

## Maturação fisiológica e dormência em sementes de *Parkia platycephala* Benth. (Fabaceae)

### *Physiological maturing and dormancy in seeds of Parkia platycephala Benth. (Fabaceae)*

Graziele Nunes Lopes dos Santos<sup>1</sup>, Séfora Gil Gomes de Farias<sup>2</sup>, Dandara Yasmim Bonfim de Oliveira Silva<sup>3</sup>, Romario Bezerra e Silva<sup>4</sup>, Andressa Ribeiro<sup>5</sup>, Daniele Cristina Pereira de Matos<sup>6</sup>

**RESUMO:** Em muitas leguminosas, a capacidade de germinação de sementes recém-colhidas é controlada por dois processos antagônicos, o processo de maturação e o estabelecimento da dormência tegumentar. Assim, objetivou-se com base na mudança de coloração dos frutos identificar ao longo do processo de maturação de sementes de *Parkia platycephala*, quando: i) as sementes alcançam a capacidade de germinação e ii) a dormência do tegumento é imposta, além de avaliar a eficácia de métodos para superação da dormência da espécie. Foram realizados dois experimentos (I e II), sendo o primeiro um delineamento inteiramente casualizado, em fatorial 2 x 6 (com e sem quebra de dormência x seis estádios de maturação), e o segundo, em delineamento inteiramente casualizado, com 23 tratamentos para superação da dormência, ambos com quatro repetições de 25 sementes cada. Nos experimentos I e II foram avaliadas as variáveis: teor de umidade, porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento da parte aérea e raiz primária, massa seca da parte aérea e do sistema radicular de plântulas. Os resultados mostraram um aumento gradativo na capacidade germinativa, no vigor e no estabelecimento do mecanismo de dormência com a redução do teor de água e ocorrência da maturação fisiológica. A capacidade de germinação das sementes é alcançada antes que a dormência seja instalada, porém, na ocasião, as sementes apresentam baixa qualidade fisiológica e elevado teor de água. A escarificação mecânica com lixa e a imersão em ácido sulfúrico por 20 minutos são os métodos mais eficientes para a quebra da dormência.

**Palavras-chave:** Germinação. Qualidade de sementes. Tegumento. Vigor.

**ABSTRACT:** The germination capacity of freshly harvested legume seeds is controlled by two antagonistic processes, the maturation process and the establishment of tegument dormancy. Current analysis, foregrounded on the change of color of the fruits, determines, throughout the maturation process of *Parkia platycephala* seeds, when: i) the seeds reach the germination capacity and ii) the dormancy of the integument is imposed. It also evaluates the efficacy of methods to overcome the dormancy of the species. Two experiments were carried out: (I) assay with a completely randomized design, 2 x 6 (with and without breaking dormancy x six maturation stages); (II) completely randomized design, with 23 treatments to overcome dormancy. Both assays comprised four replications of 25 seeds each. In experiments I and II, the following variables were evaluated: moisture content, germination percentage, germination speed index, shoot length and primary root, shoot dry mass and seedling root system. Results showed a gradual increase in germination capacity, vigor and establishment of the dormancy mechanism with the reduction of water content and occurrence of physiological maturation. Seed germination capacity occurred prior to dormancy; however, seeds have low physiological quality and high water-contents. Mechanical scarification with sandpaper and immersion in sulfuric acid for 20 minutes are the most efficient methods for breaking dormancy.

**Keywords:** Germination. Tegument. Seed quality. Vigor.

<sup>1</sup> Mestranda pelo Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife (PE), Brasil.

<sup>2</sup> Doutora, Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Bom Jesus (PI), Brasil.

<sup>3</sup> Mestre, Departamento de ciências florestais, Universidade estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP-FCA), Botucatu (SP), Brasil.

<sup>4</sup> Doutor, Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Bom Jesus (PI), Brasil.

<sup>5</sup> Doutora, Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Bom Jesus (PI), Brasil.

<sup>6</sup> Mestranda pelo Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba (PR), Brasil.

**Autor correspondente:**Grazielle Nunes Lopes dos Santos: [grazielenunes95@hotmail.com](mailto:grazielenunes95@hotmail.com)

Recebido em: 08/02/2021

Aceito em: 09/09/2021

## INTRODUÇÃO

As sementes de espécies nativas representam um importante insumo para os programas de recuperação ou conservação de ecossistemas. A propagação seminal de espécies florestais é o meio mais utilizado, fácil e econômico em relação a outras formas de multiplicação, sendo responsável pela multiplicação de aproximadamente 70% das espécies vegetais descritas pelo homem (MARCOS FILHO, 2015). Porém, a obtenção de sementes de qualidade e o conhecimento dos processos germinativos, sobretudo daquelas que apresentam dormência, são pré-requisitos básicos para o sucesso de atividades de produção de mudas seminais.

O processo de maturação da semente se inicia com a fecundação do óvulo e se prolonga até atingirem maturidade fisiológica, sendo este controlado geneticamente (MARCOS FILHO, 2015). A partir do estágio de maturidade fisiológica, a transferência de recursos da planta-mãe para as sementes finaliza e atinge-se o potencial fisiológico, sendo este o ponto em que as sementes apresentam o máximo de germinação e vigor (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). As mudanças de ordem morfológica, fisiológica e bioquímica que ocorrem nos frutos e sementes durante todo processo de maturação, a exemplo: da mudança de coloração, aumento de tamanho de frutos/sementes, variação no teor de água, acúmulo de biomassa seca, vigor e germinação das sementes, servem de indicadores de maturação, sendo úteis na definição da época de colheita e obtenção de sementes de qualidade (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; MARCOS FILHO, 2015; NOGUEIRA *et al.*, 2013).

A dormência é um fenômeno em que as sementes, mesmo estando viáveis e expostas a condições ambientais favoráveis, não germinam, condição essa adquirida ao longo do processo de maturação (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Esta pode se manifestar de três formas: dormência imposta pelo tegumento, dormência devido ao desequilíbrio de substâncias promotoras ou inibidoras da germinação e dormência embrionária (ARAÚJO *et al.*, 2017). Dentre os tratamentos utilizados com êxito na superação da dormência tegumentar em espécies florestais, destacam-se as escarificações mecânica e química, além do tratamento térmico com uso de temperaturas elevadas (MELO *et al.*, 2011; ABREU *et al.*, 2017). Existem vantagens e desvantagens nos tratamentos pré-germinativos com respostas diferenciadas devido a fatores como intensidade, procedência e época de coleta das sementes, sendo então recomendável verificar a eficácia, o custo e praticidade de execução dos tratamentos selecionados (MELO *et al.*, 2011).

