS – MG**

**2023**

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradecer meus pais, sem eles esse sonho de me tornar professor e biólogo não seria possível.

Aos meus amigos de infância, que mesmo longe sempre me apoiaram.

Aos meus amigos da música, que sempre me incentivaram a chegar até aqui e que através da música fizeram tudo ficar mais harmonioso em meio ao caos.

Aos amigos de Lavras, que percorreram e que ainda percorrem essa caminhada junto a mim, compartilhando diversos momentos de surtos, frustrações e, sobretudo muito amor.

A Ana Clara, minha amiga que compartilhou não só um apartamento, mas as inúmeras cervejas e discussões produtivas anti-capitalistas.

Aos amigos e professores da educação, que tiveram uma influência concisa em minha vida pessoal e profissional.

Aos meus colegas de laboratórios, por todo o apoio e aprendizado recebido nesse período.

A minha coorientadora Marinês que desde o primeiro momento me acolheu, compartilhando sempre seus ensinamentos e me inspirando.

A minha orientadora Elisa, pela oportunidade de aprendizado, pela inspiração, pela persistência, paciência e também pela confiança em mim e no meu trabalho.

Ao WWF, pela bolsa concedida para que a pesquisa pudesse ser realizada, e à Fundação Zoobotânica de Belo Horizonte e PAT-Espinhaço pela concessão do material biológico.

Por fim, agradeço a Universidade Federal de Lavras, em especial ao Departamento de Biologia, por todo o aprendizado recebido durante a graduação.

*“Educação não transforma o mundo. Educação muda as pessoas. Pessoas transformam o mundo”.*  
*(Paulo Freire, 1979)*

## RESUMO

Os Campos Rupestres são uma fitofisionomia do bioma Cerrado, que possui uma rica flora, mas que devido a ações antropogênicas vem perdendo parte dessa biodiversidade. Ações e estudos visando a caracterização, preservação e conservação têm sido levantadas a fim de mitigar os efeitos das pressões antrópicas nesse ambiente. *Diplusodon glaziovii* Koehne, *Barbacenia pungens* (NLMenezes & Semir) Mello-Silva e *Lavoisiera tetragona* Mart. & Schrank ex DC são espécies endêmicas de Campos Rupestres que se encontram criticamente ameaçadas de extinção e que possuem requisitos variados de germinação e cujas características fisiológicas e anatômicas ainda são pouco estudadas. Diante destes cenários, os objetivos deste trabalho foram (I) verificar os requisitos de temperatura para a germinação (II) a presença de dormência fisiológica nas sementes dessas espécies, por meio da aplicação exógena de hormônios e inibidores para a compreensão das respostas germinativas; (III) caracterização de aspectos anatômicos das folhas para compreender adaptações das espécies aos Campos Rupestres. As sementes foram expostas a quatro diferentes temperaturas, e na temperatura ótima de germinação de cada espécie foram tratadas com ácido abscísico (ABA), o inibidor biossintético (fluridone – FLU), giberelina (GA) e o seu inibidor de biossíntese (paclobutrazol – PBZ). Determinou-se que a temperatura ótima de germinação é de 25°C para *D. glaziovii* e 30°C para *B. pungens*. A espécie *L. tetragona* apresentou baixa germinação em todas as temperaturas testadas. A germinação das sementes de *D. glaziovii* não foi reduzida pela aplicação do ABA; o FLU reduziu a germinação na concentração 150 µM e quando tratadas com o PBZ a germinação foi retardada. Sementes de *B. pungens* tiveram a germinação retardada pela atuação do ABA, os tratamentos com FLU não foram significativos e sob a atuação do PBZ houve retardo e decréscimo de germinação. *L. tetragona* não apresentou alta germinabilidade mesmo sob o tratamento com GA, levando a considerar que a espécie produz sementes inviáveis. As análises anatômicas das folhas mostraram adaptações a ambientes xéricos, como presença de fibras esclerenquimáticas e tricomas. Espera-se que os resultados obtidos auxiliem na melhor caracterização das espécies e sua relação com o ambiente no qual se encontram, bem como fornecer subsídios para melhorar a propagação e preservação das mesmas.

**Palavras-chave:** Campos Rupestres; Inibidores; Hormônios; Xeromorfismo.

## ABSTRACT

Rock Filds are a phytophysiognomy of the Cerrado biome, which has a rich flora, but due to anthropogenic actions it has been losing part of this biodiversity. Actions and studies aimed at the characterization, preservation and conservation have been proposed in order to mitigate the effects of anthropic pressures in this environment. *Diplusodon glaziovii* Koehne, *Barbacenia pungens* (NLMenezes & Semir) Mello-Silva e *Lavoisiera tetragona* Mart. & Schrank ex DC are endemic species of Rock Filds that are critically endangered and that have varied germination requirements and whose regulatory and anatomical characteristics are still poorly controlled. Given this scenario, the objectives of this work were (I) to verify the temperature requirements for germination (II) and the presence of regulatory dormancy in the seeds of these species, through the exogenous application of hormones and inhibitors to better understand the germinal responses; (III) characterization of anatomical aspects of leaves to understand xeromorphic inheritance of species to Rock Filds. The seeds were exposed to four different temperatures, and, at the optimal germination temperature of each species, they were treated with abscisic acid (ABA), or its biosynthesis inhibitor (fluridone – FLU), or gibberellin (GA) and/or its biosynthesis inhibitor (paclobutrazol – PBZ). Determine that the optimum germination temperature is 25°C for *D. glaziovii* and 30°C for *B. pungens*. The species *L. tetragona* showed low germination at all temperatures tested. *D. glaziovii* seed germination was not reduced by ABA application; FLU stopped germination at 150 µM concentration and when treated with PBZ germination was delayed. Seeds of *B. pungens* had a delayed germination by the action of ABA, the treatments with FLU were not followed and under the action of PBZ there was delay and decrease of germination. *L. tetragona* did not show high germinability even under GA treatment, leading to the conclusion that the species produces unviable seeds. Anatomical analyzes of leaves appreciate xeric environments, such as the presence of sclerenchyma fibers and trichomes. It is expected that the results obtained will help to better characterize the species and their relationship with the environment in which they are found, as well as provide yields to improve their capture and preservation.

**Keywords:** Rock Filds; Inhibitors, Hormones. Xeromorphism.

## SUMÁRIO

|                                                                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. INTRODUÇÃO .....                                                                                                                                          | 1  |
| 2. REFERENCIAL TEÓRICO .....                                                                                                                                 | 3  |
| 2.1 Campos Rupestres .....                                                                                                                                   | 3  |
| 2.2 Lythraceae, Velloziaceae e Melastomataceae: importantes famílias botânicas dos Campos Rupestres.....                                                     | 3  |
| 2.3 Germinação e dormência de sementes .....                                                                                                                 | 5  |
| 2.4 Caracterização anatômica.....                                                                                                                            | 6  |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS.....                                                                                                                                   | 8  |
| 3.1 Material vegetal.....                                                                                                                                    | 8  |
| 3.2 Teste de germinação .....                                                                                                                                | 9  |
| 3.2.1 Experimento 1: Teste de germinação em diferentes temperaturas com de sementes de <i>D. glaziovii</i> , <i>B. pungens</i> e <i>L. tetragona</i> . ..... | 9  |
| 3.2.2 Experimento 2: Influência dos hormônios na germinação de <i>D. glaziovii</i> , <i>B. pungens</i> e <i>L. tetragona</i> . .....                         | 9  |
| 3.3 Caracterização anatômica foliar de <i>D. glaziovii</i> , <i>B. pungens</i> e <i>L. tetragona</i> . .                                                     | 10 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....                                                                                                                              | 12 |
| 4.1 Temperatura como moduladora de germinação de sementes de <i>D. glaziovii</i> , <i>B. pungens</i> e <i>L. tetragona</i> .....                             | 12 |
| 4.2 Influência dos hormônios na germinação de <i>D. glaziovii</i> , <i>B. pungens</i> e <i>L. tetragona</i> .....                                            | 15 |
| 4.3 Características anatômicas foliares de <i>D. glaziovii</i> , <i>B. pungense</i> <i>L. tetragona</i> . .....                                              | 18 |
| 5. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS .....                                                                                                                    | 25 |
| 6. REFERÊNCIAS .....                                                                                                                                         | 26 |

## 1. INTRODUÇÃO

O Campo Rupestre é um ecossistema, caracterizado por dias quentes, noites marcadamente frias, alta irradiância e ventos constantes (CAMACHO, 2016). Sua vegetação é predominantemente graminóide com manchas de matas possuindo alta biodiversidade, contendo mais de 5000 espécies de plantas vasculares, somando 14% da diversidade brasileira (SILVEIRA et al., 2016; MUCINA, 2018). Porém, o Campo Rupestre tem sido negligenciado em programas de conservação e restauração ambiental e está sob graves ameaças antrópicas (CARVALHO et al., 2011; MIOLA et al., 2019; STRADIC et al., 2018). Essa problemática vem resultando na fragmentação e destruição de habitat levando à formação de novos ecossistemas com baixa biodiversidade, apreciação pública e valor ecossistêmico (SILVEIRA et al., 2016).

Dentre as famílias botânicas mais representativas dos Campos Rupestres têm-se a Lythraceae, Velloziaceae e Melastomataceae, que ocupam diferentes habitats (INGLIS e CAVALCANTI, 2018). A essas famílias botânicas atribui-se alta diversidade de gêneros característicos de formações rochosas que, modificando o ambiente tem promovido eventos de intemperismo que influenciam na evolução geomorfológica pela colonização de rochas (NASCIMENTO et al., 2021; GOLDENBERG et al., 2012; MICHELANGELI et al., 2020).

Devido à ameaça ao ambiente e, conseqüentemente às populações de *Diplusodon glaziovii* Koehne, *Barbacenia pungens* (NLMenezes & Semir) Mello-Silva e *Lavoisiera tetragona* Mart. & Schrank ex DC, endêmicas da Serra do Espinhaço Meridional, citadas no Livro Vermelho da Flora do Brasil e listadas como criticamente ameaçadas e raras (MARTINELLI et al., 2014; PARANHOS, 2020) é necessário reunir conhecimentos e informações que possam auxiliar na manutenção das espécies *in situ*.

Estudos que visem, sobretudo, envolver a biologia de sementes (OTALAKOSKI, 2017; NEGRÃO et al., 2013), principal forma de propagação dessas espécies, e que confere maior variabilidade genética. E também características morfoanatômicas das espécies que expliquem a capacidade dessas espécies ocuparem esses espaços. Além disso, não se tem relatado na literatura os fatores que regulam a germinação e a dormência das sementes de *D. glaziovii*, *B. pungens* e *L. tetragona*. Assim, compreender esses fatores é essencial para a regeneração e revegetação de seus habitats, e manutenção das espécies.

Fatores internos e externos influenciam eventos fisiológicos envolvidos na

germinação das sementes (GONÇALVES et al., 2020). Temperatura e luminosidade induzem alterações nos níveis dos principais fitormônios envolvidos na manutenção da dormência, ácido abscísico (ABA), ou da germinação, as giberelinas (GA) (BEWLEY et al., 2013). A temperatura influencia a velocidade e uniformidade da germinação, possuindo uma dinâmica na entrada de água nas sementes culminando na reativação bioquímica da germinação (MARCOSFILHO et al., 2015; RAMOS et al. 2018; SILVA et al. 2017).

