

YANA SOUZA LOPES

ASPECTOS ECOFISIOLÓGICOS DA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE
Colubrina glandulosa Perkins

RECIFE
Pernambuco – Brasil
Agosto – 2019

YANA SOUZA LOPES

ASPECTOS ECOFISIOLÓGICOS DA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE
***Colubrina glandulosa* Perkins**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais.

Prof.^a Dr.^a Lúcia de Fatima de Carvalho Chaves – DCFL/UFRPE
Orientadora

Prof.^a Dr.^a Rejane Rodrigues da Costa e Carvalho – DEPA/UFRPE
Coorientadora

RECIFE
Pernambuco – Brasil
Agosto – 2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

L864a Lopes, Yana Souza
Aspectos ecofisiológicos da germinação de sementes de
Colubrina glandulosa Perkins / Yana Souza Lopes. – 2019.
68 f. : il.

Orientador: Lúcia de Fatima de Carvalho Chaves.
Coorientadora: Rejane Rodrigues da Costa e Carvalho.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de
Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais,
Recife, BR-PE, 2019.

Inclui referências.

1. *Colubrina glandulosa* 2. Espécie nativa 3. Dormência da
semente 4. Temperatura 5. Substrato de cultura 6. Ramnaceae
I. Chaves, Lúcia de Fatima de Carvalho, orient. II. Carvalho, Rejane
Rodrigues da Costa e, coorient. III. Título

CDD 634.9

YANA SOUZA LOPES

ASPECTOS ECOFISIOLÓGICOS DA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE
Colubrina glandulosa Perkins

APROVADA EM: 21/08/2019

Banca examinadora:

Prof.^a Dr.^a Izabela Souza Lopes Rangel
(Membro Titular – Departamento de Agricultura/UFPB)

Prof.^a Dr.^a Maria da Penha Moreira Gonçalves
(Membro Titular – Departamento de Ciência Florestal/UFRPE)

Orientadora:

Prof.^a Dr.^a Lúcia de Fatima de Carvalho Chaves
(Departamento de Ciência Florestal/ UFRPE)

RECIFE
Pernambuco – Brasil
Agosto – 2019

AGRADECIMENTOS

Aos meus guias espirituais e a minha força superior, que sempre me iluminam e me protegem, assim como ao universo que em toda sua magnitude me permite viver rodeada por energias do bem que me dão força para seguir em todos os momentos.

A minha família, meus pais, por sempre me apoiarem e me incentivarem a correr atrás dos meus sonhos. Obrigada por me ensinarem os verdadeiros e mais importantes valores dessa vida terrena. Aos meus irmãos que são a minha fonte de inspiração, energia, motivação e, principalmente, de amor, vocês são a minha vida. Aos meus outros familiares, em especial a minha avó Cida, minha tia Ana e meu primo Pedro, por acompanharem de perto e sempre me darem força. Agradeço também aos meus avós, Sônia e Adilson, que partiram desse plano durante essa trajetória, sei que vocês estão me protegendo agora de outro lugar. Amo muito todos vocês!

Aos meus amigos de sempre, que estiveram dispostos a ouvir meus desabafos e a me ajudar a não desanimar quando tudo parecia não dar certo nesses últimos dois anos e meio. Obrigada por estarem sempre presentes na minha vida, compartilhando comigo tantos momentos, e por serem luz em meio a escuridão. Que sorte a minha ter vocês comigo!

Aos novos amigos que o mestrado me permitiu encontrar, que me ajudaram em todas as dificuldades e dividiram comigo diversos sentimentos. Eu tive muita sorte de ter encontrado pessoas verdadeiramente do bem e amigas nesse caminho. Todos os nossos momentos ficarão guardados no meu coração. Muito obrigada!

À família do Laboratório de Sementes do Departamento de Agronomia, obrigada por todo suporte durante esse tempo que estivemos juntos. Foi um prazer imenso encontrar pessoas tão iluminadas no meu ambiente de trabalho, que faziam tudo parecer mais leve e divertido. Levarei a nossa amizade e companheirismo no meu coração. Gratidão!

À minha orientadora Prof.^a Lúcia que tanto me ajudou desde o início do mestrado quando era coordenadora do programa. Obrigada por me acolher, pela paciência, pelos ensinamentos, pelo suporte e por ser essa orientadora tão amiga e quase mãe.

À Prof.^a Valdez, que também me acolheu e tanto me ensinou durante o período que trabalhamos juntas. A minha coorientadora Prof.^a Rejane, que me acolheu no laboratório e que tanto me ajudou durante a realização do nosso trabalho. Obrigada pela paciência, suporte e amizade. Ao Prof. José Luiz, que muito gentilmente também me ajudou nessa etapa.

Ao Carpina, da EECAC-UFRPE, que me ajudou na coleta das sementes. Sem ele essa pesquisa não teria acontecido. Gratidão!

A todos os professores, servidores e terceirizados dos departamentos de Ciência Florestal e Agronomia.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, por todo suporte físico e por contribuir com a minha formação acadêmica, permitindo também o desenvolvimento dessa pesquisa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa.

A todos, minha eterna gratidão!

LOPES, YANA SOUZA. Aspectos ecofisiológicos da germinação de sementes de *Colubrina glandulosa* Perkins. 2019. Orientadora: Lúcia de Fatima de Carvalho Chaves. Coorientadora: Rejane Rodrigues da Costa e Carvalho.

RESUMO

Os crescentes impactos antrópicos vêm provocando consequências preocupantes no meio ambiente, a exemplo da degradação dos ambientes florestais. Por isso, surge a necessidade da realização de pesquisas que colaborem com o desenvolvimento de instrumentos que possibilitem a recuperação dessas áreas. Nesse sentido, a espécie florestal *Colubrina glandulosa* Perkins (Rhamnaceae), popularmente conhecida como sobrasil e saraguaji, desperta interesse por sua capacidade de crescer rapidamente e tolerar diferentes condições ambientais, podendo contribuir com a conservação e recuperação de áreas degradadas. Desse modo, o objetivo desse trabalho foi estabelecer uma metodologia e condições ambientais adequadas de germinação e vigor de *C. glandulosa*, a partir da caracterização biométrica, superação da dormência, efeitos da temperatura, substrato, qualidade de luz e profundidade de semeadura, de modo a contribuir com a conservação e manejo da espécie. Para atingir os objetivos do trabalho, frutos de duas matrizes da espécie foram colhidos no município de Carpina, PE. Inicialmente, foi realizada a determinação do teor de água das sementes por meio do método da estufa a 105°C por 24 horas. A caracterização biométrica foi realizada com auxílio de um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm, em que foram mensurados o comprimento, largura e espessura de 100 sementes selecionadas aleatoriamente. Para o experimento de dormência e temperatura, as sementes foram imersas em ácido sulfúrico concentrado por períodos de 30, 60, 90, 120 e 150 minutos e colocadas para germinar sob luz contínua nas temperaturas de 20-30°C, 25°C e 30°C. Para avaliar o efeito do substrato, foram utilizados areia, vermiculita, Tropstrato®, pó de coco, papel mata borrão e papel toalha, este último organizado em rolos. Para determinar a profundidade ideal de semeadura, utilizou-se bandejas de isopor, onde as sementes foram semeadas em profundidades de 0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 cm. Com relação à qualidade luz, as sementes foram submetidas a quatro regimes de luminosidade: branca, vermelha, vermelho-extremo e ausência de luz. Os resultados demonstraram que as sementes de *Colubrina glandulosa* possuem baixa variabilidade dos aspectos biométricos. As temperaturas de 20-30° e 30°C podem ser utilizadas na condução de experimentos da espécie. Foi evidenciada a eficácia do método de escarificação química com ácido sulfúrico para superar a dormência da semente, por 120 minutos. Os substratos areia e vermiculita são os mais indicados para experimentos com a espécie. A semeadura pode ser realizada em profundidades entre 0,5 e 2,0 cm. A espécie demonstrou capacidade de emergência em todos os tratamentos utilizados para a qualidade de luz, evidenciando que possui potencial para se estabelecer em ambientes com diferentes luminosidades. Assim, *Colubrina glandulosa* demonstrou potencial para ser utilizada em projetos e programas de restauração de ambientes degradados e arborização urbana, contribuindo com a conservação e preservação não só da espécie, como dos ambientes florestais.

Palavras-chave: espécie nativa; dormência; luminosidade; temperatura; substrato; recuperação.

LOPES, YANA SOUZA. Ecophysiological aspects of seed germination of *Colubrina glandulosa* Perkins. 2019. Advisor: Lúcia de Fatima de Carvalho Chaves. Coadvisor: Rejane Rodrigues da Costa e Carvalho.

ABSTRACT

The increasing anthropogenic impacts have been causing many environmental consequences, such as the degradation of forest environments. Therefore, it is necessary to realize research that collaborates to the development of instruments to support the recovery of these areas. In this sense, *Colubrina glandulosa* Perkins (Rhamnaceae), popularly known as sobrasil and saraguaji, may be helpful because of its ability to grow quickly and tolerate different environmental conditions, and so might contribute to the conservation and recovery of degraded areas. Thus, the aim of this research was to determine a methodology as well as ideal environmental conditions of germination and vigor of *C. glandulosa* through the biometrical characterization, dormancy-breaking, effects of temperature, substrate, light quality and sowing depth, aiming to contribute to the conservation and management of this species. To reach the objectives of the work, fruits of two matrices located in Carpina, PE were picked. Initially, the water content of seeds was determined by the oven method at 105°C for 24 hours. The biometric characterization was performed using a digital caliper with a precision of 0.01 mm in which the length, width and thickness of 100 randomly selected seeds were measured. For the dormancy and temperature experiment, seeds were immersed in concentrated sulfuric acid for a period of 30, 60, 90, 120 and 150 minutes and placed to germinate under continuous light at temperatures of 20-30°C, 25°C and 30°C. To evaluate the effect of substrate were used sand, vermiculite, tropestrate, coconut powder, blotting paper and paper towel, the last one organized in rolls. The sowing depth was performed using styrofoam trays in which the seeds were sown in depths 0; 0.5; 1.0; 1.5 and 2.0 cm. Regarding the light quality, the seeds were submitted to four regimes of luminosity: white, red, red-extreme and absence of light. The results showed that the seeds of *Colubrina glandulosa* have low variability of the biometric aspects. Temperatures of 20-30°C and 30°C may be used to conduct experiments of this specie. The effectiveness of the chemical scarification method with sulfuric acid was demonstrated to overcome the dormancy of the specie, for 120 and 150 minutes. The substrates sand and vermiculite are the most suitable for experiments with *Colubrina glandulosa*. The seeding can be realized at depths between 0.5 and 2.0 cm. The specie demonstrated emergency capacity in all treatments used for light quality, evidencing that it has the potential to establish in environments with different luminosities. Thus, *Colubrina glandulosa* demonstrated the potential to be used in projects and programs for the restoration of degraded environments and urban afforestation, contributing to the conservation and preservation not only of the specie, but also of the forest environments.

Key words: native species; dormancy; luminosity; temperature; substrate; recovery.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1 Família Rhamnaceae.....	14
2.2 <i>Colubrina glandulosa</i> Perkins.....	14
2.3 Caracterização biométrica de sementes	15
2.4 Dormência de sementes	16
2.5 Fatores que afetam a germinação de sementes.....	18
2.5.1 Água	19
2.5.2 Temperatura.....	19
2.5.3 Substrato	20
2.5.4 Luz.....	21
2.6 Profundidade de semeadura	22
2.7 Degradação e recuperação de áreas degradadas no Brasil.....	22
3. MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1 Coleta das sementes e condução do experimento	25
3.2 Determinação do teor de umidade	26
3.3. Experimentos.....	27
3.3.1 Experimento I: Aspectos biométricos das sementes de <i>Colubrina glandulosa</i>	27
3.3.3.1 Dimensões das sementes	27
3.3.3.2 Peso de 1000 sementes e número médio de sementes por quilograma	27
3.3.2. Experimento II: Efeito da temperatura e imersão das sementes em ácido sulfúrico.....	27
3.3.3. Experimento III: Efeito do substrato	27
3.3.4. Experimento IV: Profundidade de semeadura	28
3.4. Variáveis avaliadas (Experimentos II a V):	29
3.4.1. Germinação e emergência	29
3.4.2. Primeira contagem (%).....	29
3.4.3. Índice de Velocidade de Germinação e Índice de Velocidade de Emergência	29
3.4.4 Tempo médio de germinação e tempo médio de emergência.....	30
3.4.5 Comprimento de raiz e parte aérea.....	30
3.4.6. Peso da matéria seca de raiz e parte aérea	30
3.5. Delineamento experimental	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
4.1. Teor de umidade das sementes de <i>Colubrina glandulosa</i> Perkins	32
4.2. Aspectos biométricos das sementes de <i>Colubrina glandulosa</i> Perkins.....	32

4.3 Efeito da temperatura e da imersão das sementes de <i>Colubrina glandulosa</i> em ácido sulfúrico	36
4.4 Efeito do substrato na germinação e vigor de <i>Colubrina glandulosa</i> Perkins	45
4.5 Efeito da profundidade de semeadura no vigor de <i>Colubrina glandulosa</i> Perkins	49
4.6 Efeito da qualidade de luz na germinação e vigor de <i>Colubrina glandulosa</i> Perkins	52
5. CONCLUSÕES	56

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Representante adulto da espécie *Colubrina glandulosa* Perkins, em Carpina, Pernambuco.....25
- Figura 2. Distribuição das frequências relativas dos dados biométricos de comprimento (A), largura (B) e espessura (C) das sementes de *Colubrina glandulosa* Perkins., em milímetros.....35
- Figura 3. Germinação (A), índice de velocidade de germinação – IVG (B), primeira contagem (C) e massa seca da parte aérea (D) de sementes de *Colubrina glandulosa* Perkins, submetidas a diferentes tempos de imersão em ácido sulfúrico (H₂SO₄).....38
- Figura 4. Tempo médio de germinação (TMG) de *Colubrina glandulosa* Perkins em diferentes tempos de imersão em ácido sulfúrico dentro das temperaturas 20-30°C (◆) e 30°C (■)41
- Figura 5. Comprimento médio da parte aérea (CMPA) de *Colubrina glandulosa* Perkins em diferentes tempos de imersão em ácido sulfúrico nas temperaturas 20-30°C (◆) e 30°C (■).....42
- Figura 6. Comprimento médio da raiz (CMR) de *Colubrina glandulosa* Perkins em diferentes tempos de imersão em ácido sulfúrico dentro das temperaturas 20-30°C (◆) e 30°C (■).....43
- Figura 7. Conteúdo de massa seca da raiz (MSR) de *Colubrina glandulosa* Perkins, cujas sementes foram submetidas a diferentes tempos de imersão em ácido sulfúrico, nas temperaturas 20-30°C (◆), 25°C (●) e 30°C (■).....44
- Figura 8. Médias dos valores de germinação (A), primeira contagem (B), velocidade de germinação (C) e tempo médio de germinação (D) das sementes de *Colubrina glandulosa*. CV=11,88%, 26,02%, 11,94% e 9,48%, respectivamente.....47
- Figura 9. Médias dos valores de comprimento da parte aérea (A), comprimento da raiz principal (B), massa seca da parte aérea (C) e massa seca da raiz principal (D) de plântulas de *Colubrina glandulosa* Perkins, em diferentes substratos de semeadura. CV= 17,91%, 12,14%, 22,09% e 30,01%, respectivamente.....48
- Figura 10. Emergência (A), primeira contagem (B), velocidade de emergência (C) e tempo médio de emergência (D) das plântulas de *Colubrina glandulosa* Perkins, em diferentes profundidades de semeadura. CV=13,34%, 42,73%, 16,76% e 5,08%, respectivamente.....50
- Figura 11. Comprimento da parte aérea (A), comprimento da raiz principal (B), massa seca da parte aérea (C) e massa seca da raiz principal (D) de plântulas de *Colubrina glandulosa*

Perkins, em diferentes profundidades de sementeira. CV= 5,52%, 9,34%, 15,92% e 30,00%, respectivamente.....52

Figura 12. Médias dos valores de germinação (A), primeira contagem (B), velocidade de germinação (C) e tempo médio de germinação (D) de *Colubrina glandulosa* Perkins, com sementeira submetida a diferentes regimes de luz. CV=11,84%, 27,71%, 14,79% e 6,09%, respectivamente.....53

Figura 13. Médias dos valores de comprimento da parte aérea (A), comprimento da raiz principal (B), massa seca da parte aérea (C) e massa seca da raiz principal (D) de plântulas de *Colubrina glandulosa*, com sementeira submetida a diferentes regimes de luz. CV=11,84%, 27,71%, 14,79% e 6,09%, respectivamente.....54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estatística descritiva dos dados biométricos das sementes de <i>Colubrina glandulosa</i> Perkins, expressos em milímetros.....	33
Tabela 2 – Índice de velocidade de germinação (IVG), primeira contagem (PC%) e massa seca da parte aérea (MSPA) (mg) de sementes de <i>Colubrina glandulosa</i> Perkins submetidas à diferentes temperaturas.....	37
Tabela 3 – Médias do tempo médio de germinação (TMG) das sementes de <i>Colubrina glandulosa</i> Perkins em diferentes temperaturas submetidas a cinco tempos de imersão em ácido sulfúrico.....	40
Tabela 4 – Médias do comprimento da parte aérea das sementes de <i>Colubrina glandulosa</i> Perkins em diferentes temperaturas submetidas a cinco tempos de imersão em ácido sulfúrico.....	41
Tabela 5 – Médias do comprimento da raiz das sementes de <i>Colubrina glandulosa</i> Perkins em diferentes temperaturas submetidas a cinco tempos de imersão em ácido sulfúrico.....	43
Tabela 6 – Médias da massa seca da raiz (g) de <i>Colubrina glandulosa</i> Perkins procedentes de sementes submetidas diferentes temperaturas e tempos de imersão em ácido sulfúrico.....	44

1. INTRODUÇÃO

O crescimento das atividades antrópicas ao redor do mundo tem gerado impactos ambientais em larga escala, entre eles, a perda da biodiversidade, as mudanças climáticas e a degradação dos ecossistemas (SEOANE et al., 2014). No Brasil, diversos ambientes florestais estão degradados como resultado, principalmente, do crescimento agrícola, agropecuário e urbano. Desse modo, a recuperação desses ambientes se tornou uma tarefa importante e cada vez mais urgente (CERVANTES; CECCON; BONFIL, 2014).