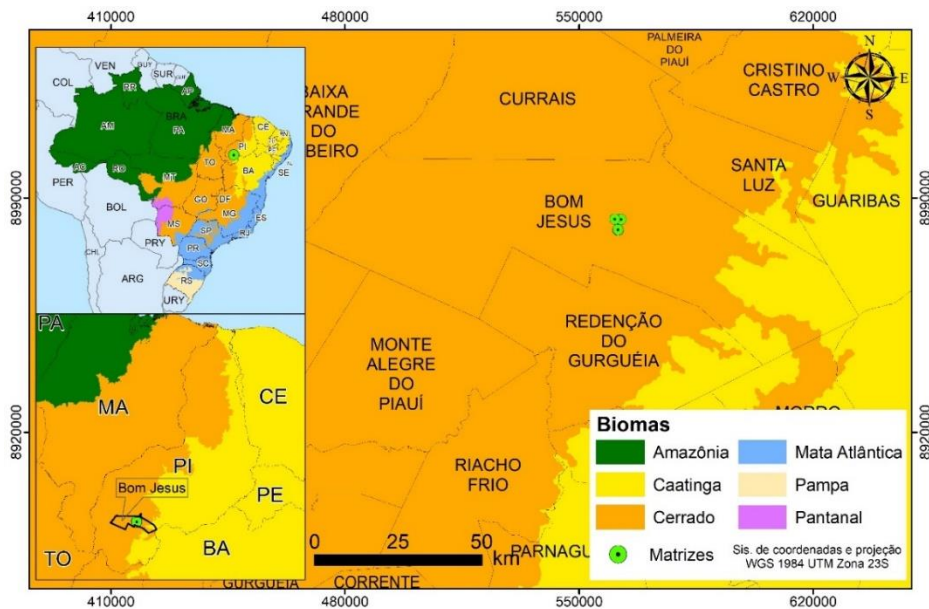
*Parkia platycephala* Benth., conhecida como faveira-de-bolota, pertence à família Fabaceae, ocorre em áreas de transição do Cerrado ou da Mata Atlântica para a Caatinga, em regiões elevadas de até 900 m de altitude e em campinas da região Amazônica (LORENZI, 2013). A espécie tem potencial paisagístico e expressivo valor forrageiro. Frente à importância

econômica e ecológica da *P. platycephala*, a espécie apresenta potencial de uso em reflorestamentos para fins econômicos e ambientais, contudo, a dormência das sementes imposta pela impermeabilidade do tegumento, comum nas leguminosas, é um fator limitante à sua propagação (NASCIMENTO *et al.*, 2009).

Em muitas leguminosas, a capacidade de germinação de sementes recém-colhidas é controlada por dois processos antagônicos, a maturação e o estabelecimento da dormência tegumentar (GRESTA *et al.*, 2011). Desse modo, objetivou-se com o estudo identificar ao longo do processo de maturação de sementes de *Parkia platycephala*, quando: i) as sementes alcançam a capacidade de germinar e ii) a dormência do tegumento é imposta, além de avaliar a eficácia de tratamentos pré-germinativos para superação da dormência, visando contribuir para redução da dificuldade na propagação da espécie.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos, ambos conduzidos no Laboratório de Ecofisiologia Florestal da Universidade Federal do Piauí, *Campus* Professora Cinobelina Elvas, município de Bom Jesus (PI). As sementes de *P. platycephala* utilizadas nos experimentos foram obtidas a partir da coleta de frutos de 12 árvores matrizes, localizadas no povoado de Eugenópolis, no município de Bom Jesus, em área de transição Cerrado-Caatinga (Figura 1).









**Figura 1.** Mapa de localização dos biomas brasileiros (canto inferior direito), vista da região Nordeste do Brasil (canto superior esquerdo), e região do estudo (direita) com a localização das matrizes de *P. platycephala* em Eugenópolis, Bom Jesus (PI).

Fonte: Elaborado por Evandro Ferreira da Silva.

A coleta dos frutos ocorreu semanalmente para se obter diferentes estádios de maturação. Após as coletas, os frutos foram acondicionados em sacos plásticos transparentes, colocados em isopor e transportados para laboratório para os procedimentos de extração, beneficiamento das sementes e condução dos testes de germinação.

No experimento I, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 2 x 6 (com e sem quebra de dormência x seis estádios de maturação), constituindo 12 tratamentos com quatro repetições contendo 25 sementes cada. Os estádios de maturação foram obtidos a partir da coleta de vagens (frutos) em seis diferentes estádios, classificados visualmente de acordo com a coloração do epicarpo (Figura 2), utilizando o catálogo de cores de Munsell (1976). Em todos os estádios de maturação, os frutos foram coletados diretamente na árvore, com exceção do estágio 6, em que os frutos foram coletados no chão sob a copa da árvore matriz.

Estádios de maturação	1	2	3	4	5	6
Coloração do epicarpo						
Caracterização Visual	Verde intenso	Verde claro	Verde claro com manchas marrons	Marrom com manchas verdes	Marrom claro	Marrom intenso
Munsell*	7.5 GY4/8	7.5 GY5/10	2.5 GY4/6	7.5 YR3/6	5Y4/4	2.5 YR3/8

**Figura 2.** Variação da coloração de frutos de *P. platycephala* em diferentes estádios de maturação.  
Fonte: Elaborado pelos autores.

Para a determinação do início da dormência nas sementes, adotou-se tratamentos com e sem a superação da dormência. A superação da dormência foi realizada por meio da escarificação mecânica com lixa para massa nº 80, seguindo as recomendações de Nascimento *et al.* (2009).

No experimento II, para avaliar a eficácia de métodos para superação da dormência tegumentar, utilizou-se sementes coletadas no quinto estágio de maturação (frutos de coloração marrom claro), avaliando os tratamentos pré-germinativos: controle/nenhum tratamento (T1); escarificação mecânica com lixa para massa nº 80 (T2); imersão em ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) por 5 (T3), 10 (T4), 15 (T5), 20 (T6), 30 (T7) e 40 minutos (T8); imersão em ácido clorídrico (HCl) por 5 (T9), 10 (T10) e 15 minutos (T11); imersão em ácido acético ( $CH_3COOH$ ) por 1 (T12) e 2 horas (T13); imersão em água a 80 (T14), 90 (T15) e 100 °C (T16); imersão em água

destilada por 24 (T17), 48 (T18) e 72 horas (T19); escarificação mecânica seguida de embebição por 2 (T20), 6 (T21) e 24 horas (T22) e choque térmico (T23).

Antes da instalação dos testes de germinação, para ambos os experimentos, as sementes utilizadas foram desinfestadas em solução de hipoclorito de sódio a 2,5% durante 5 minutos, lavadas em seguida em água corrente. A semeadura foi realizada entre papel toalha (previamente autoclavado a 120 °C, durante 2 horas), umedecido em solução de nistatina a 0,2% com proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco. A condução dos testes foi realizada em germinador do tipo *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D.), ajustado a temperatura alternada de 25-35 °C e sob luz contínua (SILVA *et al.*, 2017).