Além da compreensão dos requisitos germinativos, é imperativo investigar características morfológicas que relatam como essas espécies estão adaptadas ao ambiente dos Campos Rupestres e como podem auxiliar no estabelecimento de novas populações. Características xeromórficas são típicas em plantas viventes de Campos Rupestres (CORREDOR, 2016). Dessa forma, a caracterização anatômica proporciona o reconhecimento de atributos que as plantas apresentam e que auxiliam na sobrevivência e perpetuação da espécie no local que ela se encontra, e o quão plásticas elas podem ser nesses ambientes (CAVALCANTI, 2017; BRADSHAW, 2006).

Este trabalho busca responder questões sobre a biologia das sementes e, sobre adaptações foliares das espécies *D. glaziovii*, *B. pungens* e *L. tetragona*, que são espécies nativas e endêmicas de Campos Rupestres que se encontram em perigo de extinção e estão no Plano de Ação Territorial do Espinhaço Mineiro. Os objetivos foram verificar os requisitos germinativos de temperatura, presença de dormência fisiológica e caracterizar aspectos anatômicos foliares das espécies. As hipóteses testadas foram: (i) Temperaturas acima de 25°C favorecem a germinação de sementes de *D. glaziovii*, *B. pungens* e *L. tetragona* (ii) A utilização de ácido giberélico e fluridone exógenos contribuem ativamente para a indução da germinação das sementes de *D. glaziovii*, *B. pungens* e *L. tetragona* (iii) A caracterização anatômica das folhas das espécies de *D. glaziovii*, *B. pungens* e *L. tetragona* demonstram adaptabilidade a ambientes xéricos.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Campos Rupestres

O Campo Rupestre é um rico mosaico que compreende áreas de transição entre os biomas Cerrado, Caatinga e Mata atlântica (VASCONCELOS, 2014). Essa fitofisionomia se distingue por diferentes fatores, como a vegetação, clima, tipos de rochas, composição do substrato e sedimentos (CARVALHO et al., 2012). Esses ambientes podem ser encontrados secos ou encharcados, considerando a época de menor e maior precipitação, é também um local marcado por ventos constantes, predomínio de dias quentes, alta irradiância solar e as noites são marcadamente frias (ALVES et al., 2014; CAMACHO, 2016; CONCEIÇÃO, 2000; CONCEIÇÃO e PIRANI, 2005, 2007).

São ecossistemas complexos caracterizados predominantemente por vegetação graminóide, mas que também apresenta manchas de matas. Possuem uma rica flora com mais de 5000 espécies de plantas vasculares com características xeromórficas, somando 14% da diversidade brasileira, considerado um ambiente altamente endêmico (CARVALHO et al., 2011; MUCINA, 2018; RIBEIRO e WALTER, 2008; SILVEIRA et al., 2015, 2016).

Porém, muitas de suas espécies estão vulneráveis às ações antrópicas como urbanização, mineração intensa, incêndios não controlados, invasões biológicas, coleta de plantas ornamentais e turismo não sustentável, tornando a regeneração natural um desafio para a manutenção dos Campos Rupestres (CONCEIÇÃO et al., 2015; FREIRE et al., 2021; GIULIETTI e FORERO, 1990; MONTEIRO et al., 2020). Apesar de apresentar uma grande diversidade ecológica, é um ambiente bastante negligenciado em programas de conservação e restauração, levando muitas espécies a extinção. Assim, os Campos Rupestres podem ser configurados como *hotspots* de biodiversidade representando grandes perdas biológicas, sociais e econômicas (CARVALHO et al., 2011; FERNANDES, et al., 2020; HE et al., 2023; LE STRADIC et al., 2018; MARTINELLI, 2007).

### 2.2 Lythraceae, Velloziaceae e Melastomataceae: importantes famílias botânicas dos Campos Rupestres

Lythraceae J. St.-Hil. é uma família que possui 31 gêneros e aproximadamente 600 espécies que ocupam diferentes habitats (INGLIS e CAVALCANTI, 2018). Segundo Salantino et al. (2000), o gênero *Diplusodon* Pohl é considerado o segundo maior gênero

desta família, compreende 74 espécies arbustivas e subarbustivas, todas endêmicas do Brasil. As diversas espécies do gênero *Diplusodon* são pirófitos, que toleram queimadas e possuem adaptações xeromórficas que permite sobreviver em ambientes com estresse hídrico (CESARINO et al., 1999). As sementes desse gênero podem ficar viáveis por até 12 meses no banco de sementes no solo e, os indivíduos possuem rápido crescimento no ambiente (CESARINO et al., 1999; SILVEIRA et al., 2011). *Diplusodon glaziovii* Koehne é um subarbusto endêmico ao município de Diamantina, Minas Gerais. É uma espécie considerada rara devido à sua restrita distribuição geográfica. (CNCFlora, 2023).

Outra família que também domina a fitofisionomia de Campos Rupestres é a Velloziaceae J. Agardh, sendo que a maioria de suas 200 espécies ocorrem no Brasil, a mesma possui um papel importante na modificação do ambiente, promovendo eventos de intemperismo influenciando na evolução geomorfológica pela colonização de rochas nuas (NASCIMENTO et al., 2021). A família Velloziaceae apresenta espécies herbáceas ou arbustivas, com folhas em formatos de roseta e raízes aéreas (AYENSU, 1973; SILVEIRA et al., 2016). O gênero *Barbacenia* Vand. é considerado o segundo maior dentro da família, com espécies localizadas em locais pedregosos (AYENSU, 1973). *Barbacenia. Pungens* (N.L. Menezes & Semir) Mello-Silva é uma espécie que ocorre no estado de Minas Gerais, município de Diamantina, sendo considerada uma planta rara, desenvolve-se em pequenas touceiras, sobre os *inselbergs* do Planalto de Diamantina (CNCFlora, 2023).

A família botânica Melastomataceae, A. Juss., também representativa dos Campos Rupestres, apresenta gêneros característicos de formações rochosas, alta diversidade e interação com polinizadores (GOLDENBERG et al., 2012; MICHELANGELI et al., 2020). *Lavoisiera tetragona* Mart. & Schrank ex DC. é uma espécie que se caracteriza por ser um subarbusto procumbentes, de 20 cm a 30 cm de altura encontrada em Campos Rupestres, em solos rochosos e arenosos. A espécie é endêmica do estado de Minas Gerais e está criticamente ameaçada por ações antrópicas (CNCFlora, 2023).

As espécies *D. glaziovii*, *B. pungens* e *L. tetragona* são endêmicas da Serra do Espinhaço Meridional, citadas no Livro Vermelho da Flora do Brasil e listada como criticamente ameaçadas e raras (MARTINELLI et al., 2014; PARANHOS, 2020). Além disso, não se tem relatos na literatura sobre caracterização das espécies em termos morfológicos ou de propagação. No entanto, compreendê-los é essencial para a regeneração e revegetação de seu habitat e manutenção dessas espécies.

### 2.3 Germinação e dormência de sementes

Sabe-se que a principal forma de espécies vegetais conquistarem novas áreas é por meio das sementes, assim, a distribuição da germinação no espaço é essencial para a propagação de plantas (NONOGAKI, 2018). As sementes produzidas sofrem vários destinos após serem destacadas da planta mãe (WALCK et al., 2005). A morfologia do fruto e da semente vão influenciar a distribuição espacial da germinação e o estado fisiológico das sementes controlam a distribuição temporal de sua germinação (NONOGAKI, 2014).

A dormência é uma característica de adaptabilidade encontrada nas angiospermas que retarda a germinação mesmo em ambiente propício (BARRETO et al., 2016; NÉE, XIANG e SOPPE, 2017; SOLTANI et al., 2022; ZHANG et al., 2019). A perda da dormência é adquirida quando as condições ambientais se tornam favoráveis para que ocorra a germinação e possível colonização e estabelecimento da plântula no espaço (BASKIN e BASKIN, 2014; FAROOQ et al., 2021; MAHMOOD, 2016; VIDIGAL et al., 2016; ZHANG et al., 2019). Entender o tempo de dispersão das sementes pela planta mãe, a classificação de dormência dessas sementes e as condições ambientais no habitat são requisitos para compreender o comportamento de sementes de espécies nativas (GARCIA et al., 2020).

De um modo geral, cada espécie de planta produz apenas um tipo dormência nas sementes (WANG et al., 2012). Baskin e Baskin (2004), dividem a dormência de semente em cinco principais categorias: dormência morfológica, morfofisiológica, fisiológica, física e uma combinada, fisiológica + física. Dessa forma, diversos fatores externos e internos vão influenciar os eventos fisiológicos envolvidos na quebra ou manutenção da dormência das sementes (GONÇALVES et al., 2020). Dentre eles, tem-se a temperatura, como um importante sinal ambiental, envolvido nos processos fisiológicos, apresentando uma dinâmica na entrada de água nas sementes que vai culminar na reativação bioquímica que modela o processo germinativo, como a liberação de dormência (FERNÁNDEZ-PASCUAL et al., 2013, 2015; MARCOS-FILHO et al., 2015; RAMOS et al. 2018; SILVA et al. 2017). Na natureza, a germinação das sementes é geralmente sincronizada com as mudanças ambientais para a garantia concisa do estabelecimento das mudas na estação mais favorável (DONOHUE et al., 2010). A temperatura ótima de germinação é a que determina maior porcentagem de germinação em menor tempo (CLEGG e EASTIN,

1978; ROUSE e SHERROD, 1996).

Para os fatores internos, têm-se os fitormônios, que atuam em diferentes níveis e graus de sensibilidade, que irão atuar na quebra da dormência fisiológica (GRAEBER et al., 2012; MIRANSARI e SMITH, 2014). Sendo que, em várias espécies, a indução, manutenção e alívio da dormência das sementes se dá pelo balanço entre o ácido abscísico (ABA) e as giberelinas (GA) (BEWLEY et al., 1978). Assim, quanto maior a razão ABA/GA, menor será taxa germinabilidade dessas sementes.

Outro importante fator a se considerar quando se fala em fitormônios é a sensibilidade das sementes a esses. O uso de inibidores exógenos dos hormônios vegetais pode alterar a síntese destes durante o processo de embebição das sementes e são essenciais em estudos para determinar se a dormência está relacionada a sensibilidade aos fitormônios. Dentre os inibidores, têm-se o paclobutrazol (PBZ), inibidor da biossíntese de giberelinas (DESTA e AMARE, 2021), e o fluridone (FLU) inibidor da biossíntese de ABA (WORARAD et al., 2017). Dessa forma os estudos que visam compreender as mudanças quantitativas de fitormônios e da sensibilidade são importantes para entender o mecanismo da dormência em sementes de espécies nativas, como *D. glaziovii*, *B. pungens* e *L. tetragona*.

## 2.4 Caracterização anatômica

Trabalhos que envolvem caracterização anatômica têm servido de base a vários outros campos da Botânica como a fisiologia, a taxonomia e a botânica aplicada, entre outras áreas (GAVILANES et al., 2016). Esses estudos podem ser úteis para contribuir com diferentes condições ambientais a fim de produzir distintos fenótipos em plantas, sendo tal resposta denominada plasticidade fenotípica (BRADSHAW, 2006). A plasticidade fenotípica é a capacidade de mudança que as plantas possuem para driblar as diferentes pressões exercidas pelo ambiente. Compreender e elucidar as descrições morfoanatômicas são essenciais na compreensão dos processos fisiológicos que auxiliam na sobrevivência da planta, e podem ser úteis também no entendimento de relações filogenéticas (YEUNG, 1998; STERN e CARLSWARD, 2009; LIU e ZHU, 2011).