Devido à expansão do desenvolvimento de projetos de restauração florestal, a procura por sementes de espécies nativas presentes nas diferentes formações vegetais vem sendo elevada (BRANCALION; MONDO; NOVEMBER, 2011). Segundo Vechiato (2010), as sementes de espécies florestais despertaram grande interesse para a formação de mudas a serem utilizadas em programas de recuperação de áreas degradadas, reflorestamento, arborização urbana e preservação das espécies ameaçadas de extinção.

Nesse contexto, a tecnologia de sementes desempenha um papel importante ao criar métodos tecnológicos que proporcionem a melhoria no padrão de qualidade das sementes de uma determinada espécie, atividade crucial quando se pensa na produção de mudas com o objetivo de se obter um estande uniforme (GUEDES et al., 2013a). Por isso, o estabelecimento de metodologias adequadas para a germinação das sementes de espécies florestais nativas tem recebido atenção no meio científico, principalmente, na obtenção das informações sobre as condições ideais para a germinação (SILVA et al., 2014; GOMES et al., 2016).

Considerando as diversas análises relacionadas às sementes, a caracterização biométrica é uma estratégia utilizada para uniformizar a germinação e a emergência de plântulas, facilitando a obtenção de mudas de maior vigor e de tamanho semelhante (PAGLIARINI et al., 2014). Nesse sentido, o tamanho das sementes representa uma característica importante que demonstra grande variabilidade, e é definida pelo comprimento, largura e espessura. Além disso, a biometria constitui uma ferramenta essencial para identificar variedade genética dentro e entre populações e permite o fornecimento de informações que auxiliem na conservação e exploração sustentável das espécies (FONTENELE; ARAGÃO; RANGEL, 2007; CHRISTRO et al., 2012; FLORES et al., 2014).

A dormência das sementes, em condições naturais, é um fator importante que contribui para a sobrevivência das espécies, porém é um processo que prejudica a produção de mudas, devendo ser superado para que resulte em uma germinação uniforme (ANDRADE et al.,

2010). Para os produtores de mudas, compreender os mecanismos, a duração da dormência da espécie a qual irá produzir, é crucial tanto ecologicamente quanto economicamente, visto que auxilia na determinação sobre a necessidade de se utilizar tratamentos específicos para atuarem no metabolismo da semente e assim garantir a sua germinação (OLIVEIRA, 2012).

De forma geral, os testes de germinação são os mais utilizados para avaliar a qualidade das sementes que se pretende utilizar para a produção de mudas. Estes são realizados para identificar, principalmente, condições favoráveis de substrato, água, temperatura e luz para cada espécie (GOMES et al., 2016). Além disso, contribuem também para a propagação das espécies e evitam a formação de plântulas com menor vigor e que possuam falhas na emergência, evitando prejuízos aos produtores (LEÃO et al., 2015).

A emergência rápida e uniforme das plântulas também irá depender diretamente da profundidade em que as sementes se encontram. Em camadas muito profundas, as sementes podem encontrar barreiras físicas que impeçam sua germinação, porém, em camadas superiores podem ser afetadas por condições ambientais, como o excesso ou déficit hídrico e térmico (ALVES et al., 2014).

Dentre as espécies que possuem grande valor e podem ser utilizadas na recuperação florestal destaca-se a *Colubrina glandulosa* Perkins, popularmente conhecida como sobrasil ou saraguaji. Essa espécie pertencente à família Rhamnaceae, possui um crescimento rápido e pode ser plantada a pleno sol, propiciando um ambiente favorável ao estabelecimento de outras espécies que necessitem de sombreamento, sendo assim, importantes para o avanço da sucessão ecológica do ambiente (SILVA et al., 2015; CAMARA et al., 2017). Contudo, os procedimentos para a aplicação de testes de germinação dessa espécie ainda não apresentam nenhuma padronização (MELO JÚNIOR et al., 2018).

Nesse sentido, a avaliação dos diversos aspectos ecofisiológicos da germinação das sementes de *Colubrina glandulosa* Perkins torna-se necessária para determinar métodos que favoreçam uma produção de mudas de forma mais rápida e uniforme. Assim, o objetivo desse trabalho foi estabelecer uma metodologia e condições ambientais adequadas para avaliar a germinação e o vigor de *C. glandulosa* a partir da caracterização biométrica, superação da dormência, efeitos do substrato, temperatura, luminosidade e profundidade de semeadura, de modo a contribuir com a conservação e manejo da espécie, assim como com programas de recuperação de ambientes degradados, silvicultura e arborização urbana.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Família Rhamnaceae

Considerada praticamente cosmopolita, a família Rhamnaceae é constituída por cerca de 50 gêneros e 925 espécies. Essa vasta distribuição pode ser explicada pela efetiva dispersão de seus frutos ou sementes (RICHARDSON et al., 2004; LADIGES et al., 2005). Possui uma extraordinária variação de hábitos, que inclui desde grandes árvores, a arbustos lenhosos, trepadeiras, lianas tropicais e, raramente, ervas. No Brasil, é representada por 13 gêneros e 48 espécies, distribuídos em todos os ecossistemas, principalmente, em matas, caatinga e restinga (MEDAN; SCHIRAREND, 2004; LIMA; GIULIETTI, 2005; ONSTEIN; LINDER, 2016).

Os representantes dessa família possuem folhas simples, pecioladas, opostas ou alternadas. As flores são pequenas, de 3,0 a 6,0 mm de diâmetro, com frutos indeiscentes, secos e sementes com albúmen fino e oleoso (MEDAN; SCHIRAREND, 2004). Característica relativamente rara nas angiospermas, as flores também apresentam oposição de pétalas, e as espécies da família uma tendência ao xeromorfismo, caracterizando as Rhamnaceae. Essas adaptações xeromórficas, apresentadas por algumas espécies, podem ser representadas pela redução ou ausência de folhas, aglomeração de folhas, presença de espinhos, além do hábito de vida arbustivo (RICHARDSON et al., 2000).

Algumas espécies da família são utilizadas localmente em diversas partes do mundo, apesar da pouca valorização sob o ponto de vista econômico. Dentre elas, é possível destacar a *Ziziphus jujuba* Mill., uma árvore frutífera, e os arbustos *Ceanothus* e *Colletia*, que podem ser utilizados para ornamentação. Além disso, muitas espécies possuem importância farmacêutica e medicinal (RICHARDSON et al., 2000; SANTOS, 2008). Como exemplo, pode-se citar o *Ziziphus joazeiro* Martius., que possui grande importância na região do semiárido, principalmente, devido aos nutrientes que constituem a sua composição, permitindo uma diversidade de usos, como a aplicação no combate a doenças, além de servir como complemento na alimentação dos animais (DANTAS et al., 2014). A espécie *Colubrina glandulosa* Perkins também apresenta importância econômica e ecológica, visto que pode ser potencialmente utilizada em programas de reflorestamento para a recuperação de áreas degradadas (CAMARA et al., 2017).

2.2 *Colubrina glandulosa* Perkins

Colubrina glandulosa Perkins, popularmente conhecida como saraguaji ou sobrasil, pertence à família Rhamnaceae. A espécie ocorre, naturalmente, na Bolívia, Paraguai, Peru e

em 16 estados brasileiros, incluindo Pernambuco, Paraíba, Ceará e Piauí, nos biomas do Cerrado e Mata Atlântica (JOHNSTON, 1971). É uma árvore que chega a 25 metros de altura, podendo obter um diâmetro a altura do peito (DAP) de 30 a 80 cm na idade adulta. Possui a casca externa de coloração marrom escura ou marrom acinzentada, rugosa e áspera e a casca interna amarelada, com tonalidade variável. As folhas são simples, alternas, com cerca de cinco nervuras laterais de cada lado da nervura principal. As flores são pequenas, de coloração amarelo-esverdeadas, e o fruto é uma cápsula seca trilocular e globosa, que possui uma coloração negra quando maduro. A semente é pequena, com cerca de 4,0 a 5,0 mm de comprimento por 3,0 a 4,0 mm de largura, de cor preta, testa brilhante e lisa, sendo dispersa por autocoria. A floração e frutificação ocorrem de novembro a junho, e março a setembro, respectivamente (CARVALHO, 2005).

Uma característica importante presente na semente é a impermeabilidade do seu tegumento, o que a torna dormente e com dificuldade na germinação. De acordo com Pinto (2013), isso ocorre devido à forte impregnação de lignina em todas as camadas celulares da semente, explicando a enorme dificuldade de se obter altas porcentagens de germinação para a espécie. Contudo, para contornar esse problema, indica-se a utilização da escarificação química com ácido sulfúrico como pré-tratamento, visto que este permite que a dormência de *Colubrina glandulosa* seja superada (GARCIA; MORAES; SOUZA, 2009; BRANCALION; MONDO; NOVEMBER, 2011).

Apesar de sua dormência tegumentar, essa espécie possui um grande potencial para ser utilizada em projetos de restauração florestal em várias regiões do Brasil. Por ter um crescimento rápido e tolerar ambientes com alta incidência luminosa, *Colubrina glandulosa* pode ser plantada em áreas abertas, melhorando as condições ambientais e proporcionando um ambiente mais favorável para o desenvolvimento de espécies tardias, que necessitam de áreas mais sombreadas (SILVA et al., 2015). Ademais, segundo Marquardt, Milestad e Salomonsson (2013), a espécie pode ser utilizada para ajudar na recuperação do solo e no oferecimento de serviços ecossistêmicos, visando a melhoria da produtividade de sistemas agrícolas por meio do gerenciamento da regeneração de árvores em períodos de pousio. Além disso, possui também um grande potencial para ser utilizada em projetos de compensação de carbono (MORAIS JÚNIOR et al., 2018).

2.3 Caracterização biométrica de sementes

Devido à necessidade da recuperação de ambientes degradados, a demanda por mudas de espécies florestais nativas tem se tornado crescente. Com isso, para que se possa obter

sucesso na formação das mudas, é importante o conhecimento da qualidade das sementes utilizadas, visto que pode haver variabilidade entre diferentes lotes, comprometendo a viabilidade dos projetos de restauração. Contudo, muitas pesquisas dão ênfase aos aspectos fisiológicos em detrimento dos aspectos biofísicos como, por exemplo, a caracterização biométrica (REGO et al., 2009; LEÃO et al., 2016).

A avaliação da qualidade física realizada por meio dos testes de biometria e do peso de mil sementes são comuns para se verificar a qualidade das mesmas (LIMA et al., 2014). A realização de estudos biométricos em sementes é importante para que se possa identificar variações relacionadas a fatores ambientais, principalmente, quando a espécie possui uma vasta distribuição geográfica e adaptação a vários ecossistemas diferentes. Além disso, as sementes florestais apresentam uma grande variabilidade genética, o que resulta em uma diversidade de características físicas em uma mesma espécie (RODRIGUES et al., 2006; ISMAEL, 2009).

De acordo com Matheus e Lopes (2007), o tamanho das sementes é um dos fatores que pode afetar a dispersão dos propágulos. Desse modo, os dados biométricos são essenciais do ponto de vista biológico, pois estão relacionados diretamente aos agentes dispersores e às síndromes de dispersão (RODRIGUES et al., 2006).

É possível que as sementes pequenas e médias apresentem maior risco de mortalidade durante a fase de transição entre a emissão da raiz primária e a expansão da folha primária, em comparação com as sementes grandes. Além disso, alguns estudos relatam que as sementes que possuem tamanhos maiores apresentam crescimento de plântulas com taxas mais elevadas, devido ao maior aproveitamento das reservas, o que gera um desenvolvimento mais acelerado e uma maior probabilidade de sucesso no estabelecimento das plântulas (PEREIRA et al., 2011; LUCENA et al., 2017).

Apesar da existência de trabalhos relacionados à biometria, ainda são escassas as informações biométricas de sementes de um grande número de espécies (DINIZ et al., 2015). Assim, a escassez de pesquisas nesta área compromete estudos relacionados à preservação de espécies, atividades silviculturais e a regeneração natural (BARRETO; FERREIRA, 2011).

2.4 Dormência de sementes

Para que possam ser utilizadas de maneira viável na recuperação de ambientes degradados, as sementes florestais necessitam germinar de maneira rápida e uniforme, pois isso irá influenciar diretamente no tamanho e no tempo de desenvolvimento das mudas em campo (OLIVEIRA, 2012). Apesar de ser considerada um processo importante na

sobrevivência das espécies em diferentes ambientes, a dormência torna-se prejudicial à produção de mudas, visto que dificulta a emergência uniforme, constituindo ainda um fator limitante à propagação das espécies, já que uma pequena porcentagem de sementes germina em condições naturais (NASCIMENTO et al., 2009; ANDRADE et al., 2010).

De maneira geral, a dormência pode ser entendida como um fenômeno no qual as sementes de uma determinada espécie, mesmo estando em uma combinação de condições favoráveis à germinação (temperatura, luz, etc.), não possuem a capacidade de germinar (BASKIN; BASKIN, 2004; NASCIMENTO et al., 2009). Segundo Marcos Filho (2005), essa incapacidade de germinar pode estar relacionada a fatores internos e causas estabelecidas pela própria semente.

Mecanismo evolutivo bastante comum em sementes florestais, a dormência está diretamente ligada à adaptação das espécies. Este processo pode garantir a sobrevivência em desastres naturais, evitar a germinação das sementes em épocas ou ambientes desfavoráveis, diminuir a competição entre indivíduos de uma mesma espécie, além de permitir a dispersão no espaço e no tempo (FINKELSTEIN et al., 2008; BEWLEY et al., 2013).

Existem dois tipos principais de dormência, a primária ou endógena, uma característica do próprio desenvolvimento da semente, que ocorre ainda durante a maturação, sendo programada geneticamente, é essencial para impedir que as sementes germinem quando ainda estão ligadas à planta mãe. Já a dormência secundária ou exógena, é desencadeada em resposta a uma determinada condição ambiental desfavorável, ou seja, se instala após a dispersão da semente (MARCOS FILHO, 2005; OLIVEIRA, 2012).

É possível determinar várias causas responsáveis pela dormência de sementes, o que pode incluir a impermeabilidade do tegumento à água ou gases, embrião rudimentar, imaturidade fisiológica, resistência mecânica, presença de substâncias inibidoras e a combinação de dois ou mais desses fatores (MARCOS FILHO, 2005; OLIVEIRA, 2012). Baskin e Baskin (2004) classificaram a dormência das sementes em cinco tipos: dormência fisiológica, relacionada, principalmente, a substâncias da própria semente; dormência morfológica, em que o embrião é considerado pequeno ou subdesenvolvido; dormência morfofisiológica, em que o embrião é subdesenvolvido e a semente possui um componente fisiológico de dormência; dormência física, causada pela impermeabilidade à água e ainda, a dormência combinada, em que há a ocorrência de dois ou mais desses fatores.

A dormência provocada pela impermeabilidade do tegumento ocorre em diversas espécies florestais, sendo bastante comum em espécies do grupo ecológico das pioneiras (SILVA; CARPANEZZI; LAVORANTI, 2006). A impermeabilidade pode ser determinada,

principalmente, pela presença de substâncias como a lignina, suberina, cutina e ácidos graxos, presentes na cutícula e epiderme. Esta é uma característica induzida durante o processo de maturação, e pode acarretar na germinação irregular no campo, gerar o desenvolvimento e maturação desuniforme das plantas, comprometendo o processo de restauração florestal (MARCOS FILHO, 2005).

Para que consiga superar a dormência, a semente deve estar exposta a determinadas condições ambientais por um período mínimo de tempo, que irão induzir processos metabólicos e estruturais dentro da semente que favoreçam a germinação (BEWLEY et al., 2013). A dormência física ou tegumentar pode ser superada com a utilização de diferentes métodos, a depender do grau de dormência, que é variável entre espécies, procedências e anos de coleta. Entre os tratamentos mais utilizados em espécies florestais, destacam-se a imersão em água quente e a escarificação, que consiste no enfraquecimento ou ruptura do tegumento, que pode ser mecânica ou ácida (OLIVEIRA; DAVIDE; CARVALHO, 2003; GUEDES et al., 2013a; CARDOSO et al., 2014; SANTOS et al., 2014).

A escarificação ácida das sementes pode ser realizada em laboratório, sendo o H_2SO_4 um dos ácidos mais utilizados (OLIVEIRA, 2012). Durante esse processo, ocorre o desgaste do tegumento, promovendo a permeabilidade da semente (AZEREDO et al., 2010). De acordo com Santos et al. (2014), a utilização da escarificação química por meio do ácido sulfúrico concentrado pode promover elevadas taxas de germinação e emergência nas sementes.

2.5 Fatores que afetam a germinação de sementes

O estudo da germinação destaca-se por possibilitar o uso eficiente das sementes, auxiliando na elaboração de programas de plantio, comercialização e de conservação (SALOMÃO; SILVA, 2003). De acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), germinação é a emergência e desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, demonstrando sua capacidade para produzir uma planta normal sob condições favoráveis de campo. Portanto, considera-se germinada a semente que origina uma plântula normal e saudável, com características específicas de cada espécie (BRASIL, 2009; BRASIL, 2013).