Nos dois experimentos adotou-se as seguintes metodologias para avaliar as seguintes variáveis:

- a) teor de umidade das sementes: determinado utilizando-se o método da estufa a  $105 \pm 3$  °C por 24 horas (BRASIL, 2009);
- b) porcentagem de germinação: calculada ao final do experimento, pela relação número de sementes germinadas/número total de sementes x 100, adotando-se como critério de germinação o surgimento do hipocótilo, com conseqüente emergência dos cotilédones (BRASIL, 2009);
- c) índice de velocidade de germinação (IVG): calculado utilizando a fórmula proposta por Maguire (1962);
- d) comprimento da parte aérea (CPA) e da raiz primária (CR) de plântulas: comprimentos de parte aérea e raiz primária de plântulas normais mensurados com régua, expressos em  $\text{cm.plântula}^{-1}$ ;
- e) peso de matéria seca da parte aérea (PMSPA) e sistema radicular (PMSR) de plântulas: após a mensuração do comprimento, as partes das plântulas foram colocadas em embalagens tipo Kraft e levadas à estufa ajustada a 60 °C, durante de 24 horas, posteriormente sendo feita a pesagem em balança analítica com precisão de 0,001 g, expresso em  $\text{mg.plântula}^{-1}$ .

Para cada variável medida, foi realizada uma análise de variância (ANOVA). Ao se verificar diferenças entre os tratamentos, foi empregado o teste de Scott-Knott (também em 95% de nível de confiança). Os tratamentos com germinação nula e/ou com valores inferiores a 7% não foram considerados na análise estatística.

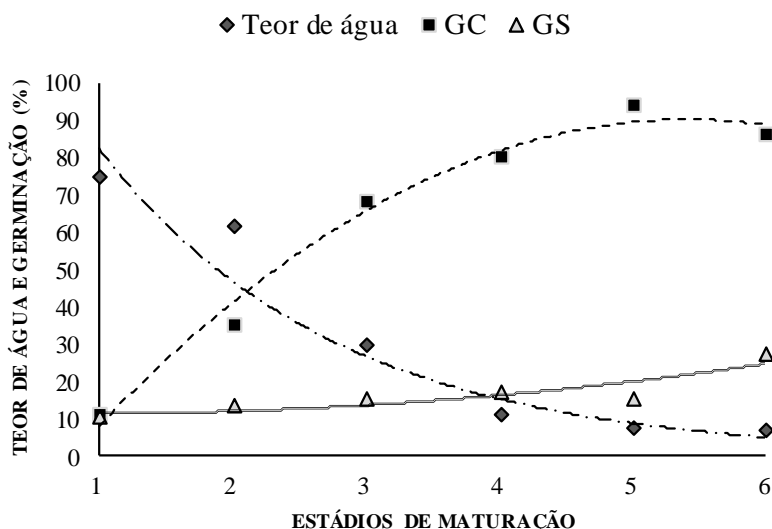
### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 EXPERIMENTO I

Dentre as variáveis avaliadas houve interação significativa para germinação e índice de velocidade de germinação (IVG) ( $p \leq 0,05$ ). Para as demais variáveis, foram observadas diferenças estatísticas ( $p \leq 0,05$ ) apenas para o fator estádios de maturação.

#### 3.2 TEOR DE ÁGUA

As sementes apresentaram elevado teor de água (74,59%) no início do processo de maturação, caracterizado nesse estudo como estágio 1, passando por uma fase de lento decréscimo (estádio 1 para o 2), com redução para 61,31%, seguido de uma fase de rápida desidratação (estádio 2 para o 3), com a redução para 29,65%. A tendência observada a partir do estágio 5 (frutos de coloração marrom claro) indica o possível desligamento fisiológico da planta mãe, com oscilações nos tores de água em função dos valores de umidade relativa (Figura 3).



**Figura 3.** Teor de água e germinação de sementes de *P. platycephala* com (GC) e sem (GS) superação de dormência nos diferentes estádios de maturação.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Elevados teores de água no início do processo de maturação são esperados, em função da intensa divisão, alongamento celular e alocação de compostos orgânicos (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). A água também atua na translocação de metabólitos da planta para as sementes, contribuindo para a sintetização de materiais de reserva que ocorrem em meio aquoso (BEWLEY *et al.*, 2013). Assim como observado para a *P. platycephala*, Teixeira *et al.* (2018) para *Sesbania virgata* (Cav) Pers., Leite *et al.* (2019) para a espécie *Mimosa ophthalmocentrae* e Duarte *et al.* (2020) para *Lecythis lurida* (Miers) também verificaram redução do teor de água

nos processos finais de maturação das sementes, em que os frutos apresentaram coloração mais clara.

As sementes das espécies florestais podem ser classificadas em três tipos distintos quanto a tolerância e a dessecação, em sementes ortodoxas, intermediárias e recalcitrantes. As sementes ortodoxas toleram dessecação entre 2% e 5%, ou mesmo abaixo desses níveis; as intermediárias em torno de 10% e 12%, com viabilidade reduzida em graus de umidade inferior (FONSECA; FREIRE, 2003) e as recalcitrantes, que não toleram dessecação a graus de umidade entre 15% e 20% (HONG; ELLIS, 1996). Em sementes ortodoxas, no final do processo de maturação, ocorre perda significativa de água devido à dessecação que as sementes sofrem até atingir o ponto de maturidade fisiológica (MARCOS FILHO, 2015).

A perda acentuada de umidade é um indicativo da proximidade da maturidade fisiológica, alcançando maior germinação e vigor (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Seguindo esse raciocínio, o padrão observado no teor de água das sementes de *P. platycephala* corrobora com o trabalho de Barros (2017), que classificou as sementes da referida espécie como ortodoxa, uma vez que são tolerantes à dessecação até 4,3% de água.

### 3.3 GERMINAÇÃO E VIGOR

Mudanças na capacidade de germinação das sementes foram observadas durante o processo de maturação, com aumento gradativo à medida que as sementes amadurecem fisiologicamente e ocorre a dessecação, alcançando valor máximo no estágio 5 (94%). A baixa porcentagem de germinação observada nos estádios iniciais de maturação pode ser explicada pelo fato de que na fase inicial de desenvolvimento, nem todas as sementes encontram-se com o embrião totalmente formado (FIGUEIREDO *et al.*, 2017). Assim, espera-se que sementes provenientes de frutos verdes apresentem baixa germinação (JUSTINO *et al.*, 2015) (Tabela 1).

O índice de velocidade de germinação comportou-se de forma semelhante a germinação, sendo os maiores valores observados para as sementes no estágio de maturação 5, submetidas a escarificação mecânica. Para as sementes não submetidas ao tratamento de escarificação mecânica, não houve diferença significativa entre os estádios de maturação (Tabela 1).