A folha é um importante órgão fotossintético das plantas, que reflete diretamente a capacidade de aquisição de recursos, estratégias de utilização e adaptabilidade ao ambiente, composta por três partes anatômicas: epiderme, mesófilo e nervuras, que formam a base de funções fisiológicas e, mudanças na anatomia da folha afetam e

caracterizam muito o crescimento e o metabolismo da planta (YANG et al., 2023).

As folhas são órgãos seriamente afetadas por mudanças ambientais, que as permitem formar vários tipos de aclimatação em resposta a diferentes estresses ambientais (LI et al., 2013). Intervenções antrópicas exercem restrições fundamentais na distribuição, forma e função das plantas causando algumas modificações anatômicas observadas em folhas que vão impactar diretamente na fisiologia adaptativa dessas plantas (PUGLIELLI et al., 2023).

Assim, entender as características anatômicas de espécies vegetais, pode inferir mecanismos adaptativos que permitiram a sobrevivência das mesmas no ambiente e, que modificações bióticas e abióticas no ambiente podem trazer riscos a sobrevivência da espécie (LI et al., 2022).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Material vegetal

As sementes de *D. glaziovii* (Fig. 1B), *B. pungens* (Fig. 1D) e *L. tetragona* (Fig. 1F) foram coletadas de 20 plantas matrizes nos municípios de Serro e Diamantina (Fig. 1 A, C, E), Minas Gerais. Elas foram acondicionadas em sacos de papel kraft contendo sílica e encaminhadas ao Laboratório de Crescimento e Desenvolvimento de Plantas do Setor de Fisiologia Vegetal da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, Minas Gerais, onde foi realizado o beneficiamento manual das sementes. Para as coletas das folhas, foi realizada uma padronização entre os diferentes indivíduos amostrados, a fim de coletar o material em boas condições fitossanitárias. O material coletado foi identificado, acondicionado em potes de vidro, fixado em álcool etílico 70% e encaminhado ao Laboratório de Anatomia Vegetal da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, Minas Gerais.



Figura 1: Locais de ocorrência (A,C, E) das espécies *D. glaziovii* (B), *B. pungens* (D) e *L. tetragona* (F).  
Fonte: Equipe PAT Espinhaço Mineiro.

### 3.2 Teste de germinação

As sementes foram desinfestadas em solução de hipoclorito de sódio (NaClO) a 1,5% e detergente por 15 minutos e lavadas com água deionizada antes dos testes de germinação.

#### 3.2.1 Experimento 1: Teste de germinação em diferentes temperaturas com de sementes de *D. glaziovii*, *B. pungens* e *L. tetragona*.

As sementes foram dispostas em placas de Petri com dois discos de papel filtro e umedecidos com equivalente a 2,5 vezes a massa seca dos papéis de solução aquosa de nistatina a 0,5%. As placas foram transferidas para câmaras de germinação com fotoperíodo de 12 horas de luz com 40 micromols de fótons  $m^{-2} s^{-1}$  e temperaturas de 20, 25 e 30 °C constantes e, 35/15 °C alternadas.

As sementes germinadas foram contadas a cada 24 horas até a estabilização da germinação (dois dias consecutivos sem observação de germinação), sendo consideradas germinadas quando as sementes possuíam radícula de no mínimo 2 mm,. As variáveis analisadas foram porcentagem de germinação, IVG (índice de velocidade de germinação), segundo Maguire, (1962) e, o  $T_{50}$  (tempo de germinação) segundo Ranal e Santana, 2006.

Foram realizados experimentos independentes para cada espécie *D. glaziovii*, *B. pungens* e *L. tetragona*. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e 4 repetições cada, totalizando 20 parcelas experimentais de 25 sementes. As análises estatísticas foram feitas no programa estatístico *Rbio*. Os dados foram submetidos a testes de normalidade e homogeneidade, análise de variância e teste de Tukey a 5% de probabilidade.

#### 3.2.2 Experimento 2: Influência dos hormônios na germinação de *D. glaziovii*, *B. pungens* e *L. tetragona*.

O ácido giberélico ( $GA_3$ ) e paclobutrazol (PBZ) foram diluídos inicialmente em etanol PA, o ácido abscísico (ABA) em hidróxido de potássio (KOH) e fluridone (FLU) em acetona (VIEIRA et al., 2016)..Nos tratamentos foi utilizado 50, 100, 150 e 200  $\mu M$  das soluções,, além de água destilada como controle (0  $\mu M$ ).

A sementes de *L. tetragona* foram desinfestadas e transferidas para microtubos embalados em papel alumínio contendo 2 mL das concentrações de  $GA_3$  e a solução

controle. Os microtubos foram acondicionados em sacos pretos, transferidos para câmara de germinação a 20°C e mantidas no escuro por 24 horas. Posteriormente, as sementes foram retiradas e submetidas a teste de germinação. A condução e os parâmetros germinativos avaliados foram os mesmos do experimento anterior. Com temperatura de 20° C e fotoperíodo de 12 horas de luz com 40 micromols de fótons m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>.

As sementes de *B. pungens* e *D. glaziovii* foram desinfestadas e transferidas para microtubos embalados em papel alumínio contendo 2 mL das concentrações de ABA ou dos inibidores PBZ e FLU e a solução controle. Os microtubos foram acondicionados em sacos pretos, transferidos para câmara de germinação na temperatura ótima de germinação e mantidas no escuro por 24 horas. Posteriormente, as sementes foram retiradas e submetidas a teste de germinação. A condução e os parâmetros germinativos avaliados foram os mesmos do experimento anterior. Com temperatura de 30° C *B. pungens* e 25°C para *D. glaziovii* e fotoperíodo de 12 horas de luz com 40 micromols de fótons m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>.

Foram realizados experimentos independentes para cada espécie e inibidor/hormônio. Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, cada um com cinco tratamentos, com quatro concentrações do hormônio/inibidor mais água deionizada como controle e 5 repetições, totalizando 25 parcelas experimentais de 25 sementes para *L. tetragona* e 15 sementes para *B. pungens* e *D. glaziovii*. As análises estatísticas foram feitas no programa software *Rbio*. Os dados foram submetidos a testes de normalidade e homogeneidade, análise de variância e teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### **3.3 Caracterização anatômica foliar de *D. glaziovii*, *B. pungens* e *L. tetragona*.**

Para a caracterização anatômica das folhas, foram realizados secções transversais à mão livre da região mediana da folha, com o auxílio de uma lâmina de aço e isopor, utilizando-se do material fixado em álcool 70%. Para a caracterização paradérmica das folhas, foi realizada a técnica de dissociação do material em solução de hipoclorito de sódio (NaClO) em estufa a 60°C (FRANKLIN, 1945). Para a coloração dos cortes transversais, foram utilizados Azul de Alcian 1% e Safranina 1% e, para os cortes paradérmicos foi utilizado Safranina 1% para corar parede primária, secundária e cutícula (FEDER e O'BRIEN et al., 1968). As lâminas foram montadas em meio aquoso e as observações e os registros fotográficos anatômicos foram realizados em microscópio óptico com uma câmera digital acoplada.



## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Temperatura como moduladora de germinação de sementes de *D. glaziovii*, *B. pungens* e *L. tetragona*

A germinação final de sementes de *B. pungens* não foi significativa nas quatro temperaturas testadas (Fig. 2A). Mas, para a velocidade de germinação houve diferença (Fig. 2B), onde a temperatura de 30°C favoreceu maior porcentagem de germinação em um menor tempo. Assim, o tempo para as sementes atingirem 50% da germinação foi menor nas temperaturas de 25 e 30°C (Fig. 2C).

Para as sementes de *D. glaziovii* a germinação final foi significativa nas temperaturas testadas (Fig. 3A). A temperatura que maior favorece a velocidade de germinação é 25°C (Fig. 3B). Dessa forma, o tempo de germinação para as sementes atingirem 50% de germinação foi menor nas temperaturas de 20, 25 e 30°C (Fig. 3C).

Baskin e Baskin (1998) pontuam que os principais fatores que afetam a germinação são a luz e temperatura. A temperatura é um requisito importante para as sementes, influenciando nos processos de germinação, uma vez que a mesma está relacionada com a permeabilidade da membrana melhorando atividades das enzimas e aumentando o metabolismo respiratório e conseqüentemente a taxa de germinação (BEWLEY et al., 2012).

Mediante a exposição a quatro diferentes temperaturas das sementes estudadas nesse trabalho, pôde-se compreender as temperaturas ótimas para as espécies no ambiente natural, podendo inferir uma melhor fenologia da dispersão das sementes pela planta-mãe como forma de assegurar a sobrevivência da espécie. A temperatura ótima de germinação observada nas sementes de *B. pungens* é 30°C, como também relatou Zem et al. (2016), ao estudar uma espécie do mesmo gênero. Mas, essa temperatura foi diferente do que maioria dos trabalhos encontrados na literatura relatam, onde diversas espécies da família Velloziaceae, tem o ótimo de temperatura a 25°C com presença de luz (GARCIA e DINIZ, 2003; GARCIA et al., 2007; MOTA e GARCIA, 2013; VIEIRA et al., 2018). A espécie *D. glaziovii* apresentou seu ótimo de germinação na temperatura de 25°C, corroborando com o estudo apresentado por Cesarino et al. (1999), onde uma espécie do mesmo gênero teve a temperatura ótima no espectro de 20 – 35°C.

A espécie *L. tetragona* (Fig. 3) apresentou baixa germinação sob as temperaturas tratadas. Testes anteriores de germinação foram realizados pela Equipe do PAT Espinhaço Mineiro, onde evidenciaram o mesmo problema de germinação das sementes. Assim, as sementes na temperatura de 25°C constante foram submetidas ao teste de

tetrazólio a 1%, constatando-se que apenas 12% das sementes se encontravam viáveis (FERNANDES, 2022, informações pessoais).

Nesse sentido, o resultado vai ao encontro do que foi relatado por Ulloa et al. (2022), ao estudar a ecofisiologia da germinação de espécies da família Melastomataceae, onde a viabilidade das sementes é altamente variável, com algumas espécies produzindo grandes quantidades de sementes sem embrião e outras consideradas inviáveis.