A germinação das sementes irá depender tanto de fatores intrínsecos à planta, como a dormência, quanto de fatores extrínsecos, como água, temperatura, substrato e luz. Conhecer os fatores que influenciam a germinação de sementes é de extrema importância, visto que estes poderão ser manipulados e controlados de forma a otimizar a velocidade, a porcentagem e a uniformidade da germinação, fornecendo uma produção de mudas mais vigorosas para plantio e a minimização de gastos (NOGUEIRA et al., 2013).

2.5.1 Água

A primeira condição para permitir a germinação de uma semente é a disponibilidade de água, uma vez que, ao se hidratarem, há a reativação de diversas enzimas, e ainda síntese de outras, que irão desdobrar as substâncias de reservas, as quais são essenciais à retomada de crescimento do embrião da semente (PESKE; PESKE, 2011). Assim, após ser intumescida por água, a semente poderá romper o tegumento, possibilitando a emergência da raiz primária. Deste modo, condições de menor disponibilidade de água poderão afetar diretamente a germinação de sementes (OLIVEIRA, 2012). Além disso, segundo Bargali e Bargali (2016), a água é um fator essencial em condições de campo, visto que é o fator inicial que controla a germinação e está diretamente ou indiretamente envolvido em todos os processos do metabolismo.

O sucesso da germinação irá depender, principalmente, do deslocamento da água por meio dos tecidos da semente. Em condições de estresse hídrico, haverá a diminuição da velocidade e porcentagem de germinação das sementes, ocorrendo também uma redução no crescimento da plântula, provocada pela diminuição da expansão celular (ÁVILA et al., 2007; LOPES; MACEDO, 2008). Por outro lado, o excesso de água também pode acarretar problemas, pois as sementes devem receber apenas a quantidade necessária para a hidratação inicial, visto que o excesso impede a entrada de oxigênio e reduz os processos metabólicos, podendo provocar o decréscimo ou inibição da germinação (OLIVEIRA, 2012).

A velocidade e a intensidade da embebição de água pelas sementes irá depender de alguns fatores como: a espécie; o potencial fisiológico, visto que sementes que apresentam estágio mais avançado de deterioração possuem embebição inicial mais rápida; a disponibilidade de água; e a temperatura, pois quando elevada aumenta a energia cinética da água, provocando o aumento da hidratação e, conseqüentemente, da velocidade do metabolismo (MARCOS FILHO, 2005).

2.5.2 Temperatura

Outro fator de extrema importância que influencia a germinação de sementes é a temperatura. De acordo com Lima et al. (2006), tem se observado uma grande variação em relação à temperatura ótima de germinação para diversas espécies florestais. A temperatura age expressivamente nesse processo, pois influencia tanto na porcentagem final, quanto na velocidade de germinação (PASSOS et al., 2008). Isso ocorre porque a temperatura afeta diretamente a absorção de água pelas sementes (GUEDES et al., 2013b).

As temperaturas da germinação podem ser divididas em: temperatura mínima, abaixo da qual não há germinação em um período de tempo razoável; temperatura máxima, acima da qual não haverá germinação; e temperatura ótima, que corresponde àquela em que haverá o maior número de sementes que germinaram em um período de tempo mínimo (MARCOS FILHOS, 2005; LOPES, et al., 2005). Portanto, as sementes das espécies possuem um nível de temperatura favorável à germinação (COSTA et al., 2013).

De maneira geral, as espécies apresentam variações fisiológicas quando expostas a diferentes temperaturas e, por isso, a avaliação desse aspecto na germinação é de grande valia, podendo contribuir com as análises da área de tecnologia de sementes florestais (ARAÚJO et al., 2016). Assim, a temperatura ideal para uma espécie germinar é relativa, sendo que algumas espécies germinam melhor em regimes de temperatura constante, enquanto outras necessitam de temperaturas alternadas para alcançar a eficiência na germinação (ALVES et al., 2013).

2.5.3 Substrato

Os substratos também influenciam diretamente no desempenho do processo germinativo, sendo um fator crucial na propagação de espécies vegetais. Estes podem ser escolhidos considerando-se o tamanho das sementes avaliadas, sua exigência quanto à umidade, sensibilidade à luz e facilidade para o desenvolvimento das plântulas até o estágio para a avaliação correta do teste de germinação (FLORES et al., 2014; TILLMANN; MENEZES, 2012).

Em relação aos substratos normalmente recomendados, existe uma variação entre a composição, associação à patógenos, toxicidade às sementes, capacidade de retenção de umidade e aeração. É importante ressaltar que, em um teste de germinação, o substrato deve se manter uniformemente úmido, com uma quantidade de água adequada para a germinação e desenvolvimento das sementes, mas sem excessos para que não prejudique o processo impedindo a entrada de oxigênio e facilitando a propagação de fungos (OLIVEIRA, 2012).

Os substratos em testes de germinação devem ser armazenados em ambientes arejados, protegidos da umidade e poeira. Além disso, estes necessitam estar livres de substâncias tóxicas, fungos ou bactérias, que possam de alguma maneira afetar a germinação das sementes, assim como o desenvolvimento e crescimento das plântulas (BRASIL, 2013). Nos testes de laboratório, os substratos mais frequentemente utilizados são o papel filtro, papel

mata-borrão, vermiculita e areia, sendo os dois últimos mais indicados, visto que apresentam menor infestação de microrganismos (AIMI, 2014; ARAÚJO et al., 2016).

2.5.4 Luz

O processo germinativo também pode ser afetado pela luz, que pode promover ou inibir a germinação. Compreender sobre a sensibilidade das sementes à luz possibilita a determinação de condições adequadas aos testes de germinação, além de fornecer informações sobre a sua dinâmica no ambiente natural (BRANCALION et al., 2008). Segundo Ologundudu, Adelus e Adekoya (2013), o desenvolvimento das plantas no ambiente depende das variações luminosas, e as flutuações na intensidade da luz podem provocar estresses.

A luz representa um fator importante, pois indica, por meio de sinais relacionados a sua composição espectral e radiação, se existe uma situação ambiental adequada para que ocorra a germinação das sementes. Essas captações dos sinais da luz no ambiente são recebidas por um pigmento denominado fitocromo, que age como um sistema sensorial indicando se o ambiente apresenta condições favoráveis para que o processo germinativo possa iniciar (BRANCALION et al., 2008; BATLLA; BENECH-ARNOLD, 2014).

Sabe-se que a radiação solar possui diversos comprimentos de onda, sendo que as radiações que promovem a germinação encontram-se na faixa do vermelho (600 a 700 nm, com o pico de absorção em 660 nm), em contrapartida, a inibição é percebida pelas radiações na faixa do vermelho distante (700 a 800 nm). Desta forma, o fitocromo, pigmento responsável pela fotorreação, citado anteriormente, pode se apresentar em duas formas: a forma inativa (Fv) na luz vermelho-distante, e a forma ativa (Fvd) na luz vermelha, que podem se converter uma na outra dependendo do comprimento de onda absorvido (MARCOS FILHO, 2005; BATLLA; BENECH-ARNOLD, 2014).

Neste contexto, as espécies podem ser classificadas de três maneiras quanto à fotoblastia, que está relacionada a resposta a luminosidade. As sementes que apresentam maior capacidade de germinar na presença da luz são chamadas fotoblásticas positivas; as fotoblásticas negativas são aquelas que não necessitam de luz para germinar; e as fotoblásticas neutras, possuem capacidade de germinar independente da luz (ORZARI et al., 2013).

De maneira geral, a germinação requer baixa quantidade de luz, de modo que a maioria das sementes é capaz de germinar tanto no escuro quanto na presença de luz (OLIVEIRA, 2012). Porém, de acordo com Marcos Filho (2005), a influência da luz sobre a

semente diminui com o seu envelhecimento. Por isso, a literatura pode apresentar resultados distintos relacionados a sensibilidade à luz pela mesma espécie.

2.6 Profundidade de sementeira

Além dos fatores citados anteriormente, a profundidade de sementeira também expressa uma importante influência na germinação de sementes. Ocorrendo de forma adequada para uma determinada espécie, esta possibilitará uniformidade na emergência das plântulas e o alcance de um melhor estabelecimento das mudas em campo (KOCH et al., 2015; ALI; IDRIS, 2015). Assim, pesquisas relacionadas a esse fator podem auxiliar na determinação das profundidades que proporcionem a obtenção da máxima porcentagem de emergência das plântulas (IKEDA et al., 2013).

A profundidade de sementeira é específica e, se excessiva, pode comprometer o desenvolvimento das plântulas. Isso ocorre porque fatores como substrato, temperatura, teor de água, dentre outros condicionantes podem afetar a germinação (PEDÓ et al., 2013; RODRIGUES et al., 2016). Por exemplo, quando as sementes são semeadas em camadas muito profundas, pode ocorrer o consumo excessivo de suas reservas nutritivas na tentativa de superar a barreira física formada pelo substrato provocando, conseqüentemente, a redução da emergência das plântulas (ALVES et al., 2014).

Por outro lado, quando semeadas superficialmente, as sementes ficam expostas a variações ambientais relacionadas, principalmente, a temperatura e o excesso ou déficit hídrico, que podem impedir a germinação ou originar plântulas pequenas e frágeis ou anormais (MARANHO; SOARES; GUIMARÃES, 2014; ALVES et al., 2014). Além disso, na superfície, as sementes ficam facilmente expostas ao ataque de predadores (BRANDÃO et al., 2014).

Desse modo, o semeio em profundidades inadequadas pode comprometer o crescimento das plântulas o que, conseqüentemente, irá prejudicar o desenvolvimento da parte aérea e distribuição de biomassa destinada a composição de novas folhas, danificando a formação do aparato fotossintético (PEDÓ et al., 2013).

2.7 Degradação e recuperação de áreas degradadas no Brasil

A dominação dos ecossistemas globais pelos seres humanos tem aumentado cada vez mais as taxas de extinção, ameaçando não só o bem-estar das pessoas, como também o funcionamento dos ecossistemas naturais (JOHNSON et al., 2017). As florestas são amplamente impactadas por esse processo de dominação antrópica, o que afeta o

fornecimento adequado dos seus serviços ambientais, como o sequestro do gás carbônico, a manutenção dos ciclos biogeoquímicos e das propriedades biofísicas da superfície do planeta Terra (LEWIS; EDWARDS; GALBRAITH, 2015).

No Brasil, não é diferente, uma vez que os biomas brasileiros têm sido altamente degradados por meio das ações antrópicas, resultando na extinção de espécies antes mesmo que se conheça seus potenciais genéticos e ecológicos (ALMEIDA, 2016). Isso ocorre, principalmente, devido à expansão das terras agrícolas, assentamentos e áreas residenciais (TABARELLI et al., 2005). A Mata Atlântica foi o primeiro bioma mais severamente afetado, tendo grande parte de sua área original desaparecido antes do final do século passado. Segundo estimativas, se forem considerados todos os remanescentes florestais, inclusive os com menos de 100 hectares, restam, aproximadamente, 12,5% da cobertura original da Mata Atlântica (RODRIGUES et al., 2009; PÁDUA, 2015).

Outro bioma bastante degradado é o Cerrado, considerado um dos hotspots mundiais para a conservação, abrigando mais de 4.800 espécies, incluindo plantas e vertebrados. Apesar de ser considerado essencial para o fornecimento de serviços ambientais e conservação de espécies, o Cerrado já perdeu, aproximadamente, 46% da sua cobertura original, e apenas 19,8% permanece intacto (PILON; DURIGAN, 2013; STRASSBURG et al., 2017).

Nas últimas décadas, tem crescido o desenvolvimento de técnicas que promovam a recuperação de ambientes degradados. O plantio de espécies nativas de diferentes grupos funcionais pode ser utilizado, principalmente, porque essas espécies se desenvolvem bem mesmo em ambientes altamente perturbados (RODRIGUES et al., 2009). Para que seja possível acelerar o processo de recuperação ecológica das áreas desmatadas, recomenda-se a utilização de espécies vegetais que possam estabelecer condições rápidas de sombreamento e temperaturas mais amenas, o que resulta na capacidade de atrair a fauna, permitindo o aumento da resiliência do ecossistema (ALBUQUERQUE et al., 2013; NERY et al., 2013). Além disso, é importante conhecer o comportamento das espécies em diferentes condições abióticas, de modo que o plantio seja feito de forma adequada (LIMA; DURIGAN; SOUZA, 2014).

A utilização de mudas de espécies nativas para reflorestamento é um mercado em expansão, tanto para a recuperação de ambientes degradados como para a implementação de parques públicos e privados ou paisagismo (NOVAES, 2019). A qualidade das mudas é um fator muito importante, principalmente por se tratar de um investimento a longo prazo, assim,

o rigor torna-se maior no mercado de produção de mudas, visando a obtenção da qualidade aliada ao controle dos custos (LEITE et al., 2005).

As mudanças na legislação ambiental, principalmente no Código Florestal, com a criação do Cadastro Ambiental Rural (CAR) e do Programa de Regularização Ambiental (PRA) que pretendem, entre outros objetivos, induzir a recuperação das Áreas de Preservação Permanente e Reservas Legais por produtores rurais por meio de incentivos econômicos, também devem promover o aumento na demanda por sementes e mudas de espécies nativas. Nesse sentido, informações sobre a capacidade de produção e qualidade das mudas também são fundamentais para orientar os produtores que pretendem restaurar seus imóveis (IPEA, 2015).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Coleta das sementes e condução do experimento

Os frutos de *Colubrina glandulosa* Perkins foram colhidos de duas árvores matrizes distintas (coordenadas 7°50'42,4" S e 35°14'50.1" O), localizadas na Avenida Presidente Getúlio Vargas, bairro de Santa Cruz, Carpina, Pernambuco (Figura 1), no mês de outubro de 2018. O município está localizado na Zona da Mata Norte do estado, a 45 km de distância da capital Recife. A área do município é de 153,1 km² e representa 0,16% do estado de Pernambuco. O clima é As', de acordo com classificação de Köppen, sendo tropical chuvoso com verão seco, sendo a vegetação formada, principalmente, por florestas subcaducifólica e caducifólica (BELTRÃO et al., 2005); ou Floresta Estacional Semidecidual, de acordo com o IBGE (2012).

Figura 1. Representante adulto da espécie *Colubrina glandulosa* Perkins, em Carpina, Pernambuco.



Fonte: Lopes (2018).

A colheita dos frutos foi realizada manualmente. Em seguida, estes foram armazenados em sacos plásticos e encaminhados para a Estação Experimental de Cana-de-Açúcar de Carpina (EECAC), pertencente a Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), onde foram beneficiados manualmente. Não foi necessária nenhuma metodologia específica para a retirada das sementes, visto que os frutos se apresentavam secos e muitos deles já estavam abertos.

Posteriormente, as sementes foram encaminhadas ao Laboratório de Sementes do Departamento de Agronomia, também pertencente à UFRPE, na cidade de Recife-PE. Previamente, foi retirada uma amostra do lote para que pudesse ser realizada a determinação do teor de água das sementes. Em seguida, as sementes foram colocadas em sacos plásticos e armazenadas dentro de um recipiente de vidro até a utilização nos experimentos. Além disso, foi coletado material botânico fértil, que foi conduzido ao Herbário Sérgio Tavares localizado no Departamento de Ciências Florestais da mesma universidade, para que fosse possível realizar a identificação da espécie.

3.2 Determinação do teor de umidade

O teor de umidade foi determinado por meio da utilização do método da estufa a 105°C por 24 horas (BRASIL, 2009). Quatro repetições das subamostras das sementes de *Colubrina glandulosa* contendo 5,0 gramas cada foram colocadas em cápsulas de alumínio (6,0 cm de diâmetro por 4,0 cm de altura) e, posteriormente, levadas à estufa por 24 horas na temperatura de 105°C. Após este período, todas as amostras foram retiradas e colocadas em um dessecador por aproximadamente dez minutos e pesadas em balança analítica com precisão de 0,0001 g, modelo AL 500C da marca Marte®.

A partir dos dados obtidos, o teor de água, dado em porcentagem (%), foi calculado a partir da seguinte fórmula:

$$\% \text{ de Umidade } (U) = \frac{100 (P-p)}{P-t}$$

Onde:

P = peso inicial, correspondente ao peso do recipiente, sua tampa e as sementes úmidas;

p = peso final, igual ao peso do recipiente e sua tampa mais o peso das sementes secas;

t = tara, peso inicial do recipiente com sua tampa, sem as sementes.

3.3. Experimentos

3.3.1 Experimento I: Aspectos biométricos das sementes de *Colubrina glandulosa*

3.3.3.1 Dimensões das sementes

Para a realização da análise biométrica, foram separadas, aleatoriamente, 100 sementes do lote total após o beneficiamento. Em seguida, um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm (Inox 150 mm marca Lee Tools®) foi utilizado para auxiliar na mensuração da espessura, comprimento e largura das sementes, que tiveram os valores obtidos anotados em uma planilha do *Excel*.

3.3.3.2 Peso de 1000 sementes e número médio de sementes por quilograma

Para determinação do peso de 1000 sementes de *Colubrina glandulosa*, foram pesados oito subamostras de 100 sementes em uma balança analítica de precisão de 0,0001 g (modelo AL 500C, marca Marte®). O resultado do peso das 1000 sementes foi obtido por meio da multiplicação por dez do peso médio obtido nas subamostras, como descrito pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

O número de sementes por quilograma foi encontrado a partir de uma regra de três simples, calculado a partir do peso de 1000 sementes.