**Tabela 1.** Valores percentuais médios de germinação e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *P. platycephala*, com e sem superação de dormência nos diferentes estádios de maturação

Superação de dormência	Estádio de maturação*					
	Germinação (%)					
	1	2	3	4	5	6
Com	11,0 Ba	35,0 Ba	68,0 Aa	80,0 Aa	94,0 Aa	86,0 Aa
Sem	10,0 Aa	13,0 Ab	15 Ab	17 Ab	15,0 Ab	27,0 Ab
	IVG					
Com	0,4 Ca	0,5 Ca	2,1 Ba	2,3 Ba	5,0 Aa	1,8 Ba
Sem	0,3 Aa	0,5 Aa	0,3 Ab	0,2 Ab	0,1 Ab	0,3 Ab

\*Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

A instalação da dormência imposta pela impermeabilidade do tegumento em sementes de *P. platycephala* é acompanhada pelo desenvolvimento e dessecação das sementes, coincidindo nesse estudo com o estágio 2 de maturação, sendo necessária aplicação de tratamento para quebra de dormência para resultados satisfatórios na germinação. Deve-se notar que essa observação é seguida pela mudança de coloração dos frutos que se tornava progressivamente marrom. A mudança de coloração pode estar relacionada a oxidação de substâncias fenólicas, que podem gerar efeitos na regulação das auxinas endógenas e afetar a permeabilidade dos tegumentos das sementes e fornecimento de oxigênio para embriões (BEWLEY *et al.*, 2013).

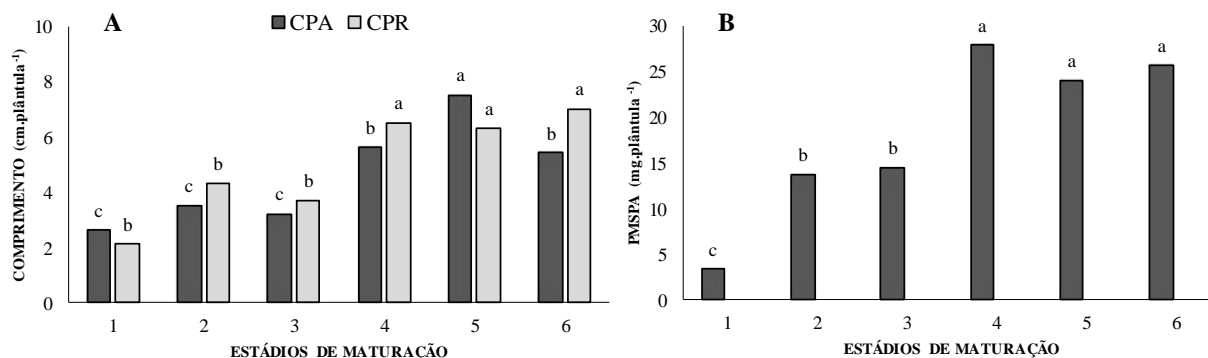
Nogueira *et al.* (2013) também observaram em sementes de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. maior impermeabilidade do tegumento à medida que suas sementes amadureceram e perderam umidade, alcançando valores de germinação de 95 e 96% nos estádios 4 (vagem seca coletada na planta) e 5 (vagem seca coletada no chão), respectivamente, com necessidade de superação da dormência.

Ao examinar em conjunto, os valores médios de teor de água e germinação, verifica-se um aumento de 33% de germinação entre os estádios 2 e 3, coincidindo com a fase de intensa desidratação da semente, alcançando o máximo de germinação no estágio 5. A partir desse momento, observa-se uma tendência de redução da germinação (Figura 3 e Tabela 1), o que pode estar relacionado ao início do processo de deterioração das sementes em condições de campo. Carvalho e Nakagawa (2012) elucidaram que a tendência de perda no potencial germinativo é esperada em função das perdas por respiração, podendo este processo ser intensificado a depender das condições dos fatores abióticos e bióticos, aos quais as sementes estão expostas.

Tais resultados são esperados, visto que ao longo do desenvolvimento e maturação do tegumento há uma redução da permeabilidade, ou seja, sementes mais novas, com menor desenvolvimento do tegumento apresentam maior permeabilidade. E com o avanço da estruturação do tegumento é requerido um tempo maior para que ocorra a germinação nos períodos finais do processo de desenvolvimento das sementes, em especial naquelas que apresentam dormência tegumentar (BOESEWINKEL; BOUMAN, 1995).

Os resultados do estudo reforçam que, para obtenção de sementes de maior qualidade fisiológica, a coleta deva ocorrer o mais próximo possível do ponto de maturidade fisiológica das sementes, e para as espécies que apresentam dormência, isso implica a dificuldade de propagação, fazendo-se necessário o conhecimento da eficiência e viabilidade de uso de tratamentos pré-germinativos para quebra de dormência. Uma vez observado o estabelecimento da dormência tegumentar em sementes de *P. platycephala* e necessidade de superação, optou-se por apresentar os dados de comprimento da parte aérea (CPA) e raiz primária (CR), peso de matéria seca da parte aérea de plântulas (PMSPA) e do sistema radicular (PMSR) apenas para os estádios de maturação com o tratamento de escarificação mecânica. Houve diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre os valores médios das variáveis supracitadas, com exceção do PMSR, nos diferentes estádios de maturação, com maiores valores observados nos estádios 4, 5 e 6 (Figura 4).





**Figura 4.** Valores médios de comprimento de parte aérea (CPA) e raiz primária (CR) (cm.plântula<sup>-1</sup>) (A) e peso de matéria seca da parte aérea (PMSPA) (mg.plântula<sup>-1</sup>) (B) de plântulas de *P. platycephala*, em função de diferentes estádios de maturação. \*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os resultados se deram provavelmente ao maior vigor das sementes com o avanço do processo de maturação, reafirmado pelos resultados de germinação e IVG. Muller *et al.* (2016) destacaram que o maior comprimento de plântulas evidencia alto vigor, culminando em maior acúmulo de massa seca. Segundo os autores, quando a translocação de fotossintatos da planta mãe para a semente cessa, tem-se um máximo acúmulo de massa seca, o que indica o ponto de maturidade fisiológica das sementes. Pelas observações desse estudo, pode-se indicar que a maturidade fisiológica ocorre entre os estádios 4 e 6, mais especificamente no estágio 5, em que se observa maior capacidade germinativa e vigor.