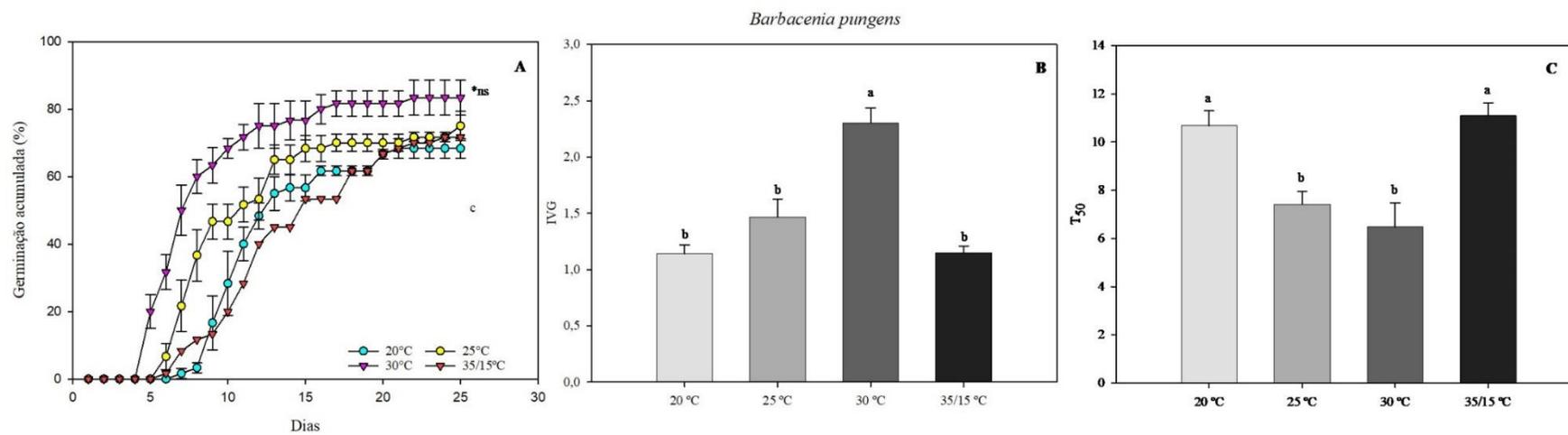


Figura 2: Germinação acumulada (A), índice de velocidade de germinação (B) e T<sub>50</sub> (C) da espécie *B. pungens* sob variáveis temperaturas.

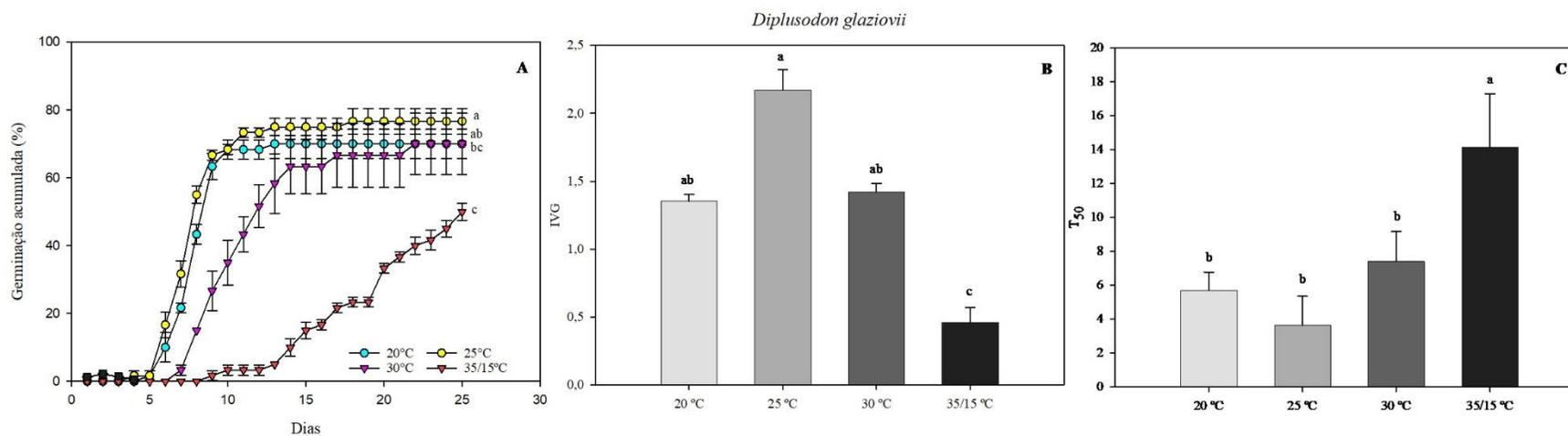


Figura 3: Germinação acumulada (A), índice de velocidade de germinação (B) e T<sub>50</sub> (C) da espécie *D. glaziovii* sob variáveis temperaturas.

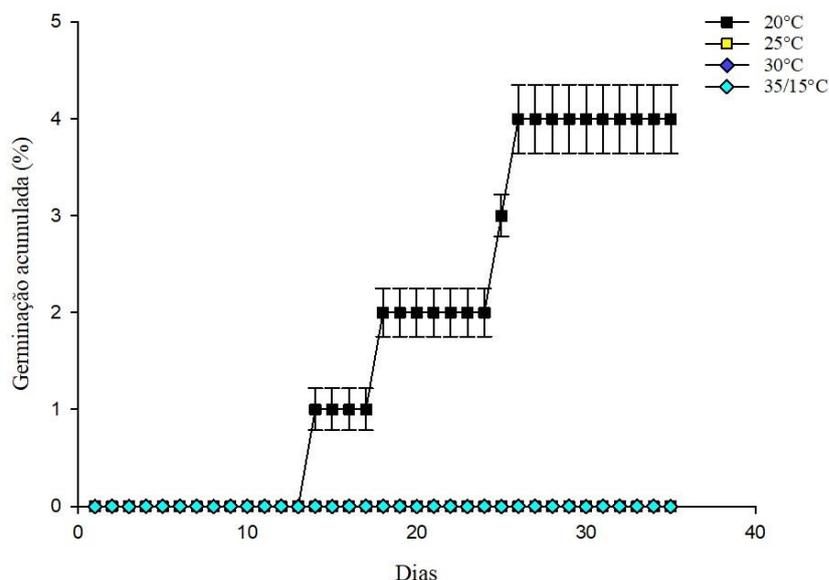
*Lavoisiera tetragona*

Figura 3: Germinação acumulada da espécie *L. tetragona* sob variáveis temperaturas.

Segundo Garcia et al. (2020), grande parte das espécies endêmicas de Campos Rupestres apresentam sementes pequenas que germinam em uma ampla gama de temperatura e necessitam de luz para desencadear uma resposta na germinação. Os autores também pontuam que esses diferentes táxons podem dispersar suas sementes no ambiente e formar bancos de sementes no solo por um longo prazo até um momento propício para que ocorra a germinação. Dessa forma, para confirmar essas considerações em relação às três espécies endêmicas *B. pungens*, *D. glaziovii* e *L. tetragona*, é preciso maiores estudos da fisiologia dessas sementes, a fim de elucidar como a temperatura e a luz modulam e desencadeiam respostas fisiológicas.

#### 4.2 Influência dos hormônios na germinação de *D. glaziovii*, *B. pungens* e *L. tetragona*

A germinação final de *B. pungens*, a atuação do ABA não foi significativo (Tab. 1). Mas houve retardo na velocidade e tempo em que as sementes atingem 50% de germinação sob as concentrações testadas (Tab. 1). A atuação do PBZ nas diferentes concentrações foi significativa, diminuindo a porcentagem de germinação, retardando a velocidade de germinação e o tempo em que as sementes atingem 50% de germinação (Tab. 1). Para o FLU, em nenhuma das concentrações foi significativo para a porcentagem

final de germinação, velocidade de germinação e, para o tempo em que as sementes atingem 50% germinadas (Tab. 1).

Para as sementes de *D. glaziovii*, o ABA não foi significativo para a porcentagem final de germinação, velocidade de germinação e, para o tempo em que as sementes atingem 50% germinadas (Tab. 1). O PBZ não foi significativo na porcentagem final de germinação, mas, houve retardo na velocidade de sementes germinadas e para o tempo em que as sementes atingem 50% de germinação (Tab. 1). Para o FLU, apenas a porcentagem final de germinação e a velocidade de germinação foram significativas em uma das concentrações (Tab. 1).

As concentrações de PBZ usadas reduziram de forma significativa a germinação, pois o mesmo inibe a atuação da Giberelina (HUARTE e BENECH-ARNOLD, 2010; HU et al. 2012), impedindo a biossíntese de GAs (FLETCHER et al., 2000; RADEMACHER, 2000). O mesmo ocorreu para a espécie *B. pungens* diminuindo o tempo e o número de sementes germinadas. Os efeitos inibitórios do ABA na germinação podem ser bloqueados pela aplicação de Fluridone (GOGGIN et al., 2009). Os resultados mostraram aumento da germinação de *B. pungens* com aplicação do FLU.

Como as sementes de *D. glaziovii* foram expostas a 12h de luz diariamente embebidas em ABA, pode-se inferir que por meio da luz houve síntese de GA corroborando com estudos que vem mostrando a síntese *de novo* de GA em resposta à luz (YAMAGUCHI et al., 1998), bem como aumentar a sensibilidade aos GAs (HILHORST et al., 1986), além de níveis decrescentes ou insensibilidade ao ABA, que podem promover a germinação.

Os efeitos inibitórios do ABA na germinação podem ser bloqueados pela aplicação de Fluridone (GOGGIN et al., 2009). Os resultados mostraram aumento da germinação de *B. pungens* com aplicação do FLU. Entre os diferentes tratamentos de FLU, apenas a concentração de 150 $\mu$ M foi significativa diminuindo o índice de velocidade de germinação, a porcentagem de germinação e o T50.

Tabela 1: Porcentagem de germinação (G%), índice de velocidade de germinação (IVG) e T50 das espécies *B. pungens* e *D. glaziovii* sob diferentes concentrações de ácido abscísico (ABA), paclobutrazol (PBZ) e fluridone (FLU).