3.3.2. Experimento II: Efeito da temperatura e imersão das sementes em ácido sulfúrico

Para a superação de dormência, as sementes de *Colubrina glandulosa* foram submetidas à imersão em ácido sulfúrico (H_2SO_4) concentrado, por diferentes períodos: 30, 60, 90, 120 e 150 minutos. Após os tratamentos, as sementes foram desinfestadas com hipoclorito de sódio a 5% durante cinco minutos, lavadas com água destilada e, posteriormente, semeadas em caixas gerbox transparentes com tampa entre substrato vermiculita. Em seguida, foram colocadas em germinador do tipo B.O.D. em três diferentes temperaturas, 25°C, 30°C constantes e a alternada 20-30°C (8/16h), sob luz contínua, como sugerido por Albuquerque et al. (1998).

3.3.3. Experimento III: Efeito do substrato

Aplicou-se o melhor tratamento pré-germinativo, a imersão em ácido sulfúrico concentrado por 120 minutos, nas sementes de *Colubrina glandulosa*. Após isto, estas foram

desinfestadas em solução de hipoclorito de sódio a 5% por cinco minutos, em seguida lavadas em água destilada. Os substratos utilizados na semeadura para o experimento foram: areia (T1), vermiculita (T2), pó-de-coco (T3), Tropstrato® (T4), papel mata-borrão (T5) e papel toalha (T6), este último organizado em rolos, em quatro repetições de 25 sementes cada. Inicialmente, todos os substratos foram autoclavados a 120°C por duas horas, e umedecidos com solução de água destilada e nistatina a 0,2%, em quantidade necessária para obter 60% da capacidade de retenção dos mesmos, e o papel mata-borrão e toalha foram umedecidos no equivalente a três vezes o peso do substrato seco. Por fim, todos os substratos, exceto o papel toalha que foi organizado em rolos, foram alocados em caixas gerbox de cor transparente com tampa, com dimensões de 11 x 11 x 3 cm que, posteriormente, foram colocadas em um germinador do tipo B.O.D, regulado em temperatura alternada de 20-30°C, sob luz contínua proveniente de lâmpadas fluorescentes tipo luz do dia (4 x 20 W).

3.3.4. Experimento IV: Profundidade de semeadura

Previamente, aplicou-se o pré-tratamento de imersão em ácido sulfúrico concentrado por 120 minutos, com posterior desinfestação com hipoclorito de sódio a 5% e lavagem com água destilada. Para esse experimento, foram testadas quatro profundidades de semeadura diferentes: 0,0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 cm, em que cada tratamento recebeu quatro repetições de 25 sementes de *Colubrina glandulosa*. Os tratamentos foram sorteados aleatoriamente e, em seguida, distribuídos em bandejas de polietileno expandido, com 200 células preenchidas com o substrato areia, previamente autoclavado a 120°C por duas horas.

O experimento foi realizado na casa de vegetação do Departamento de Agronomia, pertencente a Universidade Federal Rural de Pernambuco, conduzidos entre os meses de janeiro e fevereiro de 2019, com duração de 22 dias, período em que a emergência de plântulas se tornou constante. Foram realizadas avaliações diárias para contabilizar o número de plântulas emergidas, a rega foi realizada diariamente para manter a umidade do substrato. As temperaturas médias, máxima e mínima, foram de 55°C e 21°C, já a umidade relativa do ar de 85% e 25%, respectivamente.

3.3.5. Experimentos V: Qualidade de luz

As sementes de *Colubrina glandulosa* foram submetidas ao tratamento pré-germinativo de imersão por 120 minutos em ácido sulfúrico concentrado e em seguida, foram semeadas sobre papel mata borrão para que a luz pudesse atingir da mesma forma todas as

sementes. Assim, estas foram submetidas a quatro diferentes condições de luminosidade, sendo elas: luz branca (LB), vermelho distante (LVD), vermelho (LV) e ausência de luz (A).

A simulação das ondas luminosas ocorreu como descrito na metodologia de Silva e Matos (1998), em que foram utilizadas lâmpadas fluorescentes, incandescentes e combinações de filtros de papel celofane da seguinte forma:

- Luz branca (LB) – caixa gerbox transparente;
- Vermelho distante (LVD) – caixa gerbox envolta com uma folha de papel celofane vermelho e outra azul, superpostas;
- Vermelho (LV) – duas folhas de papel celofane vermelho;
- Ausência de luz (A) – caixas gerbox pretas.

Todos os tratamentos foram compostos por quatro repetições de 25 sementes cada e colocados, posteriormente, em um germinador do tipo B.O.D. com temperatura alternada de 20-30°C. As avaliações foram realizadas diariamente, sendo que LVD, LV e A foram avaliados em uma sala escura sob luz de segurança, em que foi utilizada uma luz fluorescente coberta com duas folhas de papel celofane verde.

3.4. Variáveis avaliadas (Experimentos II a V):

A avaliação do número de sementes germinadas ocorreu diariamente, adotando-se como critério de germinação o aparecimento do hipocótilo e a conseqüente emergência dos cotilédones, assim como o início da emissão do epicótilo.

3.4.1. Germinação e emergência

O percentual de germinação e emergência corresponderam ao total de sementes germinadas e emergidas durante o período compreendido entre a semeadura e o final do processo germinativo que durou 20 dias.

3.4.2. Primeira contagem (%)

Correspondeu ao percentual de sementes germinadas no período de ocorrência das primeiras plântulas normais.

3.4.3. Índice de Velocidade de Germinação e Índice de Velocidade de Emergência

A velocidade de germinação e emergência foram determinadas por meio da contagem de plântulas normais realizada diariamente, sempre no mesmo horário, a partir da primeira contagem de germinação até que o número de plântulas se tornou constante. Para calcular a

velocidade de germinação e emergência, foi utilizado o Índice de Velocidade de Germinação (IVG) segundo Maguire (1962).

3.4.4 Tempo médio de germinação e tempo médio de emergência

O tempo médio de germinação e de emergência foram expressos em dias após a semeadura, calculado por meio da fórmula proposta por Silva e Nakagawa (1995).

3.4.5 Comprimento de raiz e parte aérea

Ao final do teste de germinação, foram mensurados todos os comprimentos da raiz primária e hipocótilo das plântulas normais de cada uma das repetições com o auxílio de uma régua graduada em centímetros. O valor correspondente ao comprimento médio foi expresso em centímetros por plântula, sendo o resultado da soma das medidas de cada parte da plântula (raiz e hipocótilo) em cada repetição, dividido pelo número de plântulas normais mensuradas (NAKAGAWA, 1999).

3.4.6. Peso da matéria seca de raiz e parte aérea

Para determinar o peso da matéria seca, as plântulas normais de cada repetição mensurada tiveram a raiz e a parte aérea dispostas, separadamente, em sacos de papel Kraft devidamente identificados e posteriormente levados à estufa de ventilação forçada a 80°C até atingir um peso constante. Por fim, os materiais foram transferidos para o dessecador por cerca de dez minutos e em seguida, pesados em balança analítica de 0,0001 g de precisão, e seus resultados expressos em mg/plântula (NAKAGAWA, 1999).

3.5. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado em todos os experimentos foi inteiramente casualizado, com quatro repetições de 25 sementes cada. A análise dos dados de biometria (Experimento I) foi realizada pelo Programa *Excel for Windows*, por meio de parâmetros estimados, utilizando-se a estatística descritiva (BANZATTO; KRONKA, 2006). Foi determinada a média, valores mínimo e máximo, desvio padrão, amplitude e coeficiente de variação para os dados obtidos.

Para os efeitos da dormência e temperatura foi adotado o esquema fatorial 3 x 5 (temperaturas x tempo de imersão em ácido), em que se realizou o teste de comparação de médias por meio do teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade e a análise de regressão. Para os experimentos de efeito do substrato e qualidade de luz a comparação das médias também foi conduzida pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Já para o efeito da

profundidade foi realizada a regressão. A análise da variância (ANOVA) foi realizada utilizando-se o software estatístico SISVAR (DEX/UFLA), versão 5.3/1999-2010 (FERREIRA, 2010).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Teor de umidade das sementes de *Colubrina glandulosa* Perkins

O teor de umidade das sementes de *Colubrina glandulosa* Perkins que foram utilizadas nesse trabalho foi de 12,79%. De acordo com a descrição de Roberts (1973), esse resultado as classifica como ortodoxas. Isso significa que as sementes de *C. glandulosa* possuem tolerância à dessecação, podendo ser armazenadas em ambientes secos por um certo período, além de tolerarem o congelamento para serem conservadas (CHIN; KRISHNAPILLAY; STANWOOD, 1989).

É importante ressaltar que o teor de umidade está relacionado à longevidade, visto que as sementes que possuem melhor proteção contra danos que ocorrem em condições secas sobrevivem por mais tempo (WALTERS, 2015). Isso ocorre, principalmente, porque a elevada umidade em um lote pode ocasionar a aceleração do processo de deterioração natural das sementes, pois aumenta a respiração de maneira exponencial, o que provoca o consumo das substâncias de reserva da semente e a expõe ao ataque de patógenos ou insetos (SILVA, 2018).

Compreender as condições de armazenamento torna-se uma importante ferramenta para basear decisões relacionadas ao manejo das sementes (WALTERS, 2015). Essas necessitam ser beneficiadas e conservadas de maneira cuidadosa, de forma a garantir a manutenção da qualidade fisiológica do lote, reduzindo os riscos provenientes de produtos em baixas condições (LIMA JÚNIOR et al., 2011; GUEDES et al., 2012). Por ser uma espécie ortodoxa, as sementes de *C. glandulosa* possuem um alto potencial de armazenamento, o que facilita o manejo adequado do lote. Carvalho, Silva e Davide (2006) exaltaram, em seu trabalho, a necessidade de pesquisas que classifiquem as espécies nativas quanto à capacidade de armazenamento, devido à vasta diversidade da flora brasileira. Assim, estudos que analisem os atributos fisiológicos das sementes, como o teor de umidade, irão contribuir cada vez mais para a conservação adequada garantindo a viabilidade por um maior período de tempo.

4.2. Aspectos biométricos das sementes de *Colubrina glandulosa* Perkins.

O peso médio de 100 sementes de *C. glandulosa* foi de 1,877 g, e para 1.000 sementes foi de 18,77 g, com o desvio padrão de 0,30 e coeficiente de variação de aproximadamente

2%, abaixo do limite máximo designado pelas Regras de Análises de Sementes (BRASIL, 2009), que é de 4%. Ainda de acordo com a RAS, as sementes podem ser classificadas como pequenas, visto que o peso de 1.000 sementes foi inferior à 200 g.

O número de sementes de *C. glandulosa* por quilograma foi de 57.276 unidades, próximo ao encontrado por Garcia (2009) que foi de 58.225, utilizando sementes de *C. glandulosa* colhidas em Manaus/AM, porém distante do achado por Melo Júnior (2018) com sementes advindas de Bom Conselho/PE que foi de 68.870. Essas variações podem estar relacionadas a diversos fatores, como a variabilidade genética entre diferentes matrizes, estado nutricional, idade e condições ambientais a que estão inseridas, uma vez que as árvores matrizes se encontravam em diferentes localidades (MÜLLER et al., 2016).

O peso das sementes é, em muitas espécies, uma indicação da sua qualidade fisiológica. Por isso, o conhecimento das condições das sementes irá contribuir para o sucesso na germinação e, conseqüentemente, na produção de mudas a serem utilizadas em programas de recuperação florestal (BEZERRA; MOMENTÉ; MEDEIROS FILHO, 2004; REGO et al., 2009). Além disso, análises como o peso de mil sementes e número de sementes por quilograma são importantes para ajudar a determinar, por exemplo, o valor das sementes de uma matriz, antes de ser selecionada como produtora de sementes (LIMA et al., 2014).

Com relação às dimensões das sementes de *C. glandulosa*, pode-se observar os resultados obtidos para comprimento, largura e espessura expressos na Tabela 1. Houve baixa diferenciação entre os valores máximos e mínimos das três variáveis, representados aqui pela amplitude. Todos os coeficientes de variação apresentaram-se inferiores à 10%, o que significa que o conjunto de dados dessa pesquisa pode ser considerado homogêneo, e que as sementes da espécie possuem pouca variabilidade quanto aos seus atributos físicos. De acordo com Gomes (1980), coeficientes de variação menores do que 10% são considerados baixos. Essa baixa variação pode estar relacionada ao fato de as sementes terem sido colhidas em duas matrizes.

Tabela 1- Estatística descritiva dos dados biométricos das sementes de *Colubrina glandulosa* Perkins, expressos em milímetros.

Estatística	Comprimento	Largura	Espessura
Média	4,20	3,46	2,52
Desvio padrão	0,36	0,29	0,13
Amplitude	1,82	1,24	0,84
CV (%)	9,00	8,00	5,00

CV (%) – Coeficiente de variação.

Fonte: Lopes (2019).

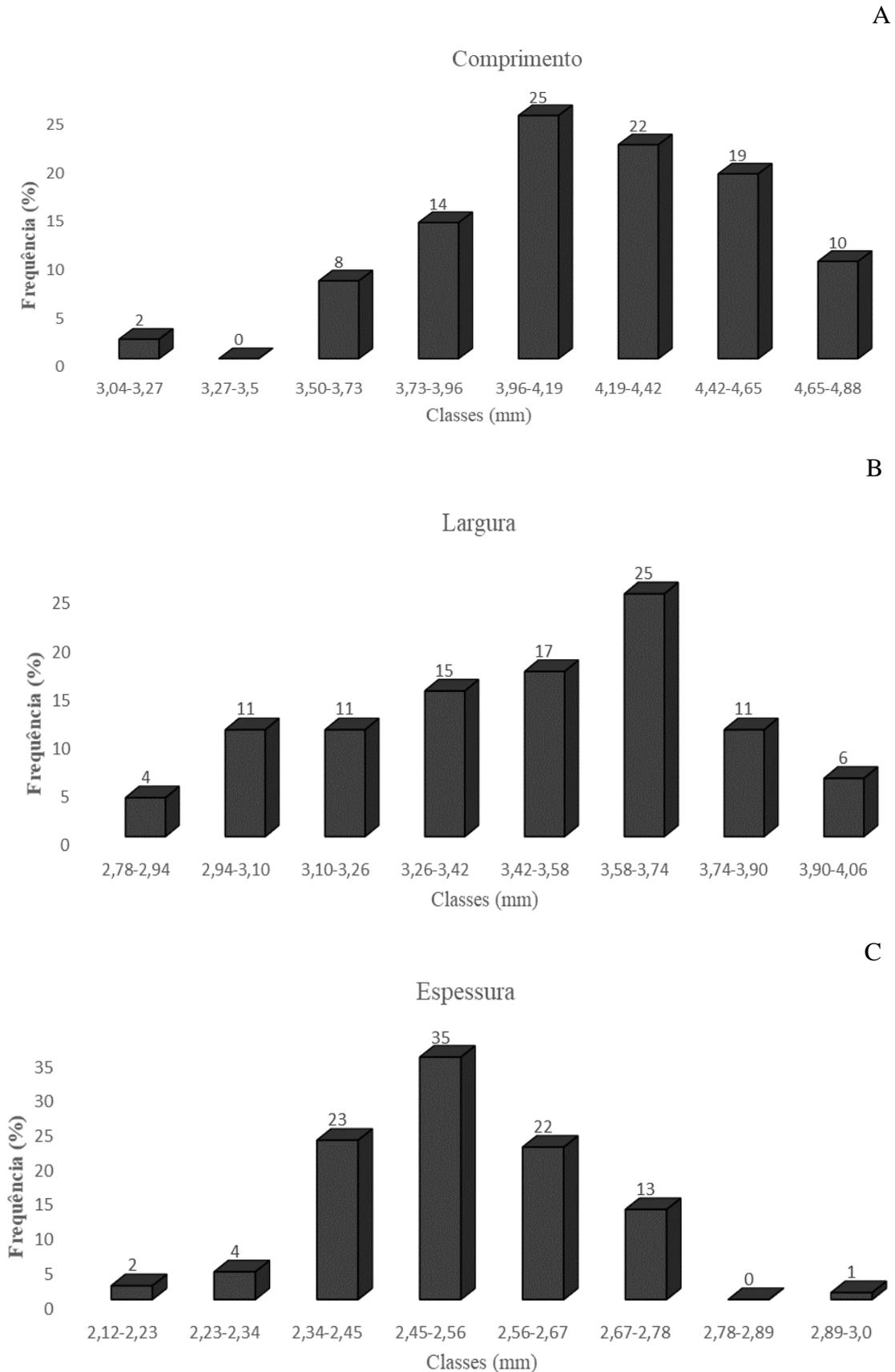
A caracterização das dimensões de sementes das espécies florestais, representadas, principalmente, pelo comprimento, largura e espessura auxiliam na identificação em campo das espécies. Além disso, permitem compreender melhor a propagação da espécie, visto que a semente é o principal material propagativo de muitas espécies nativas e assim, tais atributos podem estar diretamente relacionados com a dispersão dos propágulos e com os agentes dispersores (RODRIGUES et al., 2006; MATHEUS; LOPES, 2007; LEÃO et al., 2015). Dessa forma, a análise dos aspectos biométricos apresenta uma indicação da uniformidade da germinação das sementes, contribuindo com o estabelecimento de um estande uniforme em campo.

Com relação à distribuição das frequências, para a variável comprimento, 80% das sementes se apresentaram variando entre 3,73 e 4,65 mm, distribuídas em quatro classes intermediárias (Figura 2A), mais próximas da média (4,20 mm). Nota-se que apenas 10% das sementes se concentraram nas três menores classes de comprimento, assim como na de maior classe.

Para a largura, percebeu-se uma melhor distribuição, sendo que para essa variável, 57% das sementes se concentraram, principalmente, nas classes entre 3,26 e 3,74 mm (Figura 2B), mais próximas da média (3,46 mm).