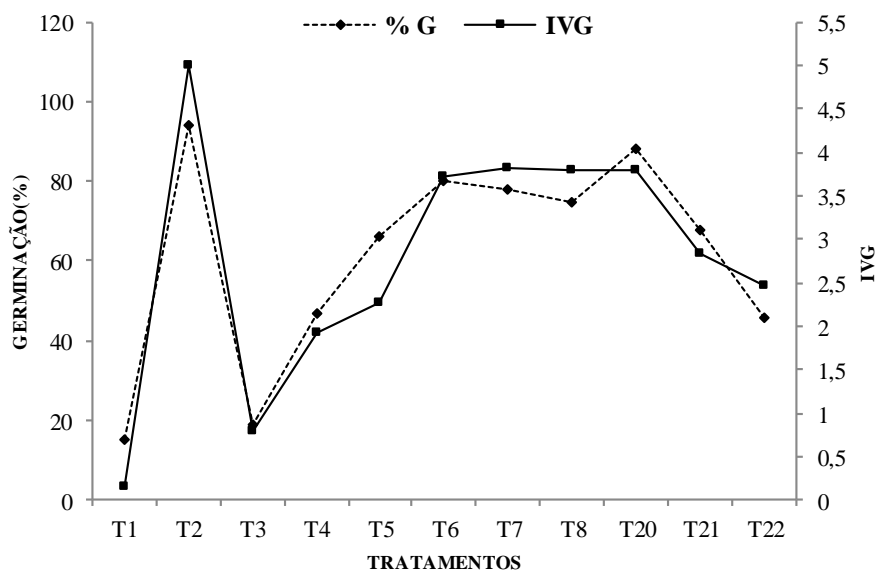
Baseado nos valores de germinação, vigor e teor de água das sementes de *P. platycephala* e suas variações em função dos estádios de maturação, a coleta pode ser recomendada no estágio 5 (frutos de coloração marrom claro, coletados diretamente da árvore), embora haja necessidade de superação da dormência para o sucesso na propagação da espécie. Vale ressaltar que variações podem ocorrer em função do local, época de coleta e condições climáticas.

Finalmente, é importante enfatizar que os estádios de maturação da *P. platycephala* são marcados por mudanças nos aspectos morfológicos, podendo a coloração ser explorada para fins de identificação da capacidade máxima germinativa, no entanto, do ponto de vista prático, a coleta de sementes em momento que antecede instalação da dormência, quando já estão em condições de germinar, não representam uma solução viável para resolver a dificuldade de propagação seminal da espécie, pois as sementes apresentam baixa qualidade fisiológica e elevado teor de água.

## 3.4 EXPERIMENTO II

A dormência imposta pela impermeabilidade do tegumento tem sido descrita como fator que dificulta a propagação da *P. platycephala* via sementes (NASCIMENTO *et al.*, 2009). Tal característica, embora represente em condições naturais uma estratégia de sobrevivência e perpetuação da espécie, uma vez que permite o escalonamento da germinação no tempo, é um fator crítico a adoção de práticas florestais, a exemplo da produção de mudas, resultando em baixa germinação e desuniformidade no lote de mudas, demandando maior quantidade de sementes e maior ciclo para formação de mudas de qualidade (ABREU *et al.*, 2017; ARAÚJO *et al.*, 2018).

O aumento da germinação das sementes de *P. platycephala* submetidas aos tratamentos para superação da dormência, quando comparada ao tratamento controle, confirma a presença de dormência tegumentar e a necessidade de superação. Maiores valores de germinação e IVG foram observados para os tratamentos: escarificação mecânica com lixa (T2), seguido de escarificação mecânica e posterior embebição em água por duas horas (T20), imersão em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> por 20 (T6); 30 (T7) e 40 (T8) minutos, apresentando germinação superior a 70%, com destaque para os tratamentos T2 e T20 com 94% e 88% de germinação e IVG de 5,0 e 3,8, respectivamente, diferindo entre si apenas quanto ao IVG ( $p \leq 0,05$ ), já os tratamentos T6, T7 e T8 não diferiram entre si ( $p > 0,05$ ) (Figura 5).



**Figura 5.** Valores médios de porcentagem e índice de velocidade de germinação (IVG) em sementes de *P. platycephala*, submetidas a diferentes tratamentos para superar a dormência. Em que: T1 - controle; T2 - escarificação mecânica; T3, T4, T5, T6, T7 e T8 - imersão em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> por 5, 10, 15, 20, 30 e 40min; T20, T21 e T22 - escarificação mecânica, seguido de embebição por 2, 6 e 24 horas.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Merece destaque ainda os tratamentos de escarificação mecânica seguido de embebição por seis horas (T21) e imersão em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> por 15min (T5), que apresentaram germinação acima

de 60%, porém com menor velocidade. Germinação nula e/ou inferior a 7% foram observadas para os tratamentos 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 e 23, que utilizaram imersão em ácido clorídrico (HCl) por 5, 10 e 15 minutos; imersão em ácido acético (CH<sub>3</sub>COOH) por uma e duas horas; imersão em água a 80, 90 e 100 °C; imersão em água por 24, 48 e 72 horas; e choque térmico, respectivamente.

Pode-se inferir que as diferenças nas taxas de germinação e no vigor (IVG) observadas entre os tratamentos avaliados estejam mais relacionadas à eficiência dos métodos em promover a ruptura ou enfraquecimento do tegumento, limitando a entrada de água (embebição) e, conseqüentemente, início do processo germinativo, uma vez que a germinação é totalmente dependente da hidratação dos tecidos para a retomada das atividades metabólicas (SHIMIZU *et al.*, 2011). A não ocorrência de germinação em tratamentos como imersão em água a 80, 90 e 100 °C também pode estar relacionada a possíveis danos celulares em razão da imersão das sementes em elevadas temperaturas. Esse fato é reportado por Shimizu *et al.* (2011), que relataram que a imersão de sementes em temperaturas elevadas poderia ocasionar danos às membranas celulares e maior desnaturação das enzimas relacionadas à respiração celular, podendo levar à morte dos tecidos.

A escarificação mecânica ou química constitui um tratamento pré-germinativo eficaz para a superação da dormência da maioria das sementes de Fabaceae, como observado para a espécie em estudo, garantindo elevada taxa germinativa e em curto espaço de tempo (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; BASKIN; BASKIN, 2014). Essas técnicas atuam no desgaste do tegumento das sementes, auxiliando na difusão de oxigênio e entrada de água, e conseqüente intensificação da atividade respiratória, dando início aos processos químicos e fisiológicos necessários para a germinação (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; MARCOS FILHO, 2015), resultando frequentemente em melhor taxa germinativa das espécies florestais (FREIRE *et al.*, 2016; ARAÚJO *et al.*, 2018).

Porém, recomenda-se levar em consideração na escolha do método para superação do mecanismo de dormência, além da eficácia, o custo e facilidade de execução (MELO *et al.*, 2011), local de aplicação, estrutura disponível, pessoas treinadas e finalidade das sementes (PADILHA *et al.*, 2018), garantindo potencial germinativo de forma mais rápida e uniforme (BRANCALION *et al.*, 2011), segurança da equipe de trabalho, custos viáveis e menor dano ambiental possível.