| <b>Hormônio/inibidor</b> |                 |                  |                  |                 |                 |
|--------------------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|
|                          | 0               | 50               | 100              | 150             | 200             |
| <b>ABA (µM)</b>          |                 |                  |                  |                 |                 |
| <i>B. pungens</i>        |                 |                  |                  |                 |                 |
| G (%)                    | 73,33 ± 4,05 ns | 66,66 ± 9,77 ns  | 60 ± 3,33 ns     | 60 ± 2,86 ns    | 66,66 ± 2,62 ns |
| IVG                      | 1,36 ± 0,02 a   | 0,90 ± 0,01 ab   | 0,96 ± 0,01 b    | 0,92 ± 0,02 b   | 1,03 ± 0,02 ab  |
| T50                      | 6,70 ± 0,36 b   | 9,68 ± 0,68 a    | 8,01 ± 0,50 b    | 8,2 ± 0,58 ab   | 8,27 ± 0,76 ab  |
| <i>D. glaziovii</i>      |                 |                  |                  |                 |                 |
| G (%)                    | 65,33 ± 6,10 ns | 64 ± 3,339 ns    | 65,33 ± 5,485 ns | 62,66 ± 3,81 ns | 72 ± 7,87 ns    |
| IVG                      | 1,18 ± 0,07 ns  | 1,03 ± 0,10 ns   | 1,29 ± 0,14 ns   | 1,05 ± 0,07 ns  | 1,58 ± 0,21 ns  |
| T50                      | 8,36 ± 0,29 ns  | 8,12 ± 0,42 ns   | 8,43 ± 0,84 ns   | 8,86 ± 0,61 ns  | 8,21 ± 0,254 ns |
| <b>PBZ (µM)</b>          |                 |                  |                  |                 |                 |
| <i>B. pungens</i>        |                 |                  |                  |                 |                 |
| G (%)                    | 73,33 ± 4,05 ab | 73,33 ± 2,38 abc | 80 ± 3,10 a      | 53,33 ± 4,77 c  | 66,66 ± 5,48 bc |
| IVG                      | 1,36 ± 0,02 a   | 1,30 ± 0,02 a    | 1,39 ± 0,02 a    | 0,94 ± 0,01 b   | 1,07 ± 0,02 a   |
| T50                      | 6,70 ± 0,36 b   | 5,96 ± 0,30 ab   | 5,49 ± 0,19 ab   | 5,90 ± 0,31 a   | 6,06 ± 0,57 b   |
| <i>D. glaziovii</i>      |                 |                  |                  |                 |                 |
| G (%)                    | 5,33 ± 6,100 ns | 62,66 ± 3,33 ns  | 65,33 ± 7,39 ns  | 64 ± 7,39 ns    | 64 ± 4,53 ns    |
| IVG                      | 1,18 ± 0,07 a   | 0,85 ± 0,08 b    | 0,74 ± 0,16 b    | 0,85 ± 0,11 b   | 0,94 ± 0,13 b   |
| T50                      | 8,36 ± 0,29 c   | 11,36 ± 0,56 ab  | 12 ± 0,62 ab     | 13,82 ± 0,35 a  | 10,71 ± 0,47 bc |
| <b>FLU (µM)</b>          |                 |                  |                  |                 |                 |
| <i>B. pungens</i>        |                 |                  |                  |                 |                 |
| G (%)                    | 73,33 ± 4,05 ns | 80 ± 3,57 ns     | 80 ± 3,10 ns     | 80 ± 6,91 ns    | 73,33 ± 4,05 ns |
| IVG                      | 1,36 ± 0,02 ns  | 1,87 ± 0,03 ns   | 1,90 ± 0,04 ns   | 1,82 ± 0,03 ns  | 1,77 ± 0,03 ns  |
| T50                      | 6,70 ± 0,36 ns  | 7,50 ± 0,17 ns   | 8,2 ± 0,28 ns    | 9,37 ± 0,27 ns  | 7,28 ± 0,27 ns  |
| <i>D. glaziovii</i>      |                 |                  |                  |                 |                 |
| G%                       | 65,33 ± 6,10 a  | 69,33 ± 3,81 a   | 58,66 ± 8,10 a   | 36 ± 5,72 b     | 70,66 ± 4,53 a  |
| IVG                      | 1,18 ± 0,07 a   | 1,29 ± 0,07 a    | 1,25 ± 0,22 a    | 0,64 ± 0,15 b   | 1,15 ± 0,08 a   |
| T50                      | 8,36 ± 0,29 ns  | 7,96 ± 0,19 ns   | 7,89 ± 0,28 ns   | 9,00 ± 0,62 ns  | 8,57 ± 0,24 ns  |

Pela baixa germinação nas sementes da espécie *L. tetragona* no primeiro experimento, a mesma foi tratada com o hormônio GA, havendo um pequeno aumento de sementes germinadas. No primeiro experimento envolvendo apenas temperatura, 0,58%

das sementes germinaram. Com o tratamento de GA na temperatura de 20°C, a quantidade de germinação foi de 6% sementes.

A espécie *L. tetragona* na atuação do hormônio GA, comprova que a aplicação desse hormônio pode induzir e acelerar o processo de germinação de sementes (GOLDENBERG et al., 2022) e, também, pode-se inferir que a espécie produz grande quantidade de sementes inviáveis e sem embrião (SEO et al., 2006). Dayrell et al. (2017), relata que grande parte das sementes produzidas por espécies ocorrentes em Campos Rupestres são sementes sem embrião e/ou inviáveis e, que essas espécies possuem um investimento marcadamente baixo na regeneração a partir de sementes, sendo necessário estratégias específicas para conservação *in situ* e *ex situ* para evitar a perda de biodiversidade.

### **4.3 Características anatômicas foliares de *D. glaziovii*, *B. pungense* e *L. tetragona*.**

#### ***D. glaziovii***

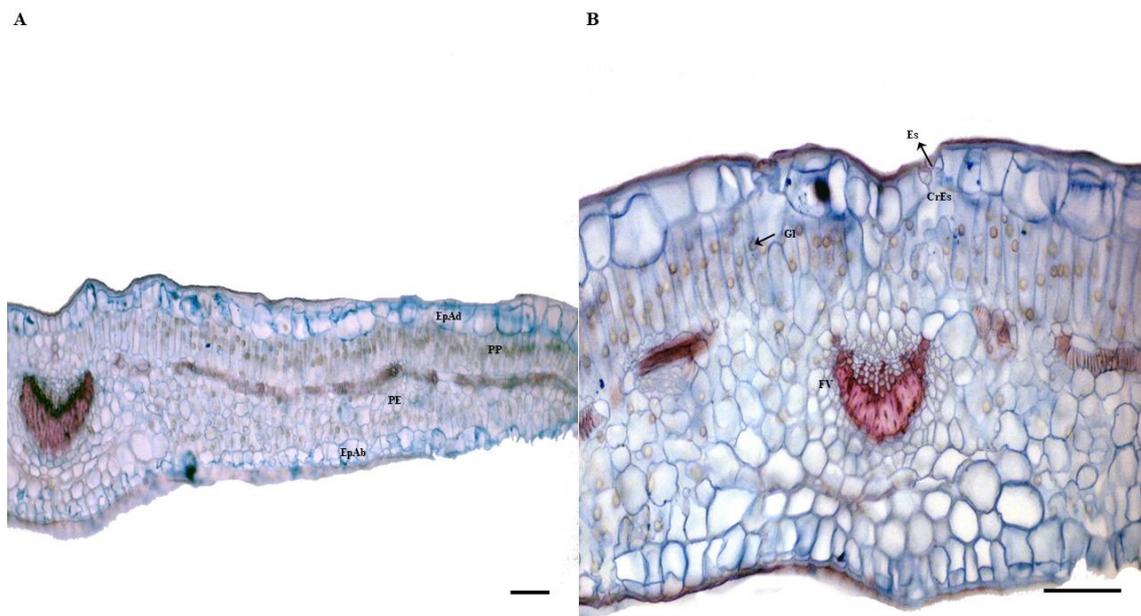
Foi observada a presença de células epidérmicas de formato tabular revestidas com uma cutícula razoavelmente espessa, em ambas as superfícies foliares. Ao longo da lâmina foi observado uma camada subepidérmica, em alguns pontos, em ambas as faces da folha. Esse padrão indica a formação de epiderme multisseriada, que poderá ser confirmada por um estudo ontogenético. O mesofilo é dorsiventral, constituído por uma camada de parênquima paliçádico com a presença de gotículas de lipídeos e 5-6 camadas de parênquima esponjoso (Figura 4A,B). As células de parênquima fotossintetizante apresentaram arranjo compacto, com poucos espaços intercelulares. Pequenos feixes vasculares colaterais, são envolvidos por uma camada de bainha parenquimática.

Na nervura principal há um feixe vascular do tipo colateral entremeado por fibras e células de parênquima fundamental, voltadas para a porção abaxial.

As folhas são anfiestomáticas com estômatos anomocíticos, sendo encontrados em maior quantidade na face abaxial. No entanto, Cavalcanti (2022) relata que o padrão dos estômatos de *Diplusodon* é muito variável, sendo possível observar estômatos paracíticos, anisocíticos, tetracíticos e anomocíticos em uma única folha. As células epidérmicas são achatadas periclinalmente com contorno ondulado e parede espessa, aleatoriamente orientadas e de tamanhos similares entre as duas faces das folhas (Figura

5A,B). Tricomas não foram observados, conforme relatado por Cavalcanti (2004). Características semelhantes também foram observadas por Mundo e Duarte, (2007), em *Lafoensia pacari* (Lythraceae).

Figura 4: Secções transversais da nervura e do mesofilo da folha de *Diplusodon glaziovii*. CrEs: Cripta Estomática; Cut: Cutícula; Gl: Gotículas de lipídeos; FV = Feixe vascular; EpAd = Epiderme da face adaxial; EpAb = Epiderme da face abaxial; PP = Parênquima paliçádico; PE = Parênquima esponjoso; Es = Estômato. Barras: A= 100 µm e B = 200 µm.



Fonte: Do autor (2023).

Figura 5: Secções paradémicas da folha de *Diplusodon glaziovii*. Es = Estômato; CEp = Células Epidérmicas. A= Epiderme Adaxial e B= Epiderme Abaxial. Barras: A e B = 400 µm..



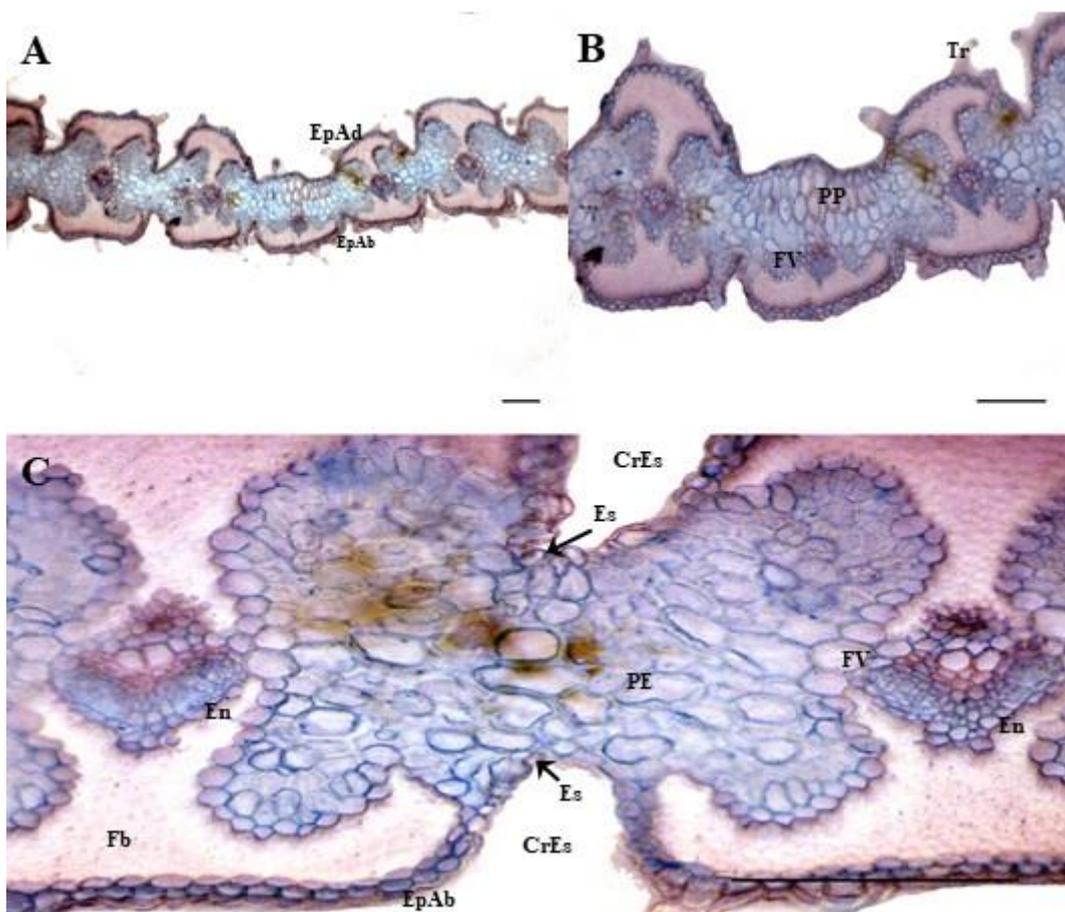
Fonte: Do autor (2023).