Para a espessura, constatou-se que 80% das sementes se concentraram, também, nas três classes intermediárias, com amplitude variando entre 2,34 e 2,67 mm (Figura 2C), bem próximas à média de 2,52 mm.

Figura 2. Frequência dos dados biométricos de comprimento (A), largura (B) e espessura (C) das sementes de *Colubrina glandulosa* Perkins, distribuídos por classe de tamanho



Fonte: Lopes, (2019).

4.3 Efeito da temperatura e da imersão das sementes de *Colubrina glandulosa* em ácido sulfúrico

As variáveis germinação, índice de velocidade de germinação, primeira contagem e massa seca da parte aérea não apresentaram interações significativas entre o tempo de imersão em ácido sulfúrico e as temperaturas, nas para as sementes de *Colubrina glandulosa*.

Para a germinação, também não houve diferenças significativas entre as três temperaturas utilizadas no presente trabalho. Desse modo, é possível perceber que *C. glandulosa* possui capacidade de germinar tanto em temperaturas constantes (25°C e 30°C) como em temperatura alternada (20-30°C). Esse fato demonstra adaptações da espécie quanto as variações e flutuações da temperatura (MEDEIROS, 2019).

As sementes mantidas nas temperaturas de 20-30°C e 30°C apresentaram os melhores índices de velocidade de germinação, chegando a 1,49 e 1,42, respectivamente (Tabela 2). O regime alternado e a temperatura um pouco mais elevada podem ter provocado estímulos nas sementes e desencadeado um processo mais veloz de germinação. Segundo Godoy e Souza (2004), a alternância e as altas temperaturas provocam a diminuição da dormência das sementes. Dessa forma, o IVG reduzido na temperatura de 25°C possivelmente resultou em germinação mais desuniforme das sementes.

Existem espécies que germinam melhor sob temperaturas alternadas, sendo esse comportamento geralmente associado àquelas que possuem dormência. Contudo, os efeitos da alternância de temperatura não são completamente compreendidos, porém acredita-se que essa variação térmica promove uma modificação no balanço promotores/inibidores da germinação, em que estes possuem a concentração diminuída durante os períodos de temperatura mais amenas, enquanto a dos promotores aumenta no período dos ciclos de temperaturas mais altas (MARCOS FILHO, 2005).

De acordo com Brancalion, Novembre e Rodrigues (2010), a temperatura ótima para a germinação pode estar relacionada às adaptações fisiológicas das sementes, além do bioma onde as sementes foram produzidas. Além disso, as características ecológicas, como grupo sucessional da espécie, também podem influenciar na determinação da temperatura que mais favorece o processo germinativo. As temperaturas alternadas têm se mostrado eficientes para superar a dormência de espécies de estágios iniciais de sucessão, embora também tenha favorecido a germinação de espécies mais tardias.

Para a primeira contagem da espécie em questão, a temperatura alternada promoveu o maior percentual de germinação das sementes, chegando a 43,8%. Por outro lado, em relação

ao conteúdo de massa seca da parte aérea, as plântulas mantidas nas temperaturas constantes obtiveram os maiores resultados nesse experimento (Tabela 2).

Em seu trabalho com *Colubrina glandulosa* Perkins, Albuquerque et al. (1998) recomendaram as temperaturas constantes de 25°C e 30°C e a alternada de 20-30°C para a execução de experimentos com sementes dessa espécie.

Tabela 2 – Índice de velocidade de germinação (IVG), primeira contagem (PC%) e massa seca da parte aérea (MSPA mg) de sementes de *Colubrina glandulosa* Perkins submetidas à diferentes temperaturas

Variável	Temperatura (°C)			
	20-30°C	25°C	30°C	CV%
IVG	1,491 A	1,271 B	1,422 A	17,32
PC	43,8 A	37,4 B	36,2 B	21,40
MSPA	0,045 B	0,055 A	0,063 A	33,25

Médias seguidas da mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Fonte: Lopes (2019).

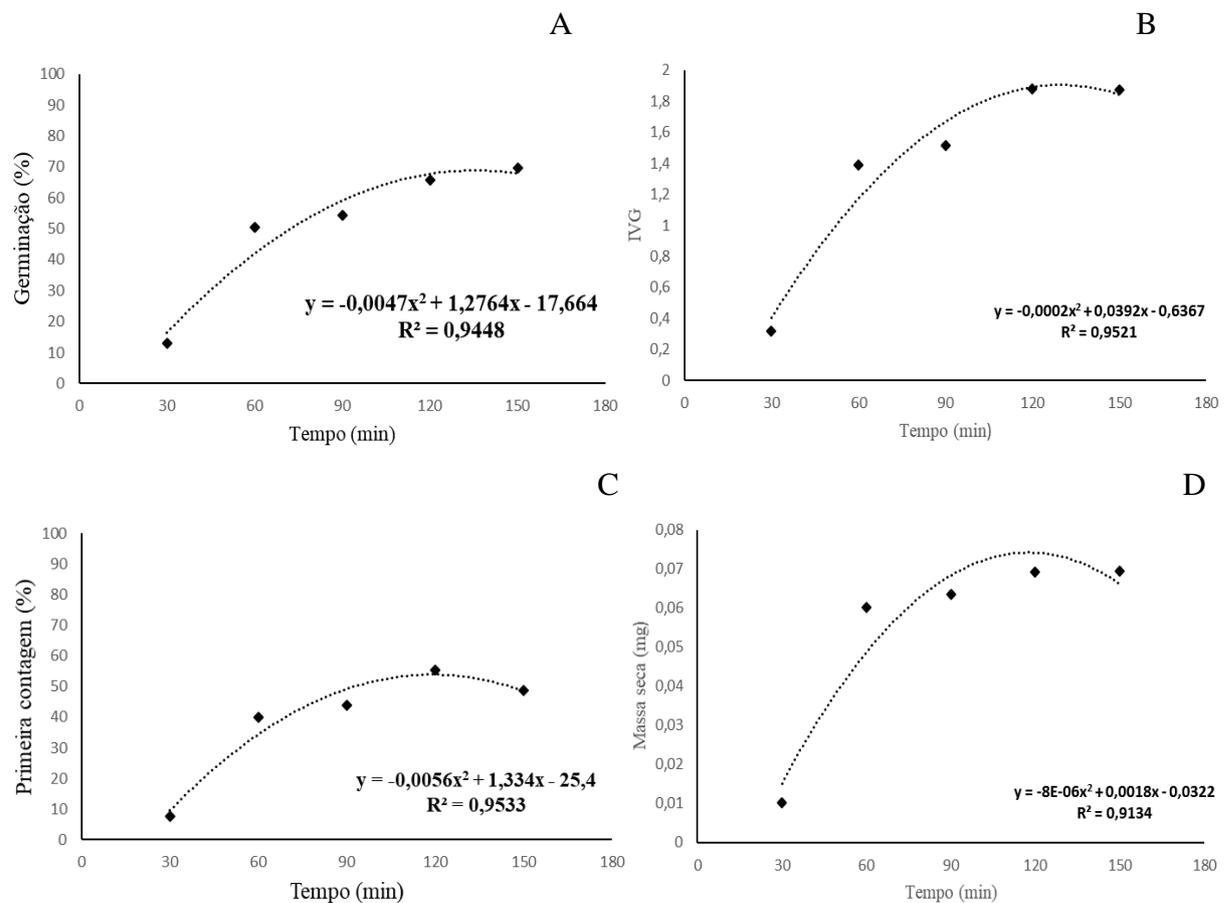
Com relação ao tempo de imersão em ácido sulfúrico, a germinação das sementes foi mais satisfatória nos períodos de 120 e 150 minutos, chegando aos percentuais de 65,6% e 69,6%, respectivamente. Os resultados representados na Figura 3 demonstram que houve aumento na taxa de germinação de *C. glandulosa* conforme o tempo de imersão em ácido sulfúrico aumentava. Desse modo, foi possível perceber que, para a espécie, o efeito da superação de dormência não está relacionado apenas a atuação da substância no tegumento, mas ao período de contato da semente com o ácido.

Fato similar foi constatado por Guedes et al. (2013a), em seu trabalho com *Cassia fistula* L., em que o aumento do período de imersão em ácido sulfúrico proporcionou o aumento da porcentagem de germinação das sementes da espécie. Por outro lado, Costa et al. (2013) não verificaram ampliação do percentual de germinação das sementes de *Bauhinia forficata* Link com o aumento do tempo de imersão em H₂SO₄, concluindo que apenas a imersão no ácido é suficiente para superar a dormência da espécie independente do período.

O índice de velocidade de germinação também atingiu melhores resultados nos maiores tempos de imersão das sementes, chegando a 1,88 em 120 minutos e 1,87 em 150 minutos. Garcia et al. (2009), concluíram em sua pesquisa que o ácido sulfúrico acelera a velocidade de germinação das sementes de *C. glandulosa* (Figura 3B).

O ácido sulfúrico provoca efeito corrosivo no tegumento da semente, o que altera a permeabilidade da membrana permitindo a entrada de água, fator essencial para o início do processo germinativo. Além disso, torna possível as trocas gasosas e elimina a resistência mecânica à protrusão da radícula, facilitando também a expansão do embrião (DOUSSEAU et al., 2007).

Figura 3. Germinação (A), índice de velocidade de germinação – IVG (B), primeira contagem (C) e massa seca da parte aérea (D) de sementes de *Colubrina glandulosa* Perkins, submetidas a diferentes tempos de imersão em ácido sulfúrico (H₂SO₄).



Fonte: Lopes (2019).

Em seu trabalho com *C. glandulosa*, Pinto (2013) revelou por meio da utilização de microscopia eletrônica de varredura que, após a exposição das sementes ao ácido sulfúrico, é possível perceber o aparecimento de rachaduras ao redor do hilo, além de poros em todo o restante do tegumento.

O percentual da primeira contagem foi superior no tratamento de 120 minutos, atingindo 55,3%. Já no período de 150 minutos, obteve-se o percentual de 48,6%. Os tratamentos de 30, 60 e 90 minutos atingiram os menores valores (Figura 3C).

Para a massa seca da parte aérea das plântulas de *C. glandulosa*, também houve aumento do conteúdo com o aumento do período de imersão em ácido, contudo, houve estabilização entre 120 e 150 minutos, em que ambos apresentaram o valor de 0,69 mg (Figura 3D).

Considerando a germinação, índice de velocidade de germinação e tempo médio de germinação, principais variáveis utilizadas em trabalhos com germinação, é possível sugerir a imersão em ácido sulfúrico por 120 minutos para a superação da dormência de *Colubrina glandulosa*. Esses resultados divergem dos encontrados por Brancalion, Mondo e Novembre (2011), que sugeriram a exposição em ácido por um período até 90 minutos em sementes de *C. glandulosa* também recém-colhidas. Em seu trabalho, os autores evidenciaram redução na emergência das plântulas com a escarificação química no período de 120 minutos.

Por outro lado, Alves et al. (2006), constataram que o tempo de exposição em ácido sulfúrico por 90 e 120 minutos resultaram em germinação rápida e uniforme para *Zizyphus joazeiro* Mart (Rhamnaceae), sugerindo que a escarificação química até esse período foi eficiente na superação da dormência, proporcionando maiores resultados de germinação e vigor das sementes.

Houve interação entre a temperatura e o período de imersão em ácido sulfúrico para o tempo médio de germinação, comprimento médio da parte aérea, comprimento médio da raiz e massa seca da raiz. De maneira geral, a germinação das plântulas de *C. glandulosa* foi mais demorada quando as sementes foram imersas por 30 minutos no ácido, sendo maior na temperatura de 30°C. Isso ocorreu, principalmente, porque poucas sementes germinaram até o final do experimento nesse tratamento. Além disso, as poucas sementes que chegaram a germinar demoraram mais, provavelmente, porque o menor tempo de exposição ao ácido não foi suficiente para ativar o processo germinativo.

Para o tempo médio de germinação (Tabela 3), não houve diferença significativa entre a maioria dos tratamentos, em que apenas a imersão em ácido sulfúrico por 30 minutos na temperatura de 30°C apresentou-se diferente estatisticamente, promovendo germinação mais demorada das sementes.

De acordo com Silva et al. (2009), quanto menor o tempo médio de germinação maior será o índice de velocidade de germinação. Para as sementes de *C. glandulosa*, valores satisfatórios de IVG e TMG puderam ser observados pelas sementes expostas a 120 minutos no ácido sulfúrico na temperatura 20-30°C, o que indica a eficiência desse tratamento.

Esses resultados apresentaram-se divergentes dos encontrados por Carvalheiro, Pimenta e Torezan (2007) e Melo Júnior et al. (2018), que constataram o aumento do tempo

médio de germinação de *C. glandulosa* conforme o tempo de exposição ao H₂SO₄ aumentava. Essas diferenças podem ter ocorrido devido a diversas razões, como fatores ambientais, genéticos e tempo e condições de armazenamento das sementes utilizadas nos experimentos.

Tabela 3 - Médias do tempo médio de germinação (TMG) das sementes de *Colubrina glandulosa* Perkins em diferentes temperaturas, submetidas a diferentes tempos de imersão em ácido sulfúrico (H₂SO₄)

Tempo de imersão	Temperatura		
	20-30°C	25°C	30°C
30'	14,2 B	11,9 B	20,08 A
60'	11,3 B	10,5 B	11,2 B
90'	8,7 B	13,2 B	9,9 B
120'	8,5 B	11,9 B	9,1 B
150'	10,1 B	12,2 B	9,9 B

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade. Fonte: Lopes (2019).

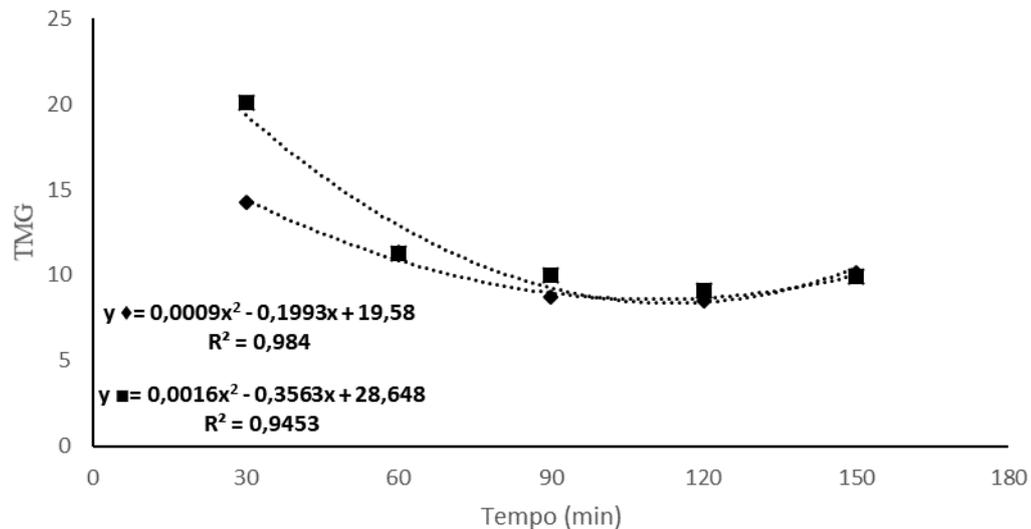
É necessário destacar que a dormência das sementes apresenta profundidade inversamente proporcional à sua idade, ou seja, é mais intensa em sementes recém colhidas, diminuindo com o tempo de armazenamento (MARCOS FILHO, 2005). Brancalion, Mondo e Novembre (2011), evidenciaram o papel do armazenamento na superação da impermeabilidade do tegumento das sementes de *C. glandulosa*, visto que as sementes de lotes mais antigos necessitaram de menos tempo de exposição em ácido sulfúrico ou dispensaram a utilização de pré-tratamentos para germinar de maneira satisfatória. Contudo, é necessário destacar que com o tempo as sementes podem perder um pouco de sua viabilidade, sendo sempre mais interessante utilizar sementes recém colhidas para garantir a eficiência da produção.

A diferença na intensidade da dormência entre as sementes é uma característica importante para a preservação da espécie, pois garante que pelo menos uma parte das sementes germine em condições favoráveis, mantendo a população no banco de sementes (BERGER; RANAL; SANTANA, 2014). Para *Colubrina glandulosa* essa é uma característica essencial, visto que em ambientais naturais as sementes não germinam na sua totalidade, e a capacidade de se perpetuar reside na possibilidade de germinar em condições favoráveis e adequadas (PINTO, 2013).

A análise da regressão não mostrou diferenças significativas para a temperatura de 25°C. Contudo, tanto na temperatura constante de 30°C quanto na alternada de 20-30°C, o menor tempo de germinação foi observado quando as sementes ficaram imersas por 120

minutos no ácido sulfúrico (Figura 4). Assim, de maneira geral, é possível perceber que o tempo médio de germinação diminui com o aumento do tempo de exposição ao ácido.

Figura 4. Tempo médio de germinação (TMG) de *Colubrina glandulosa* Perkins em diferentes tempos de imersão em ácido sulfúrico dentro das temperaturas 20-30°C (◆) e 30°C (■)



Fonte: Lopes (2019).

Os maiores resultados para o comprimento da parte aérea de *C. glandulosa* foram observados na temperatura de 30°C utilizando-se 90 minutos de imersão em ácido, assim como em 60 minutos na mesma temperatura (Tabela 4).

Com relação à análise dos tempos de imersão em ácido nas diferentes temperaturas no comprimento da parte aérea de *C. glandulosa* (Figura 5), é possível perceber que em 20-30°C ocorre o crescimento exponencial conforme aumenta o período de imersão até os 120 minutos e, posteriormente, nota-se uma pequena redução no último tempo.