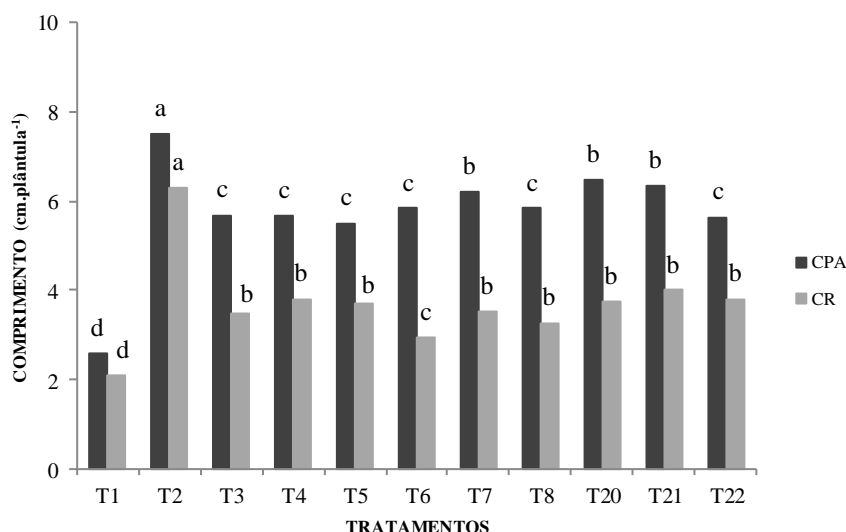
Nessa perspectiva, embora a escarificação seja uma técnica mais trabalhosa e demorada, representa a opção mais prática e segura, em comparação ao uso do ácido sulfúrico. Ademais, o uso do ácido sulfúrico de maneira inadequada pode oferecer risco à saúde das pessoas que o manipulam, além de ser uma técnica que pode onerar o preço final da muda (SANTOS *et al.*, 2019) e o risco ambiental, caso não disponha de local de descarte apropriado (DUTRA *et al.*, 2017). O uso do ácido sulfúrico apresenta maior praticidade na escarificação de sementes para produção de mudas em larga escala (SANTOS *et al.*, 2019), contudo, sua utilização deve ser

evitada em viveiros que não apresentem estrutura adequada para a manipulação do produto (FREIRE *et al.*, 2016).

Nascimento *et al.* (2009), trabalhando com sementes *P. platycephala* coletadas em região bioclimática distinta desse estudo, reportaram a eficiência da escarificação mecânica, sendo o tratamento indicado pelos autores para superação da dormência tegumentar. Contudo, para a escarificação com ácido sulfúrico, os autores verificaram resultados que divergem, em parte, com os obtidos neste estudo, sendo observados bons resultados para velocidade de emergência a partir de 15 minutos de imersão. Embora tenham se observado melhores resultados com a imersão das sementes de *P. platycephala* a partir de 20min, houve tendência de aumento da velocidade de germinação com o aumento do tempo de exposição no ácido sulfúrico.

Na literatura, outros autores também observaram a eficácia do emprego da escarificação mecânica e do ácido sulfúrico na superação de dormência de espécies florestais, a exemplo de Freire e Freire (2017), Fernandes *et al.* (2018), Oliveira *et al.* (2018), Carvalho *et al.* (2019), Cipriani *et al.* (2019), Cruz *et al.* (2019), Kramer e Zonetti (2018), Morais *et al.* (2019), Ursulino *et al.* (2019).

Quanto aos valores de comprimento da parte aérea (CPA) e da raiz principal (CR), verificou-se a superioridade do desempenho das sementes escarificadas com lixa (T2), diferindo dos demais tratamentos (Figura 6). Os valores médios de CPA (7,5 cm) e CR (6,3 cm) estão na faixa dos encontrados por Silva *et al.* (2017) para sementes de *P. platycephala* coletadas no município de Bom Jesus (PI) (mesma região de coleta desse estudo), com valores de CPA variando na faixa de 3,95 a 9,89 cm e CR de 5,06 a 10,09 cm, entre as melhores temperaturas e substratos testados.



**Figura 6.** Valores médios de comprimento de parte aérea e raiz primária de plântulas em sementes de *P. platycephala*, submetidas a diferentes tratamentos para superar a dormência. T1 - controle; T2 - escarificação mecânica; T3, T4, T5, T6, T7 e T8 - imersão em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> por 5, 10, 15, 20, 30 e 40min; T20, T21 e T22 - escarificação mecânica, seguido de embebição por 2, 6 e 24 horas. \*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Embora os tratamentos de escarificação química com ácido sulfúrico (T6, T7 e T8) e escarificação mecânica seguido de embebição por duas horas (T20) tenham apresentado bons percentuais germinativos (acima de 70%), o crescimento inicial de plântulas foi afetado negativamente (Figura 6). Tais resultados reforçam a eficiência da escarificação com lixa na superação da dormência de sementes de *P. platycephala*, expressando o seu máximo potencial fisiológico e vigor. Nascimento *et al.* (2009) também verificaram valores superiores de crescimento de plântulas em sementes submetidas a escarificação mecânica. Os autores atribuíram esse maior desempenho a um possível menor consumo das reservas das sementes durante a germinação, tendo em vista a maior velocidade e uniformidade do processo, fato observado nesse estudo. Além disso, a maior velocidade de germinação em sementes submetidas à escarificação contribuiu para maior tempo de crescimento, resultando plântulas de maior tamanho em comparação aos demais tratamentos.

A fase de transição entre a germinação das sementes e o crescimento é apontada por Taiz *et al.* (2017) como decisiva para o sucesso no estabelecimento, crescimento e desenvolvimento da plântula, isso porque é nesse período em que ocorre a maior susceptibilidade à ação de agentes bióticos e abióticos. Desse modo, um desenvolvimento inicial de qualidade é responsável pelo sucesso no estabelecimento de plântulas (LARCHER, 2000). Tal informação reforça a importância do conhecimento do tratamento mais eficiente na superação da dormência em sementes de espécies florestais, garantindo maior uniformidade e menor tempo na produção de mudas, além de maior êxito no estabelecimento.

Para massa seca da parte aérea e do sistema radicular de plântulas não houve diferenças entre os tratamentos pré-germinativos para superação da dormência ( $p > 0,05$ ). Os valores médios obtidos para PMSPA (23,9 mg) e PMSR (7,52 mg) estão próximos à faixa de valores obtidos por Silva *et al.* (2017), sendo 27,62 a 37,84 e 9,06 a 20,89 mg, respectivamente, entre as melhores temperaturas e substratos testados, para sementes de *P. platycephala* coletadas na mesma área de coleta, porém, em época distinta.

Ao se avaliar em conjunto as variáveis de vigor e germinação das sementes, embora a escarificação com lixa (T2) seja mais eficiente na superação da dormência tegumentar em sementes das espécies em estudo, considerando uma produção em maior escala, em situações em que se disponha de equipe treinada, local apropriado e boa disponibilidade de sementes, poderia se optar pelo uso do ácido sulfúrico por 20 minutos (T6), embora se obtenha menor velocidade no processo germinativo e vigor de plântulas.

Vale enfatizar que as respostas aos tratamentos utilizados para superação da dormência são diferenciadas em decorrência de diversos fatores tais como: espécie, intensidade de dormência, local e época de coleta (MELO *et al.*, 2011; PADILHA *et al.*, 2018), presença de substâncias químicas nas sementes, espessura do tegumento, tempo de imersão no ácido ou na água,

características morfoanatômicas do tegumento dentre outros (YAMASHITA; ALBERGUINI, 2011; MELO *et al.*, 2011).