### ***B. pungens***

Em *B. pungens*, as folhas apresentam epiderme uniestratificada, formada por células pequenas de formato arredondado, revestidas com cutícula espessa em ambas as faces (Figura 6C). Há presença de uma camada de células subepidérmicas em ambas as faces, também relata por Ayensu (1968) em *Barbaceniopsis boliviens*. Porém, Mello-Silva e Menezes (1999), afirmaram se tratar de uma hipoderme, no caso de *Barbacenia lymansmit*. Unisseridos e multisseriados tricomas são observados em ambas as faces das folhas. Sulcos estão presentes nas faces adaxial e abaxial das folhas, onde localizam os estômatos.

O mesofilo é dorsiventral com uma diferenciação menos acentuada do parênquima palicádico que tende a se tornar homogêneo. Extensas vigas de fibras esclerênquimáticas nas regiões adaxial e abaxial, que permitem uma rigidez nos feixes vasculares e também para a manutenção da estabilidade do tecido (OLIVEIRA, 2022) (Figura 6A, B). Estas fibras estendem-se adaxialmente até o parênquima esponjoso e abaxialmente até a epiderme (Figura 6,C). Características semelhantes que também foram observadas com espécies diferentes do gênero *Barbacenia* por Mello-Silva, (2004).

Figura 6: - Secções transversais da nervura e do mesofilo da folha de *Barbacenia pungens*. CrEs: Cripta Estomática; Es= Estômato; Fb= Fibras esclerenquimáticas; FV = Feixe vascular; EpAd = Epiderme adaxial; EpAb = Epiderme abaxial; PP = Parênquima paliçádico; PE = Parênquima esponjoso; Estômato; Tr= Tricoma. Barras: A= 100 µm; B = 200 µm e C= 400 µm.

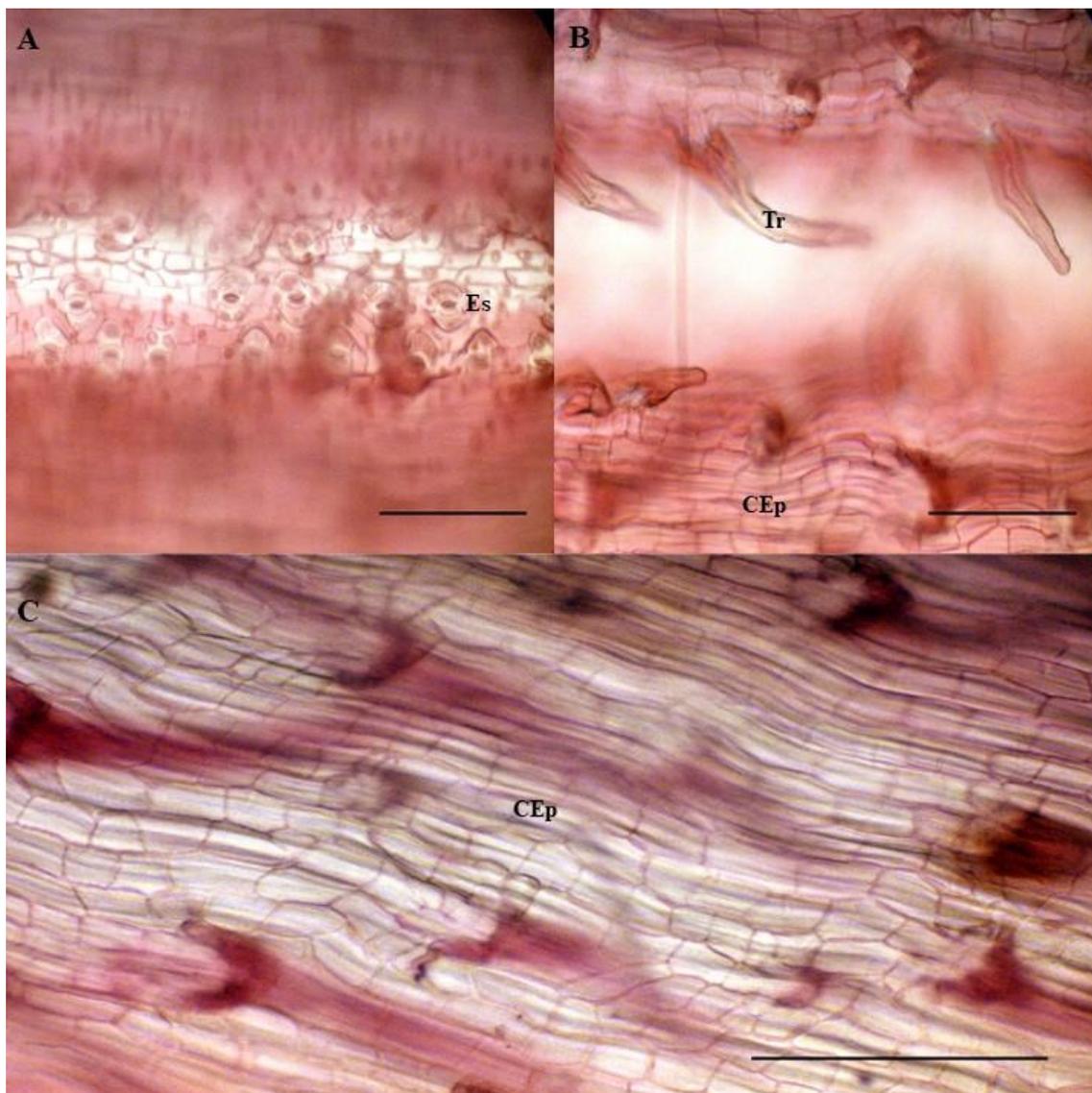


Fonte: Do autor (2023).

Foram observadas células epidérmicas com formato retangular, estômatos do tipo paracítico localizados nas duas faces da folha, com maior frequência na face abaxial. Sendo caracterizada como uma folha anfiestomática (Figura 7A,B,C). No entanto,

segundo Amaral e Mello-Silva (2008), a classificação dos estômatos em Velloziaceae deve ser questionada.

Figura 7: Secções paradémicas da folha de *Barbacenia pungens*. Es = Estômato; CEp = Células Epidérmicas; Tr= Tricoma. Barras: A; B e C = 400 µm.



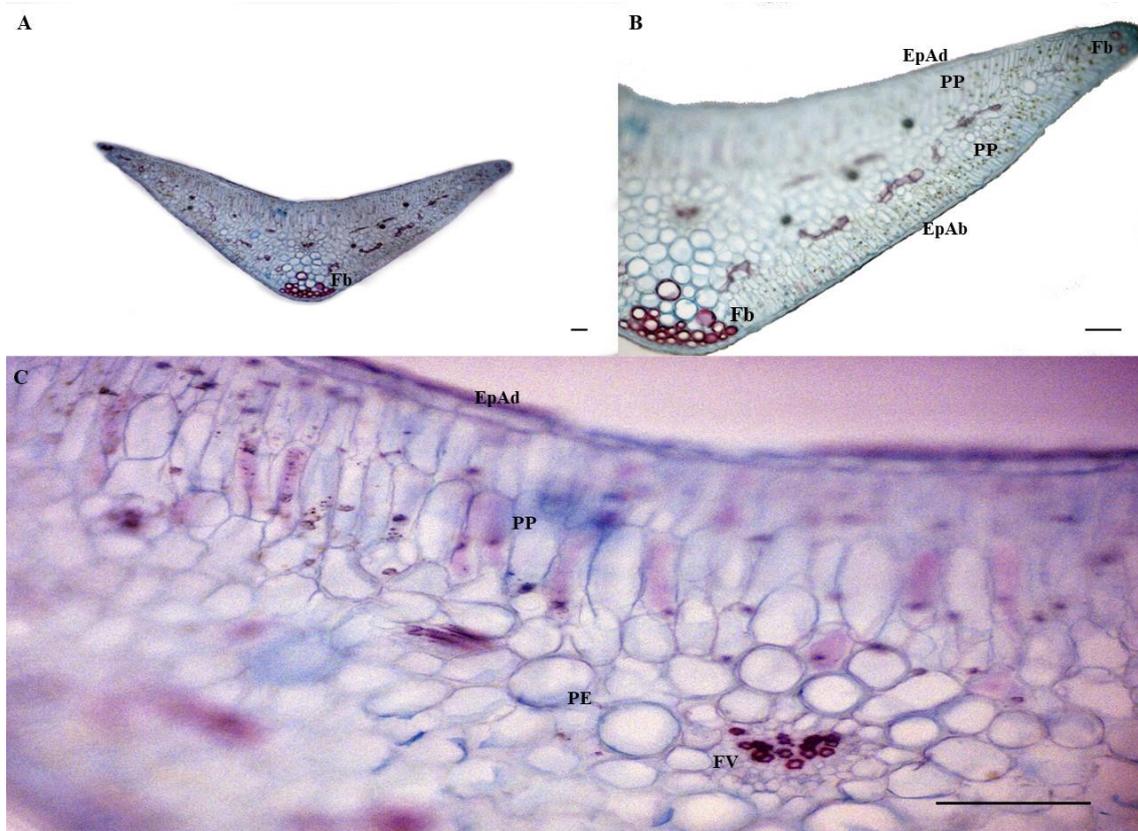
Fonte: Do autor (2023).

### ***L. tetragona***

As folhas possuem espessa revestindo uma epiderme unisseriada, de células tabulares. O mesofilo é isobilateral e se destaca com células isodiamétricas. Na nervura principal, há um feixe do tipo colateral apresentando formato circular, sendo circundados por uma bainha parenquimática. No lado abaxial da nervura, além de células

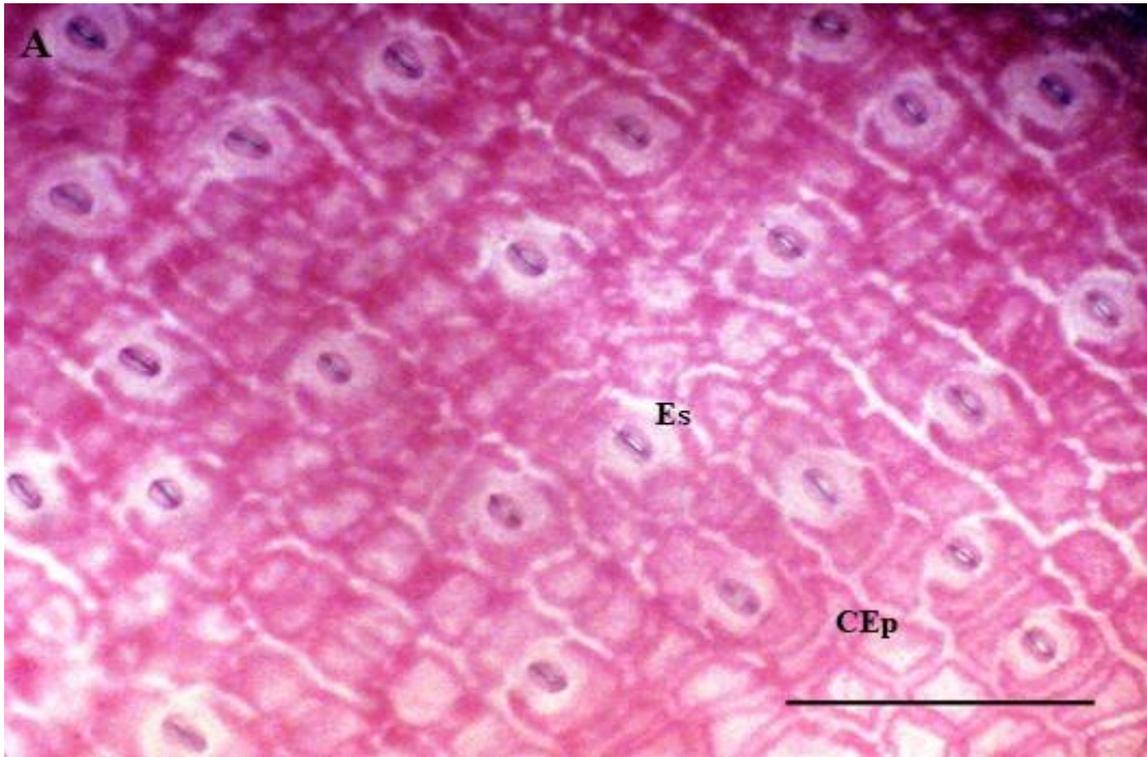
parenquimáticas, ocorrem algumas células com parede espessa lignificada (Figura 8A, B, C). A epiderme, em vista frontal, possui células comuns de paredes retas e levemente sinuosas, de tamanhos semelhantes nas duas faces (Figura 12). A folha é anfiestomática, com estômatos anomocíticos com um elevado número na face abaxial, quando comparado com a face adaxial (Figura 9). Características semelhantes também foram observadas por SILVA & OLIVEIRA (2014) na *Lavoisiera mucorifera*.