Tabela 4 - Médias do comprimento da parte aérea das sementes de *Colubrina glandulosa* Perkins em diferentes temperaturas, submetidas a diferentes tempos de imersão em ácido sulfúrico (H₂SO₄)

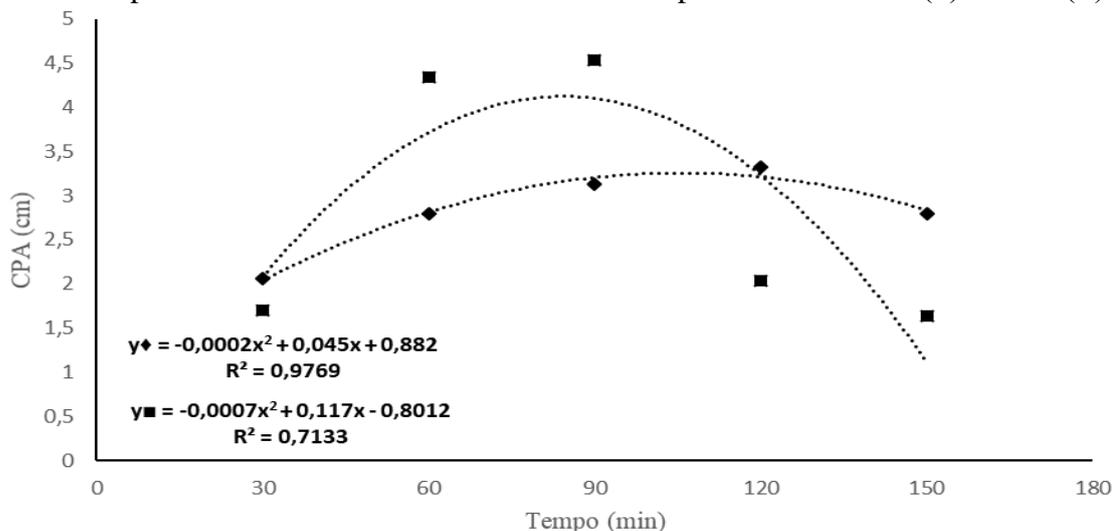
Tempo de imersão	Temperatura (°C)		
	20-30°C	25°C	30°C
30'	2,0625 C	1,7667 C	1,7000 C
60'	2,7929 B	2,0232 C	4,3389 A
90'	3,1344 B	1,8069 C	4,5323 A
120'	3,2869 B	2,0246 C	2,0309 C
150'	2,7902 B	1,9413 C	1,6386 C

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Fonte: Lopes (2019).

Em 30°C, é possível também observar o crescimento no comprimento das plântulas até os 90 minutos, período que alcança o melhor resultado. Contudo, logo em seguida ocorre uma queda acentuada no tempo de 120 minutos. Porém, a temperatura constante de 25°C não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos com H₂SO₄ para o comprimento da parte aérea das plântulas.

A exposição das sementes ao ácido sulfúrico por mais de 120 minutos possivelmente comprometeu o desenvolvimento da parte aérea das plântulas, o que poderia resultar em problemas no estabelecimento em campo. Resultados encontrados por Melo Júnior et al. (2018), constataram que após 60 minutos de exposição em H₂SO₄ houve diminuição no comprimento da parte aérea das plântulas de *Colubrina glandulosa*. Entretanto, Alves et al. (2006) constataram maior crescimento de *Zizyphus joazeiro* Mart quando as sementes ficaram imersas por 95 minutos no ácido sulfúrico.

Figura 5. Comprimento médio da parte aérea (CPA) de *Colubrina glandulosa* Perkins em diferentes tempos de imersão em ácido sulfúrico nas temperaturas 20-30°C (♦) e 30°C (■).



Fonte: Lopes (2019).

Para o comprimento médio da raiz das plântulas de *C. glandulosa*, a combinação que proporcionou o maior resultado foi a temperatura de 30°C com a imersão em ácido por 90 minutos (Tabela 5).

Os períodos de exposição de 30, 60, 120 e 150 minutos não apresentaram diferenças estatísticas entre as temperaturas testadas para o comprimento da raiz das plântulas. De acordo com Ferreira (2013), o sistema radicular inteiramente formado e desenvolvido expressa o vigor das sementes que originaram as plântulas, sugerindo que estas serão capazes

de se estabelecer de maneira rápida e uniforme mesmo em condições adversas de campo.

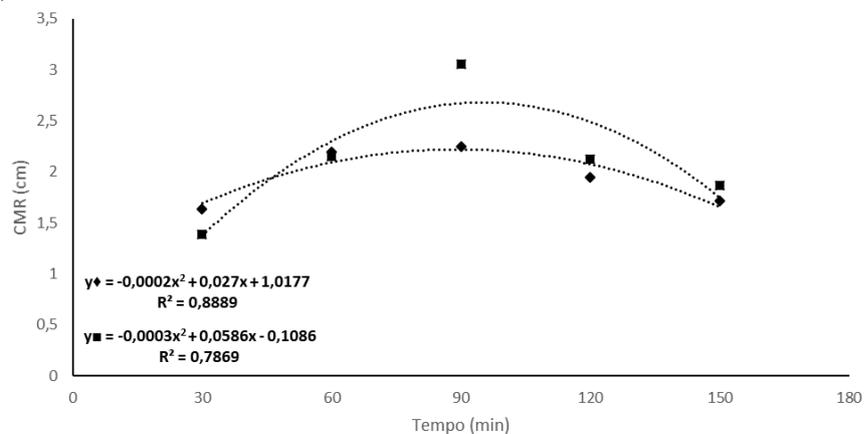
Tabela 5 - Médias do comprimento da raiz das plântulas de *Colubrina glandulosa* Perkins em diferentes temperaturas submetidas a diferentes tempos de imersão em ácido sulfúrico (H₂SO₄)

Tempo de imersão	Temperatura (°C)		
	20-30°C	25°C	30°C
30'	1,6387 B	1,6229 B	1,3833 B
60'	2,1832 B	2,1111 B	2,1516 B
90'	2,2420 B	2,0121 B	3,0556 A
120'	1,9461 B	1,8122 B	2,1240 B
150'	1,7155 B	1,9487 B	1,8673 B

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Fonte: Lopes (2019).

Não houve diferença significativa entre os tempos de imersão na temperatura de 25°C. Já para 20-30°C, houve acréscimo no comprimento médio da raiz até 90 minutos, com posterior decréscimo nos tempos seguintes, como é possível observar na Figura 6. O mesmo comportamento pode ser observado em 30°C, sendo que essa temperatura demonstrou uma maior discrepância dos resultados no comprimento do sistema radicular entre os diferentes tempos de imersão em H₂SO₄. Desse modo, o desenvolvimento do sistema radicular foi mais favorecido pela exposição de 90 minutos no ácido sulfúrico.

Figura 6. Comprimento da raiz (CMR) das plântulas de *Colubrina glandulosa* Perkins em diferentes tempos de imersão em ácido sulfúrico (H₂SO₄), dentro das temperaturas 20-30°C (♦) e 30°C (■).



Fonte: Lopes (2019).

Com relação à massa seca da raiz das plântulas, os maiores resultados foram obtidos quando as sementes foram mantidas à temperatura de 30°C, utilizando os tempos de imersão em ácido sulfúrico de 60 e 90 minutos, como demonstrado na Tabela 6. No trabalho de Melo Júnior et al. (2018), o conteúdo de massa seca se apresentou superior em 60 minutos de imersão em H₂SO₄ para a mesma espécie.

Tabela 6 – Médias da massa seca da raiz (g) de *Colubrina glandulosa* Perkins procedentes de sementes submetidas diferentes temperaturas e tempos de imersão em ácido sulfúrico (H₂SO₄)

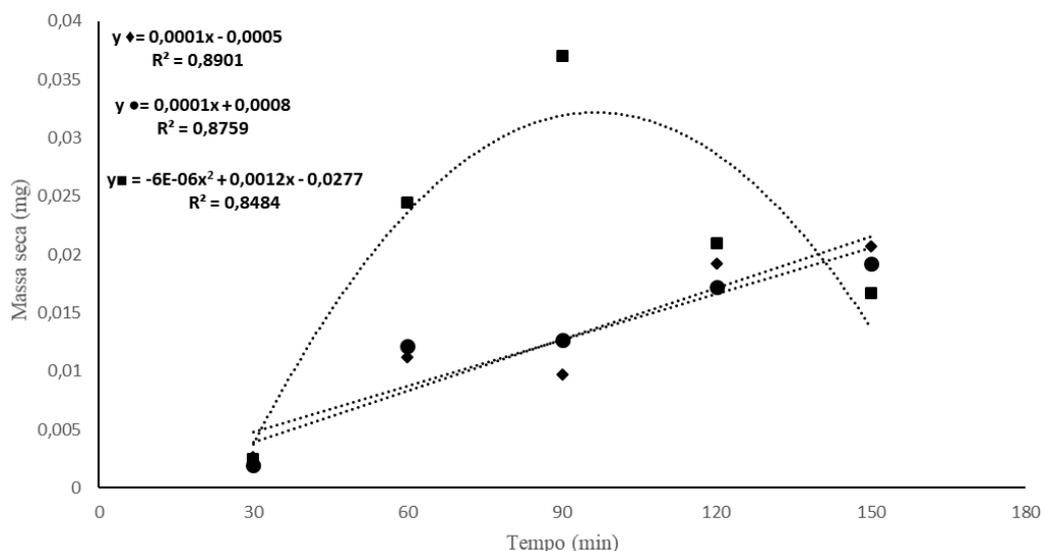
Tempo de imersão	Temperatura		
	20-30°C	25°C	30°C
30'	0,0027 B	0,0020 B	0,0025 B
60'	0,0112 B	0,0122 B	0,0245 A
90'	0,0097 B	0,0127 B	0,0370 A
120'	0,0192 B	0,0172 B	0,0210 B
150'	0,0207 B	0,0192 B	0,0167 B

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Lopes (2019).

A análise da regressão (Figura 7) demonstrou que para as temperaturas de 20-30°C e 25°C, houve um aumento linear no conteúdo de massa seca das plântulas conforme o tempo de imersão em ácido sulfúrico aumentava, atingindo os melhores resultados em 120 e 150 minutos.

Figura 7. Conteúdo de massa seca da raiz (MSR) de *Colubrina glandulosa* Perkins, cujas sementes foram submetidas a diferentes tempos de imersão em ácido sulfúrico, nas temperaturas 20-30°C (◆), 25°C (●) e 30°C (■)



Fonte: Lopes (2019).

Por outro lado, em 30°C observa-se um crescimento na massa seca da raiz que chega ao seu ponto máximo com a imersão das sementes por um período de 90 minutos em ácido sulfúrico, apresentando o melhor resultado, seguido de uma redução nos períodos superiores.

É possível inferir que as sementes de *C. glandulosa*, de uma forma geral, necessitam de no mínimo 90 minutos de imersão em ácido para obterem conteúdos satisfatórios de massa seca da raiz. É importante ressaltar que a massa seca da plântula está diretamente relacionado com o vigor das sementes (OLIVEIRA, 2012).

Para *Zizyphus joazeiro* Mart., Alves et al. (2006) revelaram que os maiores valores para o conteúdo de massa seca foram encontrados em 97 minutos, em que após atingirem o maior valor, verificou-se uma redução à medida que o tempo de imersão das sementes em ácido sulfúrico aumentava.

Os resultados apresentados nessa pesquisa evidenciam a dormência provocada pela impermeabilidade do tegumento nas sementes de *Colubrina glandulosa*. Desse modo, fica comprovada a eficiência do ácido sulfúrico para superar a dormência, por meio do rompimento da camada impermeável das sementes, possibilitando a absorção de água e, conseqüentemente, a germinação, como descrito por Costa et al. (2013).

Apesar disso, é importante ressaltar que a utilização da escarificação química com ácido sulfúrico não deve ser utilizada indiscriminadamente para sementes de qualquer espécie, pois existem diferentes níveis de dormência que devem ser averiguados a fim de determinar o melhor tempo de imersão que promova a germinação adequada (GUEDES et al., 2013). No caso de *Colubrina glandulosa*, a utilização do ácido sulfúrico é particularmente necessária, visto que as sementes da espécie são pequenas, dificultando a escarificação mecânica (BRANCALION; MONDO; NOVENBRE, 2011).

Embora ofereça dificuldades para a produção e o estabelecimento de mudas que possam ser utilizadas na recuperação de áreas degradadas, é importante salientar que a dormência tegumentar confere diversas vantagens às espécies, como o aumento da sobrevivência, a proteção ao embrião mediante fatores ambientais desfavoráveis à germinação, e ainda reduz o ataque de predadores no período de pós dispersão das sementes (BASKIN; BASKIN, 2014).

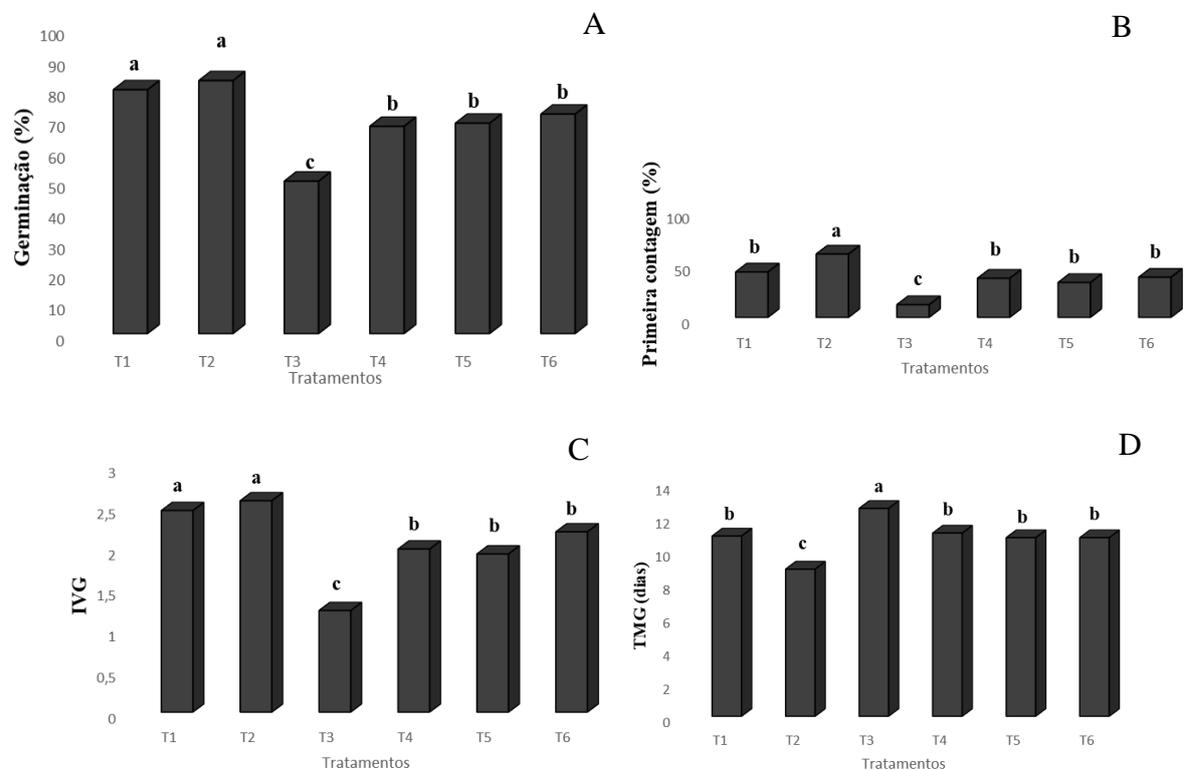
4.4 Efeito do substrato na germinação e vigor de *Colubrina glandulosa* Perkins

Ao testar diferentes substratos para as sementes de *C. glandulosa*, observou-se que os tratamentos areia (T1) e vermiculita (T2) promoveram as maiores porcentagens de germinação (Figura 8A), 80% e 83%, respectivamente, não diferindo estatisticamente entre si.

Já no substrato pó de coco (T3) obteve-se a menor porcentagem de germinação (50%), diferindo de todos os outros tratamentos. O pó de coco vem sendo bastante utilizado e indicado para experimentos de germinação de sementes de espécies florestais, principalmente, devido à alta porosidade e capacidade de retenção de água, como destacam Carrijo, Liz e Makishima (2002). Contudo, a baixa emergência de plântulas nesse tratamento pode ter ocorrido, provavelmente, devido à alta incidência de fungos, mesmo com a esterilização prévia do substrato, como indicado pela metodologia aplicada (BRASIL, 2009), o que pode ter influenciado na germinação das sementes e no desenvolvimento posterior das plântulas.

Para a primeira contagem, constatou-se o maior percentual (60%) no substrato vermiculita (T2), diferindo dos demais tratamentos. Os substratos areia (T1), Tropstrato® (T4), papel mata-borrão (T5) e papel toalha (T6) não apresentaram diferenças estatísticas entre si, enquanto o pó de coco (T3) mais uma vez obteve resultado inferior, com apenas 12% (Figura 8B).

Figura 8. Médias dos valores da germinação (A), primeira contagem (B), velocidade de germinação (C) e tempo médio de germinação (D) das sementes de *C. glandulosa*. CV=11,88%, 26,02%, 11,94% e 9,48%, respectivamente.



Tratamentos: T1 – areia; T2 – vermiculita; T3 – pó de coco; T4 – Tropstrato®; T5 – papel mata-borrão; T6 – papel toalha.

Fonte Lopes (2019).