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A mudança de coloração dos frutos de *P. platycephala* pode ser explorada para definição dos estádios de maturação e auxiliar na identificação de quando as sementes alcançam a capacidade máxima de germinação.

As sementes de *P. platycephala* tornam-se dormentes à medida que diminuem seu teor de água e amadurecem fisiologicamente.

A maior qualidade fisiológica das sementes de *P. platycephala* é obtida por ocasião da maturação e secagem dessas sementes, desde que tratamentos para superação da dormência sejam aplicados.

As sementes de *P. platycephala* apresentam dormência tegumentar, sendo a escarificação mecânica com lixa para massa número 80 o método mais eficiente.

Em situações em que a escarificação mecânica seja inviável, a imersão em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> por 20 minutos pode ser utilizada.

#### 5 AGRADECIMENTOS

Ao Projeto de PD-07130-0044/2016 “Estudo de ações para mitigação de riscos de desligamentos das linhas de transmissão por queimadas e avaliação de métodos de manutenção de faixas de servidão” da Transmissora Aliança de Energia Elétrica S.A. (TAESA), do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). À Universidade Federal do Piauí, *Campus* Bom Jesus e aos membros do grupo de pesquisa Tecnologia, produção e fisiologia de sementes e mudas de espécies florestais.

#### REFERÊNCIAS

ABREU, D. C. A.; PORTO, K. G.; NOGUEIRA, A. C. Métodos de superação da dormência e substratos para germinação de sementes de *Tachigali vulgaris* L.G. Silva & H. C. Lima. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 24, p. 1-10, jul. 2017. Doi: <https://doi.org/10.1590/2179-8087.071814>.

ARAÚJO, A. V.; SILVA, M. A. D.; FERRAZ, A. P. F. Superação de dormência de sementes de *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L. P. Queiroz var. *ferrea*. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 29, n. 3/4, p. 298-304, 2018. Doi: 10.29327/514958-4.

ARAÚJO, J. E. V. L.; NERY, M. C.; MENDONÇA FILHO, C. V.; PIRES, R. M. O.; NERY, F. C.; FIALHO, C. M. T. Germinação de sementes em função do tratamento pré-germinativo de *Chamaecrista*. **Revista Ciência Agrícola**, Rio Largos, n. 15, v. 1, p. 1-7, 2017. Doi: <http://dx.doi.org/10.28998/rca.v15i1.2363>.

BARROS, H. S. D. **Classificação fisiológica de sementes de espécies florestais quanto a tolerância à dessecação**. 2017. 75f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu.

BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. **Seeds**. Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. 2. ed. London: Academic Press, 2014.

Doi: <https://doi.org/10.1017/S0266467499361009>.

BEWLEY, J. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M.; NONOGAKI, H. **Seeds: physiology of development, germination and dormancy**. Springer, New York: 2013. Doi: 10.107/S096025851300.

BOESEWINKEL, F. D.; BOUMAN, F. The Seed: Structure and Function. In: Kigel, J. and Galili, G., Eds., **Seed Development and Germination**, Marcel Dekker, Inc., New York, 1995. p. 1-24.

BRANCALION, P. H. S.; MONDO, V. H. V.; NOVENBRE, A. D. L. C. Escarificação química para a superação da dormência de sementes de saguaraji-vermelho (*Colubrina glandulosa* Perk. - Rhamnaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 1, p. 119-124, 2011. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622011000100014>.

BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília: 2009.

CARVALHO, M. B. F.; ARAUJO, M. E. R.; MENDONÇA, A. P.; CHÁVEZ, M. S.; GUTIERREZ, K. L. Métodos de superação de dormência da *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, Curitiba, v. 2, n. 1, p. 490-500, jan./mar. 2019. Doi: Métodos de superação de dormência da *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke | Carvalho | Brazilian Journal of Animal and Environmental Research ([brazilianjournals.com](http://brazilianjournals.com)).

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: Funep, 2012.

CIPRIANI, V. B.; GARLET, J.; LIMA, B. M. Quebra de dormência em sementes de *Chloroleucon acacioides* e *Senna macranthera*. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 21, p. 49-54, mar. 2019. Doi: <http://dx.doi.org/10.19084/RCA18238>.

CRUZ, Y. F.; MENDONÇA, A. P.; CARVALHO, M. B. F.; SALVITERRA, Y. V. D.; CHAVES, N. M. C.; DORADO, A. J. Métodos de superação de dormência de canafístula (*Cassia fistula* L.). **Revista brasileira de ciências da Amazônia**, v. 8, n. 1, p. 07-11, abr. 2019. Doi: 10.47209/2317-5729.

DUARTE, E. F. D.; ALMEIDA, D. S.; SANTOS, J. A.; SANTOS, C. H. B.; AZEVEDO NETO, A. D.; CRUZ, C. R. P.; PEIXOTO, C. P. Maturação de frutos e sementes de inháíba (*Lecythis lúrida* [Miers] S.A. Mori-Lecythidaceae). **Revista biológica neotropical**, Goiânia, v. 17, n. 1, p. 15-33, jan./jun. 2020. Doi: 10.5216/rbn.v17i1.57700.