Figura 8: - Secções transversais da nervura e do mesofilo da folha de *Lavoisiera tetragona*. CrEs: Cripta Estomática; Gl: Gotículas de lipídeos; Fb= Fibras esclerenquimáticas; FV = Feixe vascular; EpAd = Epiderme adaxial; EpAb = Epiderme abaxial; PP = Parênquima paliçádico; PE = Parênquima esponjoso; Es = Estômato; Barras: A= 40  $\mu$ m; B = 100  $\mu$ m e C= 200  $\mu$ m.



Fonte: Do autor (2023).

Figura 9: Secção paradémica da folha de *Lavoisiera tetragona*. Es = Estômato; Cep= Células Epidérmica.  
Barras: A = 400 µm.



Fonte: Do autor (2023).

## 5. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se sobre as sementes e folhas das espécies de Campos Rupestres aqui estudadas:

- (i) A temperatura ótima de germinação de *D. glaziovii* é de 25°C.
- (ii) A temperatura ótima de germinação de *B. pungens* é de 30°C.
- (iii) *D. glaziovii* não possuem sensibilidade ao ABA na concentração testada, mas é sensível à aplicação de PBZ, reduzindo a germinação, o que pode ser um indício de síntese *de novo* de GA;
- (iv) *B. pungens* possui sensibilidade ao ABA exógeno na concentração testada e é sensível à aplicação de PBZ, reduzindo a germinação;
- (v) Sementes de *L. tetragona* dos lotes testado podem ser dispersas de forma inviáveis e/ou sem embrião;
- (vi) As caracterizações anatômicas das diferentes espécies estão de acordo com as descrições já relatadas para outras espécies dos diferentes gêneros, no que contribui ao conhecimento anatômico e morfológico foliar para essas diferentes espécies.

## 6. REFERÊNCIAS

ALVES, R. Raridade e endemismo da flora em campo rupestre – megadiverse Brazilian rocky montane savanas. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 74, p. 355-362, 2014.

AMARAL, Marina; MELLO-SILVA, Renato. Ontogenesis of stomata in Velloziaceae: paracytic versus tetracytic?. **Brazilian Journal of Botany**, v. 31, p. 529-536, 2008.

AYENSU, Edward.. Biological and Morphological Aspects of the Velloziaceae Published by : The Association for Tropical Biology and Conservation Biological and Morphological Aspects of the Velloziaceae. **Smithsonian**, v. 5, n. 3, p. 135–149, 1973.

BARRETO, Leilane; SANTOS, Fernando; GARCIA, Queila. Seed dormancy in Stachytarpheta species (Verbenaceae) from high-altitude sites in south-eastern Brazil. **Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants**, v. 225, p. 37-44, 2016.

BASKIN, Carol; BASKIN, Jerry. A classification system for seed dormancy. **Seed Science Research**, v. 14, p. 1–16, 2004.

BASKIN, Carol; BASKIN, Jerry. **Seeds: Ecology, Biogeography and Evolution of dormancy and germination**. 2nd edition. San Diego: Academic Press, p. 1600. 2014.

BASKIN, Carol; BASKIN, Jerry. **Seeds: ecology, biogeography, and, evolution of dormancy and germination**. Elsevier, 1998.

BEWLEY, J. Derek et al. **Seeds: physiology of development, germination and dormancy**. Springer Science & Business Media, 2012.

BEWLEY, J.; BLACK, M. **Physiology and Biochemistry of Seeds in Relation to Germination**. Berlim, Primavera, 1978.

BRADSHAW, A.D. Unravelling phenotypicplasticity – why should we bother? **New Phytol.**, v. 170, p. 644-648, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009, p. 395.

CAMACHO, Leila Milena Díaz. **Desenvolvimento de marcadores microssatélites e caracterização da diversidade genética de populações de *Chrysolaena obovata* (Asteraceae)**. p. 128, 2016.

CARVALHO, Fernanda et al. The mosaic of habitats in the high-altitude Brazilian rupestrian fields is a hotspot for arbuscular mycorrhizal fungi. **Applied Soil Ecology**, v. 52, n. 1, p. 9–19, 2012.

CAVALCANTI, T. B. & GRAHAM, S.A. 2005. **New taxa in Lythraceae from Latin America**. *Novon* 15(1): 59-68

CAVALCANTI, T. B. 1995. **Revisão de *Diplusodon* Pohl (Lythraceae)**. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo. São Paulo. CAVALCANTI, T.B. 1998.

CAVALCANTI, T. B. **Novas espécies de *Diplusodon* Pohl (Lythraceae) do Planalto Central e Estado de Minas Gerais, Brasil**. *Acta Botanica Brasilica*, v. 21, p. 807-812, 2007.

CAVALCANTI, T. B. **Novos táxons, novos status, novo sinônimo e lectotipificações em *Diplusodon* Pohl (Lythraceae)**. *Boletim de Botânica*, v. 22, n. 1, p. 1-13, 23 jun. 2004.

CAVALCANTI, Taciana. Geographic Distribution and Ecology. In: **The Genus *Diplusodon* (Lythraceae)**. Cham: Springer International Publishing, 2022. p. 73-85.

CLEGG, Max; EASTIN, Jerry D. A Thermogradient Generating Sand Table 1. **Agronomy Journal**, v. 70, n. 5, p. 881-883, 1978.

CNCFlora. *Barbacenia pungens* in Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2 **Centro Nacional de Conservação da Flora**. Disponível em <[http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Barbacenia\\_pungens](http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Barbacenia_pungens)>. Acesso em 9 junho 2023.

CNCFlora. *Diplusodon glaziovii* in Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2 **Centro Nacional de Conservação da Flora**. Disponível em <[http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Diplusodon\\_glaziovii](http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Diplusodon_glaziovii)>. Acesso em 9 junho 2023.

CNCFlora. *Lavoisiera tetragona* in Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2 **Centro Nacional de Conservação da Flora**. Disponível em <[http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Lavoisiera tetragona](http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Lavoisiera_tetragona)>. Acesso em 9 junho 2023.

CONCEIÇÃO, Abel et al. Vegetação endêmica e espécie invasora em campos rupestres de áreas garimpadas. **Rodriguésia**, v. 66, p. 675-683, 2015.

CONCEIÇÃO, Abel; PIRANI, José. Delimitação de habitats em campos rupestres na Chapada Diamantina, Bahia: substratos, composição florística e aspectos estruturais. **Boletim de Botânica**, v. 23, n. 1, p. 85-111, 2005.

CONCEIÇÃO, Abel; PIRANI, José. Diversidade Em Quatro Áreas de Campos Rupestres Na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil: Espécies Distintas, Mas Riquezas Similares. **Rodriguésia**, v. 58, n. 1, p. 193–206, 2007.

DAYRELL, Roberta et al. Phylogeny strongly drives seed dormancy and quality in a climatically buffered hotspot for plant endemism. **Annals of Botany**, v. 119, n. 2, p. 267-277, 2017.

DESTA, Bizuayehu; AMARE, Getachew. Paclobutrazol as a plant growth regulator. **Chemical and Biological Technologies in Agriculture**, v. 8, n. 1, p. 1–15, 2021.

DONOHUE, Kathleen et al. Germination, post germination adaptation, and species ecological ranges. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 41, p. 293–319, 2010.

FAROOQ, Shahid et al. Characteristics and methods to release seed dormancy of two ground cherry (*Physalis*) species. **Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants**, v. 25, p. 100337, 2021.

FEDER, N. E. D.; O'BRIEN, T. Plant microtechnique: some principles and new methods. **American journal of Botany**, v. 55, n. 1, p. 123-142, 1968.

FERNANDES, G. et al. Biodiversidade e serviços ecossistêmicos no Campo Rupestre: um roteiro para a sustentabilidade do hotspot de biodiversidade brasileiro mais quente.

**Perspectivas em Ecologia e Conservação**, v. 18, n. 4, p. 213-222, 2020.

FERNÁNDEZ-PASCUAL, Eduardo et al. A local dormancy cline is related to the seed maturation environment, population genetic composition and climate, **Annals of Botany**, v. 112, p 937–945, 2013.

FERNÁNDEZ-PASCUAL, Eduardo et al. Simulating the germination response to diurnally alternating temperatures under climate change scenarios: comparative studies on *Carex diandra* seeds, **Annals of Botany**, v. 115, p. 201- 209, 2015.

FLETCHER, R., et al. Triazoles as plant growth regulators and stress protectants. **Hort Reviews**, v. 24, p. 55-138, 2000.

FRANKLIN, G. Preparation of thin sections of synthetic resins and wood-resin composites, and a new macerating method for wood. **Nature**, v. 155, n. 3924, p. 51-51, 1945.

FREIRE, Jéssica et al. Raridade e endemismo da flora em campo rupestre (OCBIL) na Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço. **Revista Espinhaço**, v. 10, p. 355-362, 2021.

GARCIA, Queila; BARRETO, Leilane; BICALHO, Elisa. Environmental factors driving seed dormancy and germination in tropical ecosystems: A perspective from campo rupestre species. **Environmental and Experimental Botany**, v. 178, p. 104164, 2020.

GARCIA, Queila; DINIZ, Izabella. Comportamento germinativo de três espécies de *Vellozia* da Serra do Cipó, MG. **Acta Botanica Brasilica**, v. 17, p. 487-494, 2003.

GARCIA, Queila; JACOBI, Claudia; RIBEIRO, Beatriz. Resposta germinativa de duas espécies de *Vellozia* (Velloziaceae) dos campos rupestres de Minas Gerais, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 21, p. 451-456, 2007.

GAVILANES, Manuel et al. Micromorfometria foliar de *palicourea rigida* kunth. (rubiaceae) em ambiente de cerrado e campo rupestre. **Cerne**, v. 22, p. 163-170, 2016.

GIULIETTI, Ana; FORERO, Enrique. "**Workshop**" diversidade taxonômica e padrões de distribuição das angiospermas brasileiras: Introdução. **Acta Botanica Brasilica**, v. 4, n. 1, p. 03-10, 1990.