Quanto à velocidade de germinação, os maiores índices foram observados nos substratos vermiculita e areia, 2,58 e 2,46, respectivamente, enquanto o pó de coco destacou-se com o menor, 1,24 (Figura 8C). A velocidade de germinação auxilia a identificar o vigor do lote de sementes. Isso ocorre porque os lotes que apresentam maior velocidade de germinação, normalmente são os mais vigorosos, ou seja, quanto maior o IVG melhor o tratamento (OLIVEIRA, 2012).

Houve diferenças estatísticas entre os tratamentos para o tempo médio de germinação (Figura 8D). As plântulas semeadas em vermiculita apresentaram o menor tempo, seguidas do papel mata-borrão, papel filtro, areia e Tropstrato®. Para essa variável, o substrato pó de coco novamente apresentou resultado muito inferior aos demais. O maior tempo de germinação para a areia pode ter ocorrido devido a sua maior densidade, o que acabou retardando um pouco a germinação das plântulas. Segundo Ferreira et al. (2001), a determinação do tempo médio de germinação é importante para compreender a ocupação de uma espécie em uma certa comunidade.

Esses resultados corroboram com os encontrados por Rocha (2010), em seu trabalho com *Zizyphus joazeiro* Mart., espécie também pertencente à família Rhamnaceae, em que os substratos areia e vermiculita proporcionaram os melhores resultados para os parâmetros de germinação. Do mesmo modo, o pó de coco demonstrou-se inferior quando comparado aos demais substratos, assim como no presente trabalho.

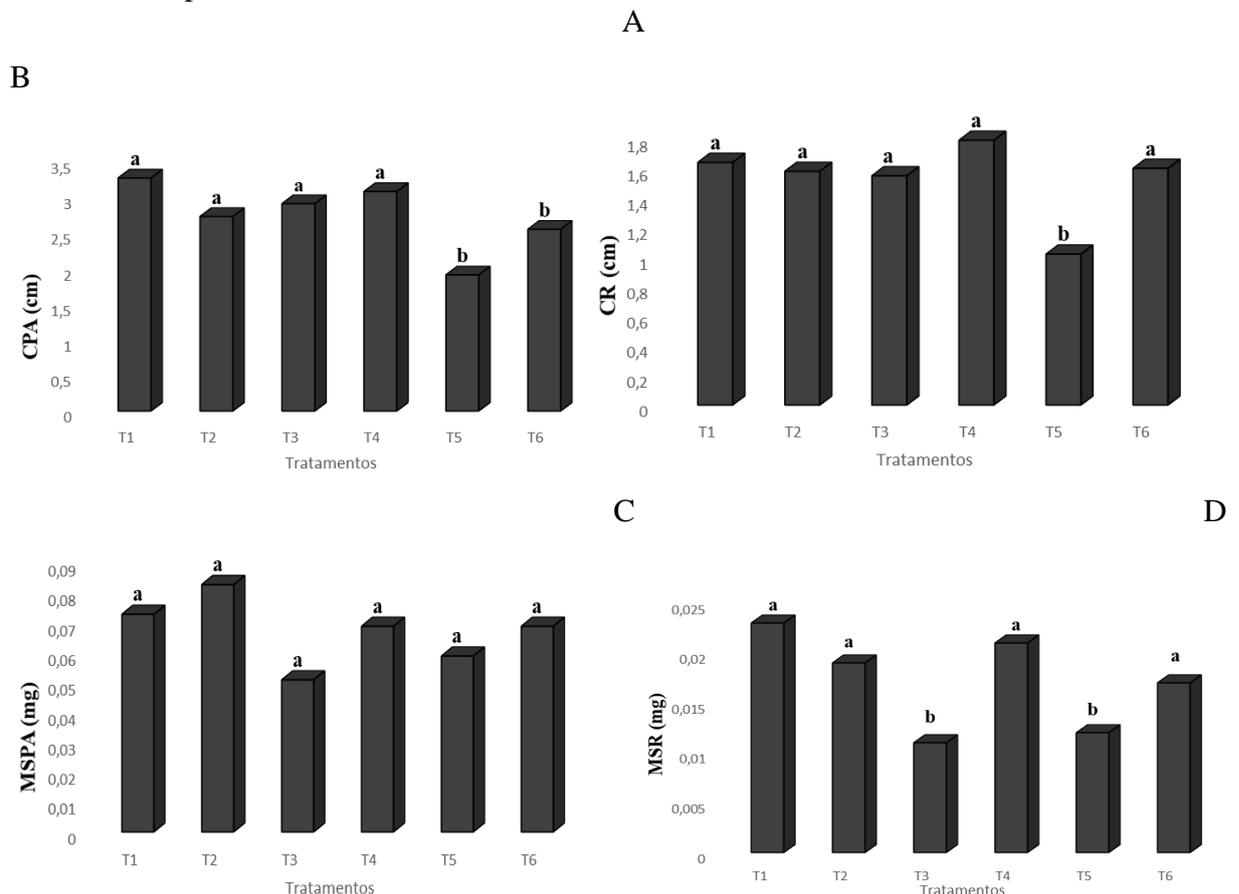
Com relação ao comprimento das plântulas de *C. glandulosa*, o maior desenvolvimento da parte aérea ocorreu quando a semeadura foi realizada nos substratos areia (T1), Tropstrato® (T4), pó de coco (T3) e vermiculita (T2), não diferindo estatisticamente entre si (Figura 9A). Esse resultado indica que os substratos possuem as características físicas necessárias para promover o crescimento inicial do eixo embrionário. Por outro lado, o menor comprimento da parte aérea foi observado para o papel mata borrão (T5) e papel toalha (T6). Os substratos que proporcionaram o maior desenvolvimento das plântulas provavelmente forneceram a maioria das condições necessárias para a ocorrência da emergência rápida e uniforme, promovendo o crescimento inicial adequado das plântulas de *Colubrina glandulosa*, como também destacam Nascimento et al. (2014).

Para o comprimento da raiz principal, apenas o papel mata-borrão (T5) diferiu estatisticamente dos demais substratos (Figura 9B), mostrando-se mais uma vez inferior, promovendo o menor desenvolvimento do sistema radicular das plântulas.

Os diferentes substratos utilizados para a germinação de *C. glandulosa* não influenciaram a produção da massa seca média da parte aérea (Figura 9C) nesse experimento,

visto que não se constatou diferenças estatísticas entre os tratamentos testados para essa variável. Já para a massa seca da raiz (Figura 9D), a areia (T1) promoveu o melhor resultado, assim como o tropstrato (T4), vermiculita (T2) e papel toalha (T6). Isso pode ter sido ocasionado pela maior aeração desses substratos, junto a degradação mais eficientes das reservas existentes nas sementes (GUEDES et al., 2010). Os resultados inferiores obtidos pelo papel mata borrão e pó de coco podem ter ocorrido, provavelmente, devido às características físicas desses substratos, que podem não ter sido compatíveis com a exigência das sementes em relação à disponibilidade de água (FERREIRA et al., 2008).

Figura 9. Médias dos valores de comprimento da parte aérea (A), comprimento da raiz principal (B), massa seca da parte aérea (C) e massa seca da raiz principal (D) de plântulas de *Colubrina glandulosa*, em diferentes substratos de semeadura. CV= 17,91%, 12,14%, 22,09% e 30,01%, respectivamente.



Tratamentos: T1 – areia; T2 – vermiculita; T3 – pó de coco; T4 – Tropstrato®; T5 – papel mata-borrão; T6 – papel toalha.

Fonte Lopes (2019).

Um substrato adequado deve proporcionar a maior germinação das sementes, assim como favorecer o crescimento e desenvolvimento da plântula (FERREIRA et al., 2008).

Desse modo, de acordo com os resultados obtidos por meio das variáveis analisadas, areia e vermiculita apresentaram-se como os melhores substratos para serem utilizados na germinação de sementes de *Colubrina glandulosa*. Em seu trabalho, Albuquerque et al. (1998), também concluíram que areia e vermiculita estão entre os melhores substratos para serem utilizados na germinação de sementes dessa espécie. Ambos os substratos são comumente utilizados para germinação de sementes de espécies florestais.

A vermiculita possui diversas vantagens como a baixa densidade, porosidade, uniformidade na granulometria e capacidade de retenção de água (MARTINS; BOVI; SPIERING, 2009). Já a areia, por sua vez, possui maior capacidade de drenagem, o que mantém o substrato com menor umidade, fator que pode ser prejudicial para algumas espécies (DOUSSEAUL et al., 2011). Entretanto, essa característica favoreceu a germinação das sementes de *C. glandulosa*, e pode também ter auxiliado na menor contaminação do substrato por patógenos.

Em seu trabalho sobre produção de mudas de *Colubrina glandulosa* Perkins, Camara et al. (2017) utilizaram diferentes substratos, dentre eles a composição areia + vermiculita. A mistura desses dois substratos proporcionou o melhor desenvolvimento das mudas, o que segundo os autores, pode ter ocorrido devido ao fornecimento de condições mais equilibradas de retenção de umidade e aeração.

4.5 Efeito da profundidade de semeadura no vigor de *Colubrina glandulosa* Perkins

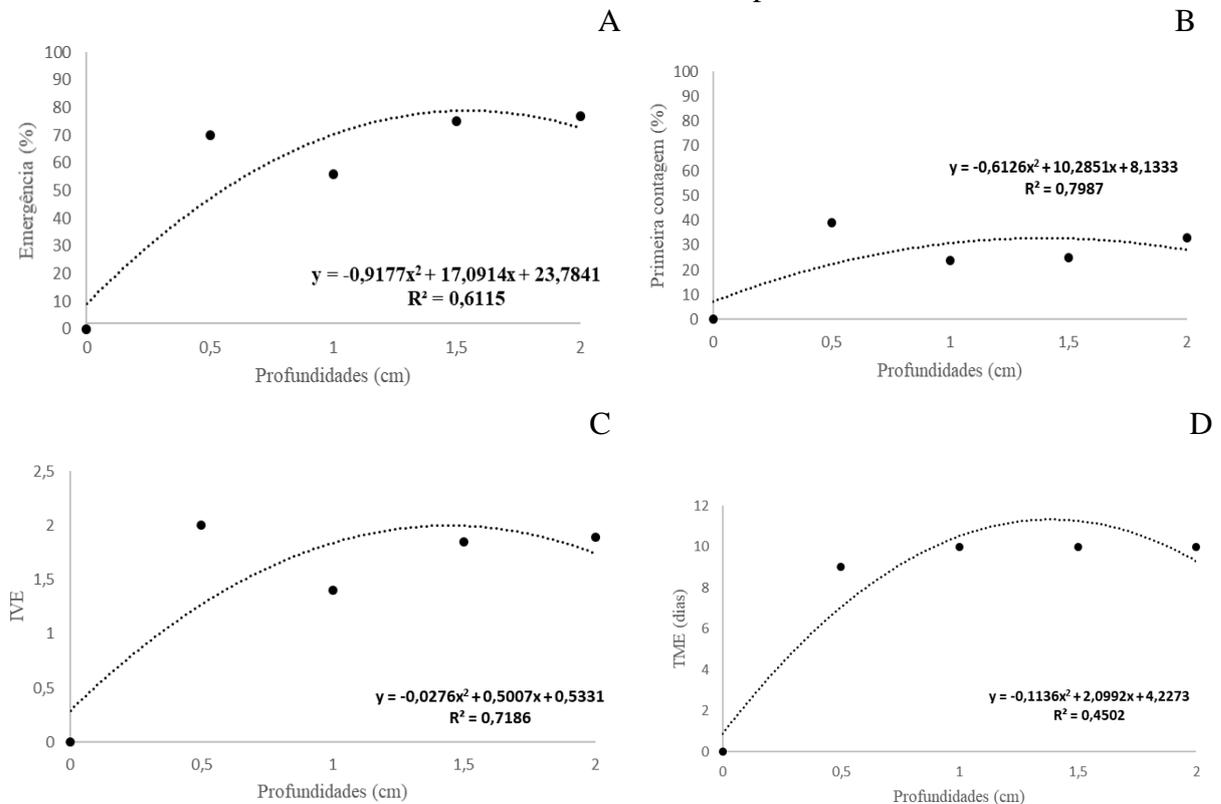
Ao testar diferentes profundidades de semeadura para as sementes de *Colubrina glandulosa*, foi possível observar que as profundidades de 1,5 e 2,0 cm proporcionaram os maiores percentuais de emergência (Figura 10A), chegando a 75% e 77%, respectivamente, e a profundidade 0,5 cm promoveu um percentual de 70% de emergência das plântulas. Assim, de maneira geral, pode-se inferir que as plântulas obtiveram um leve acréscimo no percentual de emergência quando semeadas em maiores profundidades. Contudo, houve uma queda na emergência quando a semeadura ocorreu a 1,0 cm de profundidade. Esse decréscimo pode ter ocorrido devido a alguma condição adversa ocorrida durante o experimento ou devido a condições fisiológicas das próprias sementes, que comprometeram a emergência nesse tratamento. Apesar dessa redução, pode-se inferir que a profundidade de semeadura de 1,0 cm também pode ser utilizada para *C. glandulosa*.

Embora possua sementes pequenas, sendo uma espécie que pode ser plantada em ambientes abertos para se desenvolver, a semeadura superficial não promoveu a emergência de nenhuma plântula de *C. glandulosa*. Existe uma relação entre o tamanho das sementes e o

processo germinativo, o desenvolvimento e o estabelecimento de plântulas, pois esses estão diretamente relacionados à necessidade da luminosidade (ALBERGUINI; YAMASHITA, 2010). Contudo, a ausência de emergência pode ter ocorrido devido à exposição excessiva das sementes aos fatores ambientais, como luz e temperatura. Ademais, quando semeadas superficialmente, as sementes apresentam menor superfície de contato com o solo, comprometendo o processo de embebição e, conseqüentemente, a germinação (SANTOS et al., 2015).

Com relação à primeira contagem (Figura 10B), o maior valor foi obtido na profundidade 0,5 cm. Essa profundidade também apresentou o maior índice de velocidade de emergência (Figura 10C) nesse experimento. Esses resultados podem ser explicados pela menor camada de substrato que as sementes tiveram que romper nesse tratamento, o que fez com que emergissem de maneira mais rápida.

Figura 10. Emergência (A), primeira contagem (B), velocidade de emergência (C) e tempo médio de emergência (D) das plântulas de *Colubrina glandulosa*, em diferentes profundidades de semeadura. CV=13,34%, 42,73%, 16,76% e 5,08%, respectivamente.



Fonte Lopes (2019).

Segundo Alves et al. (2014), as profundidades menores favorecem a maior velocidade de emergência, pois oferecem menor barreira física, proporcionando o desenvolvimento das

plântulas. Já nas profundidades maiores, durante o processo germinativo pode ter ocorrido maior consumo de energia, que resultou na emergência mais lenta dos demais tratamentos (ALVES et al., 2013). Além disso, as flutuações das temperaturas diurnas e noturnas também podem estar relacionadas à redução da velocidade de emergência, que beneficiam, principalmente, as sementes que estão em profundidades menores (CARDOSO et al., 2008).

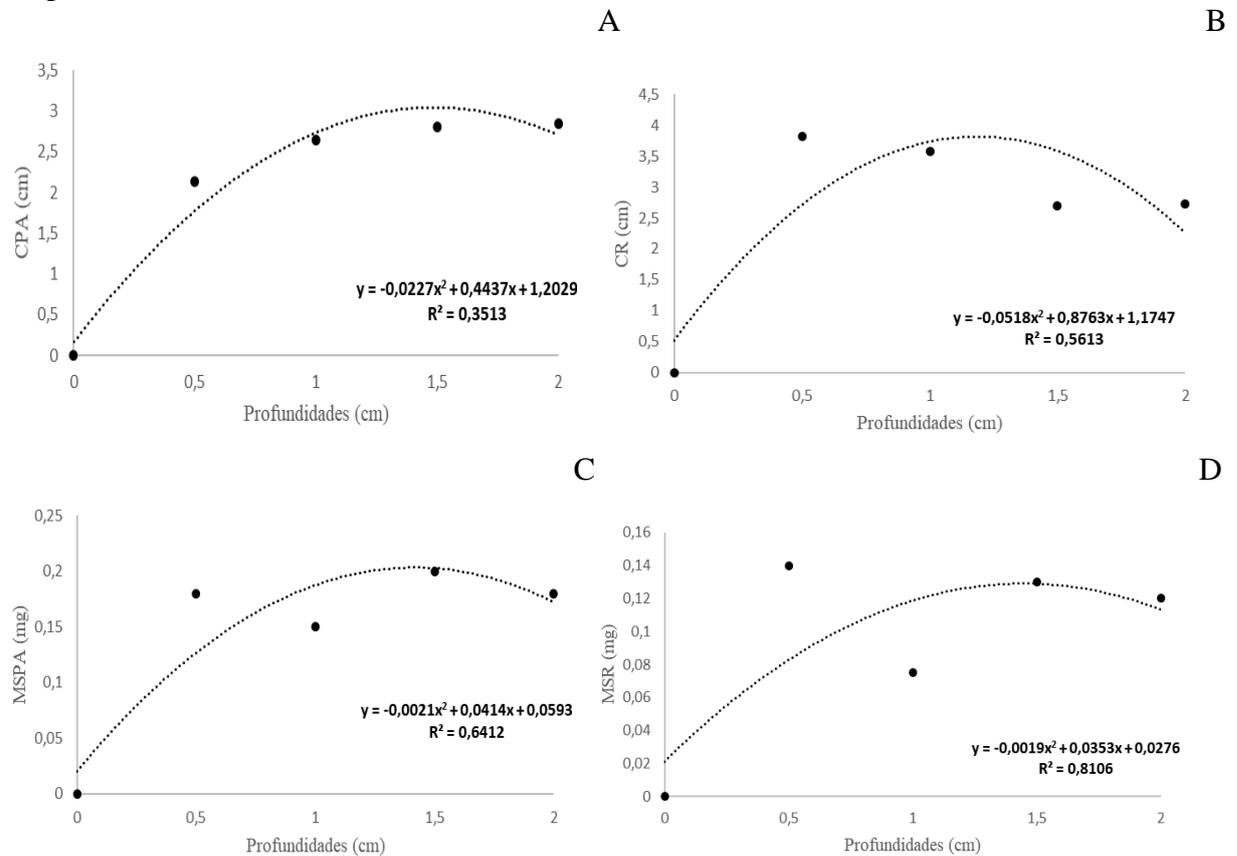
Do mesmo modo, o tempo médio de emergência (Figura 10D) foi maior para as sementes que foram plantadas mais profundamente. Esse mesmo resultado foi encontrado por Alves et al. (2008) em seu trabalho com *Zizyphus joazeiro*, em que os autores destacaram o maior consumo de reservas pelas sementes para conversão em energia, de modo que as plântulas conseguissem romper a barreira física constituída pelas camadas de substrato.