- DUTRA, T. R.; MASSAD, M. D.; MENEZES, E. S.; SANTOS, A. R. Superação de dormência e substratos alternativos com serragem na germinação e crescimento inicial de mudas de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos, v. 13, n. 2, p. 113-120. abr./jun. 2017. Doi: <http://revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/index>.
- FERNANDES, H. E.; SILVA NETO, E. L.; CABRAL, K. P.; MARQUES, R. B.; SIEBENEICHER, S. C.; ERASMO, E. A. L. Quebra de dormência em *Acacia mangium* Willd e *Ormossia arborea* (VELL.) Harms. **Ciência Agrícola**, Rio Largo, v. 16, n. 2, p. 73-79, 2018. Doi: <https://doi.org/10.28998/rca.v16i2.4103>.
- FIGUEIREDO, J. C.; DAVID, A. M. S. S.; SILVA, C. D.; AMARO, H. T. R.; ALVES, D. D. Maturação de sementes de pimenta em função de épocas de colheita dos frutos. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 18, n. 3, p. 01-07, jul./dez. 2017. Doi: <http://dx.doi.org/10.5380/rca.v18i3.51324>.
- FONSECA, S. C. L.; FREIRE, H. B. Sementes recalcitrantes: problemas na pós-colheita. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 2, p. 297-303, 2003. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052003000200016>.
- FREIRE, J. M.; ATAÍDE, D. H. S.; ROUWS, J. R. C. Superação de dormência de sementes de *Albizia pedicellaris* (DC.) L. Rico. **Floresta e Ambiente**, v. 23, n. 2, p. 251-257, 2016. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.104514>.
- FREIRE, N. D.; FREIRE, C. G. Quebra de dormência tegumentar na germinação de sementes de imbuia [*Ocotea porosa* (Nees; Mart.) Barroso, Lauraceae]. **InterfaceHS - Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade**, São Paulo, v. 12, n. 2, p. 101-112, dez. 2017. Doi: 08-Publicar.pdf (senac.br).
- GRESTA, F.; AVOLA, G.; ONOFRI, A.; ANASTASI, U.; CRISTAUDO, A. When does hard coat impose dormancy in legume seeds? *Lotus* and *Scorpiurus* case study. **Crop Science**, v. 51, p. 1739-1747. jul./ago. 2011. Doi: <https://doi.org/10.2135/cropsci2010.12.0700>.
- HONG, T. D.; ELLIS, R. H. A protocol to determine seed storage behavior. In: "IPGRI Technical Bulletin. 1" (Engels JMM, Toll J eds). International Plant Genetic Resources Institute: Rome, 1996, p. 62.
- JUSTINO, E. V.; BOITEUX, L. S.; FONSECA, M. E.; SILVA FILHO, J. G.; NASCIMENTO, W. M. Determinação da maturidade fisiológica de sementes de pimenta dedo de moça *Capsicum baccatum* var. *pendulum*. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 33, n. 3, p. 324-331. jul./sept. 2015. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102053620150000300008>.
- KRAMER, J. M. F.; ZONETTI, P. C. Superação de dormência de flamboyant (*Delonix regia*) e trema (*Trema micrantha*). **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v. 11, n. 2, p. 599-614, abr./jun. 2018. Doi: <http://dx.doi.org/10.17765/2176-9168.2018v11n2p599-614>.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000.



LEITE, M. S.; NOGUEIRA, N. W.; FREITAS, R. M. O.; LEITE, T. S.; GUIMARÃES, P. P. Maturação fisiológica e dormência em sementes de jurema-de-embira (*Mimosa ophthalmocentra*). **Advances in Forestry Science**, Cuiabá, v. 6, n. 2, p. 659-663, 2019. Doi: <http://dx.doi.org/10.34062/afs.v6i2.7823>.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. 4. ed. v. 2. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2013.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962. Doi: <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2ª ed. Abrates. Londrina: 2015.

MELO, M. G. G.; MENDONÇA, M. S.; NAZÁRIO, P.; MENDES, A. M. S. Superação de dormência em sementes de três espécies de *Parkia* spp. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 3, p. 533-542, 2011. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222011000300016>.

MORAIS, C. R. *et al.* Avaliação de diferentes métodos artificiais na superação de quebra de dormência em *Ormosia arborea*. **GETEC**, v. 8, n. 21, p. 41-57, 2019. Doi: Avaliação de diferentes métodos artificiais na superação de quebra de dormência em *ormosia arborea* | resende de morais | revista getec (fucamp.edu.br).

MÜLLER, E. M.; GIBBERT, P.; BINOTTO, T.; KAISER, D. K.; BORTOLINI, M. F. Maturação e dormência em sementes de *Peltophorum dubium* (Spreng) Taub. de diferentes árvores matrizes. **Iheringia Série Botânica**, v. 71, n. 3, p. 222-229, 2016. Doi: <https://isb.emnuvens.com.br/iheringia/article/view/583>.

MUNSELL, A. H. **Munsell book of color**. Macbeth, Division of Koll Margen Corporation, Baltimore: 1976.

NASCIMENTO, I. L.; ALVES, E. U.; BRUNO, R. L. A.; GONÇALVES, E. P.; COLARES, P. N. Q.; MEDEIROS, M. S. Superação da dormência em sementes de faveira (*Parkia platycephala* Benth). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 35-45. jan./feb. 2009. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622009000100005>.

NOGUEIRA, N. W.; RIBEIRO, M. C. C.; FREITAS, R. M. O.; MARTINS, H. V. G.; LEAL, C. C. P. Maturação fisiológica e dormência em sementes de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* BENTH.). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 4, p. 876-883. jul./aug. 2013. Doi: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/15051>.

OLIVEIRA, K. J. B.; LIMA, J. S. S.; ANDRADE, L. I. F.; COSTA, J. A. M. A.; CRISPIM, J. F. Quebra de dormência de sementes de *Delonix regia* (Fabaceae). **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 3, p. 709-716, 2018. Doi: <http://dx.doi.org/10.19084/RCA17302>.

PADILHA, M. S.; SOBRAL, L. S.; ABREU, B. Métodos para a superação da dormência em sementes de *Cassia leptophylla* Vogel. **Ciência Agrícola**, Rio Largo, v. 16, n. 2, p. 1-8, 2018. Doi: <http://dx.doi.org/10.28998/rca.v16i2.4154>.

SANTOS, J. C. C.; SILVA, D. M. R.; COSTA, R. N.; SANTOS, S. A.; SILVA, L. K. S.; SILVA, J. V. Biometria de frutos e sementes e tratamentos pré-germinativos em sementes de *Hymenaea courbaril*. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v. 12, n. 3, p. 957-979. jul./set. 2019. Doi: 10.17765/2176-9168.2019v12n3p957-979.

SHIMIZU, E. S. C.; PINHEIRO, H. A.; COSTA, M. A.; SANTOS FILHO, B. G. Aspectos fisiológicos da germinação e da qualidade de plântulas de *Schizolobium amazonicum* em resposta à escarificação das sementes em lixa e água quente. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 791-800, 2011. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622011000500004>.

SILVA, R. B.; MATOS, V. P.; FARIAS, S. G. G.; SENA, L. H. M.; SILVA, D. Y. B. O. Germinação e vigor de plântulas de *Parkia platycephala* Benth. em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 48, n. 1, p. 142-150. jan./mar. 2017. Doi: <http://dx.doi.org/10.5935/1806-6690.20170016>.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TEIXEIRA, F. P.; FARIA, J. M. R.; SOUZA, W. V.; JOSÉ, A. C. Tolerância à maturação e dessecação em Sementes de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. **Floresta Ambiente**, Seropédica, v. 25, n. 4, ago. 2018. <https://doi.org/10.1590/2179-8087.041916>.

URSULINO, M. M.; ALVES, E. U.; ARAÚJO, P. C.; ALVES, M. M.; RIBEIRO, T. S.; SILVA, R. S. Superação de dormência e vigor em sementes de Fava-d'Anta (*Dimorphandra gardneriana* Tulasne). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 29, n. 1, jan./mar. p. 105-115, 2019. Doi: <https://doi.org/10.5902/1980509810460>.

YAMASHITA, O. M.; ALBERGUINI, A. L. Germinação de *Vernonia ferruginea* em função da quebra de dormência, luminosidade e temperatura. **Comunicata Scientiae**, v. 2, n. 3, p. 142-148, 2011. Doi: <https://doi.org/10.14295/cs.v2i2>.