GOGGIN, Danica, et al. ABA inhibits germination but not dormancy release in mature imbibed seeds of *Lolium rigidum* Gaud. **Journal of Experimental Botan**, v. 60, p. 3387-3396, 2009.

GOLDENBERG, Renato et al. Taxonomia de Melastomataceae no Brasil: retrospectiva, perspectivas e chave de identificação para os gêneros. **Rodriguésia**, v. 63, p. 145-161, 2012.

GONÇALVES, Maria et al. Influência de diferentes tipos de solos da Caatinga na germinação de espécies nativas. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, p. 1216 - 1226, 2020.

GRAEBER, Kai et al. Molecular mechanisms of seed dormancy. **Plant, Cell and Environment**, v. 35, n. 10, p. 1769-1786, 2012.

HILHORST, Henk et al. Gibberellin-biosynthesis and sensitivity mediated stimulation of seed germination of *Sisymbrium officinale* by red light and nitrate. **Physiologia Plantarum** v. 67, p. 285-290, 1986.

HU, XW, et al. Hormonal and temperature regulation of seed dormancy and germination in *Leymus chinensis*. **Plant Growth Regulation**, v. 67, p. 199–207, 2012.

HUARTE, Roberto; ARNOLD, Roberto. Hormonal nature of seed responses to fluctuating temperatures in *Cynara cardunculus* (L.). **Seed Science Research** v. 20, p. 39-45, 2010.

INGLIS, Peter; CAVALCANTI, Taciana. A molecular phylogeny of the genus *diplusodon* (Lythraceae), endemic to the campos rupestres and cerrados of South America. **Taxon**, v. 67, n. 1, p. 66–82, 2018.

JOHANSEN, Donald. **Plant microtechnique**. McGraw-Hill Book Company, Inc.; London, 1940.

LE STRADIC, Soizig; FERNANDES, Geraldo; BUISSON, Elise. No recovery of campo rupestre grasslands after gravel extraction: implications for conservation and restoration. **Restoration Ecology**, v. 26, n. June, p. S151–S159, 2018.

LIU, Yamei et al. Anatomical Features and Its Radial Variations among Different *Catalpa bungei* Clones. **Forest**, v. 11, p. 824, 2020.

MAGUIRE J.D. Seep of germination-aid seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, p.176-177, 1962.

MAHMOOD, Ako et al. Influence of various environmental factors on seed germination and seedling emergence of a noxious environmental weed: green galenia (*Galenia pubescens*). **Weed Science**, v. 64, n. 3, p. 486-494, 2016.

MARCOS FILHO, Júlio. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: Abrates, 2015.

MARTINELLI, Gustavo MESSINA, Tainan; SANTOS FILHO, Luiz. **Livro vermelho da flora do Brasil: plantas raras do Cerrado**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio Editorial, 2014.

MELLO-SILVA, Renato. Novitates velloziacearum florae phanerogamicae Sancti Pauli. **Brazilian Journal of Botany**, v. 27, p. 453-462, 2004.

MICHELANGELI, Fabián et al. A guide to curing New World Melastomataceae collections with a linear generic sequence to world-wide Melastomataceae. **Preprints**, v. 2, 2020.

MIOLA, Deise et al. Silent loss: misapplication of an environmental law compromises conservation in a Brazilian biodiversity hotspot. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 17, n. 2, p. 84-89, 2019.

MIRANSARI, Mohammad; SMITH, D. L. Plant hormones and seed germination. **Environmental and Experimental Botany**, v. 99, p. 110-121, 2014.

MONTEIRO, Lara et al. **Evaluating the impact of future actions in minimizing vegetation loss from land conversion in the Brazilian Cerrado under climate change**. *Biodiversity and Conservation*, v. 29, n. 5, p. 1701–1722, 2020.

MOTA, Letícia; GARCIA, Queila. Germination patterns and ecological characteristics of

Vellozia seeds from high-altitude sites in south-eastern Brazil. **Seed Science Research**, v. 23, n. 1, p. 67-74, 2013.

MUCINA, Ladislav. Vegetation of Brazilian campos rupestres on siliceous substrates and their global analogues. **Flora**, v. 238, p. 11-23, 2018.

MUNDO, Silvia; DUARTE, M. Morfoanatomia foliar e caulinar de dedaleiro: Lajoenseia pacari A. St.-Hil.(Lythraceae). **Latin American Journal of Pharmacy**, v. 26, n. 4, p. 522, 2007.

NASCIMENTO, Diego et al. Biogeomorphological evolution of rocky hillslopes driven by roots in campos rupestres, Brazil. **Geomorphology**, v. 395, p. 107985, 2021.

NÉE, Guillaume; XIANG, Yong; SOPPE, Wim JJ. The release of dormency, a wake-up call for seeds to germinate. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 35, p. 8-14, 2017.

NEGRÃO, Elaine. **Características sobre a biologia da polinização e dispersão de sementes de espécies prioritárias para o manejo florestal no estado do Pará. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, n° 64, 2013, Belo Horizonte. Anais. Belo Horizonte: SBB, 2013.**

NONOGAKI, Hiroyuki. Seed germination and dormancy: The classic story, new puzzles, and evolution. **Journal of Integrative Plant Biology**, v. 61, p. 541-563, 2019.

NONOGAKI, Hiroyuki; BARRERO, Jose; LI, Chengdao. Seed dormancy, germination, and pre-harvest sprouting. **Frontiers in plant science**, v. 9, p. 1783, 2018.

OLIVEIRA, Daianne Maria de. **Influência da hidratação descontínua de sementes e ciclos de rega em mudas de Cenostigma pyramidale (Tul.) E. Gagnon & GP Lewis (Fabaceae) em resposta ao déficit hídrico. 2022. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.**

OTALAKOSKI, Josiane. **BIOLOGIA FLORAL E ANÁLISE DAS SEMENTES DE Aspidosperma parvifolium A. DC. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduada em Ciências Biológicas) – Ciências Biológicas – Universidade Federal do Paraná, Campos Dois Vizinhos, Paraná, Dois Vizinhos, 2017.**

PARANHOS, Gabriel. **Melastomataceae do Planalto Diamantina, Minas Gerais, Brasil**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciências Biológicas) Curso de Ciências Biológicas – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais, 2020.

RADEMACHER, W. Growth retardants: effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology** v. 51, p. 501-531, 2000.

RAMOS, Andréia et al. Efeito da temperatura na germinação de sementes de diferentes genótipos de *Carthamus tinctorius*. **Acta Iguazu**, v. 7, p. 22-31, 2018.

RANAL, Marli; SANTANA, Denise. How and why to measure the germination process? **Brazilian Journal of Botany**, v. 29, p. 1-11, 2006.

RIBEIRO, José; WALTER, Bruno. **Fitofisionomias do bioma cerrado**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008

ROUSE, R. E. Optimum temperature for citrus seed germination. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v. 109, p. 132-135, 1996.

SEO, M., et al. Regulation of hormone metabolism in Arabidopsis seeds: phytochrome regulation of abscisic acid metabolism and abscisic acid regulation of gibberellin metabolism. **The Plant Journal**, v. 48, p. 354-366, 2006.

SILVA, Deyner et al. Temperatura e substrato para o teste de germinação de sementes de tamarindo. **Revista Espaços**, v. 38, p. 4, 2017.

SILVA, Kleber; OLIVEIRA, Denis. Ontogênese foliar em *Lavoisiera mucorifera* Mart. & Schrank ex DC.(Melastomataceae). **Bioscience Journal**, v. 30, p. 1241-1251, 2014.

SILVA, Patricia et al. Análise de imagens no estudo morfológico e fisiológico de sementes de abóbora. **Horticultura Brasileira**, v. 32, p. 210-214, 2014.

SILVEIRA, Fernando et al. Does seed germination contribute to ecological breadth and geographic range? A test with sympatric *Diplusodon* (Lythraceae) species from rupestrian fields. **Plant Species Biology**, v. 27, n. 2, p. 170–173, 2012.

SILVEIRA, Fernando et al. Ecology and evolution of plant diversity in the endangered campo rupestre: a neglected conservation priority. **Plant and Soil**, v. 403, n. 1–2, p. 129–152, 2016.

SILVEIRA, Fernando. Evolution of physiological dormancy multiple times in Melastomataceae from neotropical montane vegetation. **Seed Science Research**, v. 22, n. 1, p. 37-44, 2012.

SOLTANI, Elias; BASKIN, Carol C.; GONZALEZ-ANDUJAR, Jose L. An Overview of Environmental Cues That Affect Germination of Nondormant Seeds. **Seeds**, v. 1, n. 2, p. 146-151, 2022.

STERN, William; CARLSWARD, Barbara. Comparative vegetative anatomy and systematics of Laeliinae (Orchidaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 160, n. 1, p. 21–41, 2009.

TOMOHISA Yukawa; WILLIAM Stern. Comparative vegetative anatomy and systematics of Cymbidium (Cymbidieae: Orchidaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 138, 383 - 419. 2002.

ULLOA, Carmen et al. Melastomataceae: Global diversity, distribution, and endemism. In: Systematics, Evolution, and Ecology of Melastomataceae. Cham: **Springer International Publishing**, p. 3-28, 2022.

VASCONCELOS, Vitor. High Altitude Fields, Rocky Fields and appliance of the Atlantic Forest Law: prospective study for the State of Minas Gerais. **Boletim Geográfico**, v. 32, n. 2, p. 110–133, 2014.

VIDIGAL, Deborah et al. Altitudinal and climatic associations of seed dormancy and flowering traits evidence adaptation of annual life cycle timing in *Arabidopsis thaliana*. **Plant, cell & environment**, v. 39, n. 8, p. 1737-1748, 2016.

VIEIRA, Bárbara, et al. Abscisic acid regulates seed germination of *Vellozia* species in response to temperature. **Plant Biology**, v. 19, n. 2, p. 211-216, 2017.

VIEIRA, Barbara; RODRIGUES, Bianca; GARCIA, Queila. Light exposure time and light quality on seed germination of *Vellozia* species (Velloziaceae) from Brazilian campo rupestre. **Flora**, v. 238, p. 94-101, 2018.

WALCK, Jeffrey et al. Defining transient and persistent seed banks in species with pronounced seasonal dormancy and germination patterns. **Seed Science Research**, v. 15, n. 3, p. 189-196, 2005.

WANG, H.-L. et al. Germination dimorphism in *Suaeda acuminata*: a new combination of dormancy types for heteromorphic seeds. **South African Journal of Botany**, v. 78, p. 270-275, 2012.

WORARAD, Kanjana et al. Effects of fluridone treatment on seed germination and dormancy-associated gene expression in an ornamental peach (*Prunus persica* (L.) Batsch). **Horticulture Journal**, v. 86, n. 3, p. 317–326, 2017.

YAMAGUCHI, Shinjiro; KAMIYA, Yuji. Gibberellins and light-stimulated seed germination. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 20, p. 369–376, 2002.

ZEM, Luciele et al. Germinação De Sementes De *Barbacenia paranaensis* (Velloziaceae). **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, v. 2, n. 3, p. 285, 2016.

ZHANG, Keliang et al. Non-deep simple morphophysiological dormancy in seeds of *Angelica keiskei* (Apiaceae). **Scientia Horticulturae**, v. 255, p. 202-208, 2019.