Em relação ao comprimento da parte aérea das plântulas (Figura 11A), pode-se perceber que houve um acréscimo conforme a profundidade aumentou. A semeadura efetuada a 0,5 cm, proporcionou o menor comprimento, mesmo tendo emergido mais rapidamente. Por outro lado, verificou-se um aumento de 0,15 cm entre as profundidades de semeadura de 1,0 para 1,5 cm, e de 0,04 cm nas profundidades de 1,5 para 2,0 cm, que promoveram o maior desenvolvimento da parte aérea das plântulas de *C. glandulosa*.

Para o comprimento da raiz das plântulas (Figura 11B), a profundidade 0,5 cm proporcionou o maior desenvolvimento do sistema radicular, assim como a profundidade 1,0 cm. Já nas profundidades 1,5 cm e 2,0 cm, as plântulas apresentaram redução de aproximadamente 1,10 cm no comprimento da raiz da profundidade 0,5 para a 2,0 cm. Esse resultado pode ser explicado pela maior disponibilidade de camadas de substrato para as sementes semeadas em menores profundidades, o que proporcionou mais espaço e melhor condição para o desenvolvimento do sistema radicular das plântulas (GUEDES et al., 2010).

Ao analisar a massa seca da parte aérea (Figura 11C) das plântulas de *C. glandulosa*, observou-se que as profundidades 0,5 cm, 1,5 cm e 2,0 cm proporcionaram a emergência de plântulas vigorosas. A semeadura em profundidade de 1,0 cm apresentou plântulas com os menores resultados dentre os tratamentos onde houve germinação, o que ocorreu, provavelmente, devido à menor emergência. O mesmo ocorreu na análise do acúmulo de massa seca do sistema radicular (Figura 11D), em que as profundidades 0,5, 1,5 e 2,0 cm proporcionaram aumento na alocação desse conteúdo, evidenciando um efeito positivo do aumento da profundidade de semeadura, o que desenvolveu plântulas com maior vigor.

Figura 11. Comprimento da parte aérea (A), comprimento da raiz principal (B), massa seca da parte aérea (C) e massa seca da raiz principal (D) de plântulas de *Colubrina glandulosa*, em diferentes profundidades de semeadura. CV= 5,52%, 9,34%, 15,92% e 30,00%, respectivamente.



Fonte Lopes (2019).

Em suma, as sementes de *Colubrina glandulosa* apresentaram emergência, desenvolvimento e vigor satisfatórios quando semeadas a partir da profundidade 0,5 cm, proporcionando resultados positivos até a profundidade de 2,0 cm, nas condições desse trabalho. Isso indica que, mesmo com sementes pequenas, as condições necessárias para a germinação da espécie são atendidas mesmo em profundidades maiores.

4.6 Efeito da qualidade de luz na germinação e vigor de *Colubrina glandulosa* Perkins

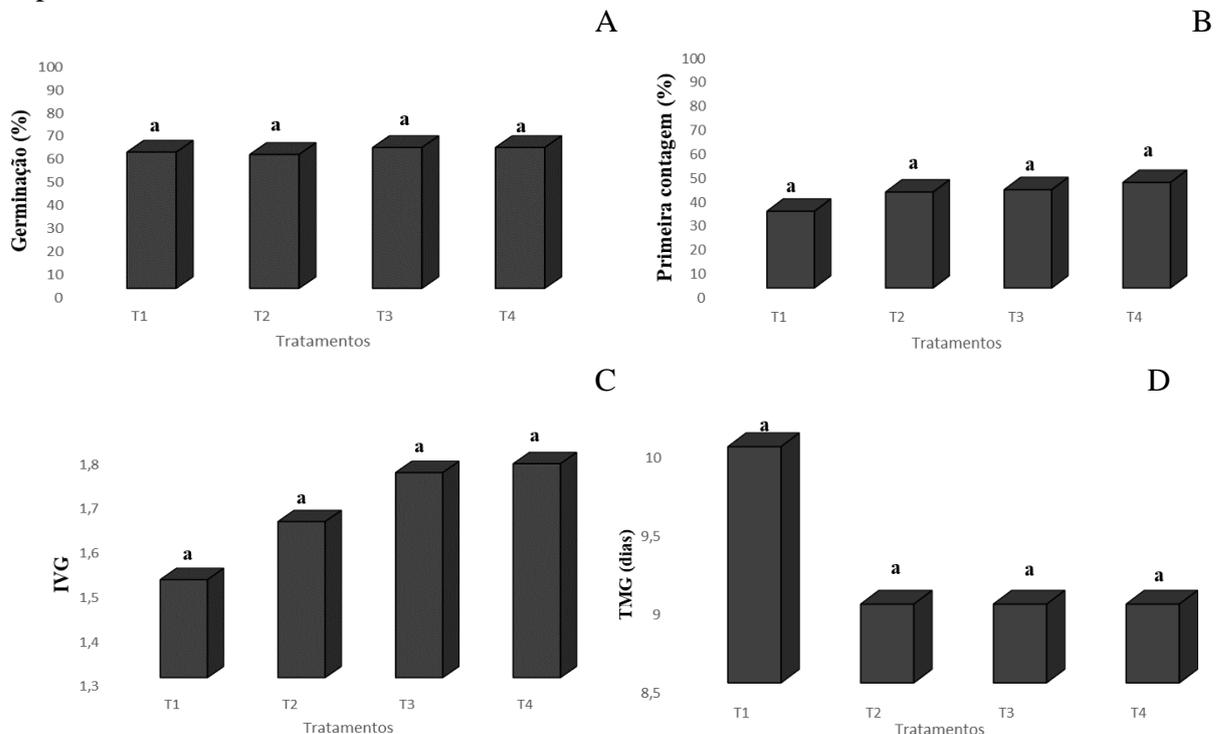
A qualidade da luz não interferiu na germinação das sementes de *C. glandulosa* (Figura 12A). Foi observado um percentual de 61% no tratamento em que as sementes ficaram expostas à luz vermelha. Esta é relatada como estimuladora da germinação de sementes de diversas espécies, o que pode explicar os resultados obtidos no presente trabalho (KERBAUY, 2004; OLIVEIRA, 2012).

Como houve germinação em todos os tratamentos, inclusive na ausência de luz, as sementes de *C. glandulosa* podem ser classificadas como fotoblásticas neutras ou indiferentes à luz (DINIZ et al., 2008; SILVA et al., 2014). As espécies indiferentes à luz podem germinar sob concentrações baixíssimas de Fvd. Isso pode indicar que o Fvd já existe nas sementes, podendo estar relacionado ao conteúdo de clorofila do tecido extraembrionário (MARCOS FILHO, 2005; BATLLA; BENECH-ARNOLD, 2014).

Em relação à primeira contagem e índice de velocidade de germinação (Figuras 12B e 12C), também não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos aos quais as sementes foram expostas. Já para o tempo médio de germinação (Figura 12D), foi no tratamento sob luz branca que as sementes demoraram um pouco mais para germinar, contudo, não houve diferenças significativas entre esse e os demais tratamentos.

Embora tenha ocorrido germinação sob ausência de luz, praticamente todas as plântulas desse tratamento mostraram-se aclorofiladas, com hipocótilo e cotilédones amarelados ou com aspecto translúcido, demonstrando que a síntese de clorofila não ocorreu, visto que a produção acontece quando os fitocromos se encontram em sua forma ativa (Fvd). Assim, as plântulas apresentaram deficiência em seu aparato fotossintético.

Figura 12. Médias dos valores de germinação (A), primeira contagem (B), velocidade de germinação (C) e tempo médio de germinação (D) de *C. glandulosa*, com sementeira submetida a diferentes regimes de luz. CV=11,84%, 27,71%, 14,79% e 6,09%, respectivamente.

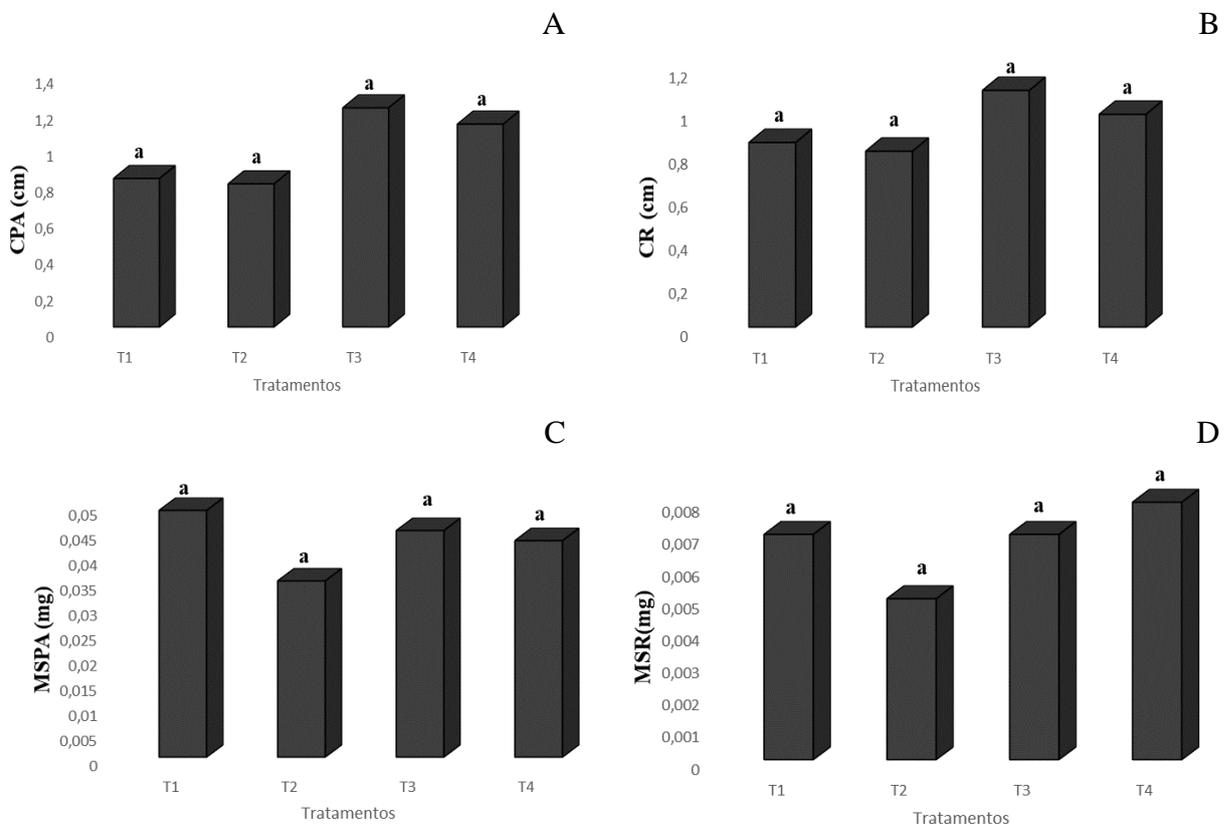


Tratamentos: T1 – luz branca; T2 – luz vermelho-distante; T3 – luz vermelha; T4 – ausência de luz.
Fonte Lopes (2019).

É importante ressaltar que a resposta da semente à luminosidade não é uma condição absoluta e depende de diversos fatores, como o tempo de armazenamento, integridade dos tegumentos, condições de maturação, temperatura e potencial hídrico. Além disso, inúmeros componentes da própria semente e do meio ambiente atuam como agentes “filtradores” da luz que atinge o embrião, podendo alterar a intensidade da luz e a proporção dos comprimentos de onda absorvidos pelo fitocromo (KERBAUY, 2004).

Com relação ao comprimento da parte aérea (Figura 13A) e da raiz (Figura 13B), assim como ao acúmulo de massa seca da parte aérea (Figura 13C) e raiz (Figura 13D) das plântulas de *C. glandulosa*, os tratamentos também não apresentaram diferenças significativas entre si. Esses resultados demonstram que o desenvolvimento tanto da parte aérea quanto do sistema radicular das plântulas de *C. glandulosa* pode ocorrer em uma ampla faixa de condições de luminosidade, fator que contribui consideravelmente com a regeneração natural da espécie (SILVA et al., 2014).

Figura 13. Médias dos valores de comprimento da parte aérea (A), comprimento da raiz principal (B), massa seca da parte aérea (C) e massa seca da raiz principal (D) de plântulas de *Colubrina glandulosa*, com semente submetida a diferentes regimes de luz.



Tratamentos: T1 – luz branca; T2 – luz vermelho-distante; T3 – luz vermelha; T4 – ausência de luz. Fonte Lopes (2019).

Apesar de ser classificada como uma espécie de estágio inicial de sucessão e possuir sementes pequenas, que em teoria necessitam de luz para a germinação, a espécie *C. glandulosa* demonstrou que é capaz de germinar em uma ampla faixa de luminosidade. Isso também foi relatado por Brancalion et al. (2008), em seu estudo com *Heliocarpus popayanensis*, espécie pioneira que também possui sementes pequenas, mas que foi classificada como indiferente à luz.

A forte dormência tegumentar da espécie também pode determinar essa condição. Azevedo, Paiva e Gomes (2015) relataram que diversas espécies do Cerrado, um dos ambientes em que se pode encontrar *C. glandulosa*, são indiferentes à luz, devido à dormência provocada pelo tegumento. Contudo, isso não pode invalidar sua natureza pioneira, visto que o próprio ambiente pode proporcionar a superação da dormência por meio da escarificação das sementes (pelo atrito entre solos e sementes, atuação de microrganismos, flutuações térmicas, entre outros) favorecendo a germinação (MARTINS, 2004).

A capacidade de germinação, independente da qualidade da luz, representa uma adaptação essencial à *Colubrina glandulosa*, pois garante que pelo menos algumas sementes da espécie irão germinar em áreas com condições ambientais distintas. Além disso, do ponto de vista ecológico, essa é uma característica importante, visto que também permite a germinação das plântulas em ambientes em diferentes estágios sucessionais (HOLANDA; MEDEIROS FILHO, DIOGO, 2015; MEDEIROS et al., 2019).

5. CONCLUSÕES

De acordo com as condições em que foram realizados os experimentos com *Colubrina glandulosa* Perkins, concluiu-se que:

- As sementes são classificadas como ortodoxas, pequenas e possuem baixa variabilidade das características biométricas;
- O método de escarificação química com ácido sulfúrico concentrado por 120 minutos, nas temperaturas de 20-30°C e 30°C, foi o mais eficiente para a superação da dormência da espécie;
- Os substratos areia e vermiculita são os mais indicados para testes de vigor de sementes da espécie;
- A semeadura pode ser realizada em profundidades variando de 0,5 a 2,0 cm;
- A qualidade da luz não interferiu na germinação de *Colubrina glandulosa*, classificando-a como fotoblástica neutra ou indiferente a luz, demonstrando que a espécie possui capacidade de se estabelecer em ambientes com diferentes luminosidades e, portanto, com alto potencial para ser utilizada em programas de recuperação de áreas degradadas, silvicultura e arborização urbana.

REFERÊNCIAS

- AIMI, S. C. **Tecnologia de sementes e crescimento inicial de mudas de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart.** 2014. 132 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.
- ALBERGUINI, A. L.; YAMASHITA, O. M. Profundidade de semeadura e presença de palha afetam a emergência de plântulas de *Vernonia ferruginea*. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 28, p. 1005-1013, 2010.
- ALBUQUERQUE, L. B.; AQUINO, F. B.; COSTA, L. C.; MIRANDA, Z. J. G.; SOUSA, S. R. Espécies de Melastomataceae Juss. com potencial para restauração ecológica de Mata Ripária no Cerrado. **Polibotânica**, Distrito Federal, México, n. 35, p. 1-19, 2013.
- ALBUQUERQUE, M. C. F.; RODRIGUES, T.J.D.; MINOHARA, L.; TEBALDI, N.D.; SILVA, L.M.M. Influência da temperatura e do substrato na germinação de sementes de saguaraji (*Colubrina glandulosa* Perk. – Rhamnaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v. 20, n. 2, p. 346-349, 1998.
- ALI, S. A. M.; IDRIS, A. Y. Effect of seed size and sowing depth on germination and some growth parameters of Faba Bean (*Vicia faba* L.). **Agricultural and Biological Sciences Journal**, v. 1, n. 1, p. 1-5, 2015.
- ALMEIDA, D. S. **Recuperação Ambiental Mata Atlântica**. 3.ed., Ilhéus-Bahia: Editus, 2016.
- ALVES, E. U.; BRUNO, R. L. A.; OLIVEIRA, A. P.; ALVES, A. U.; ALVES, A. U. Ácido sulfúrico na superação da dormência de unidades de dispersão de juazeiro (*Zizyphus joazeiro* Mart.). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 30, n. 2, p. 187-195, 2006.
- ALVES, E. U.; BRUNO, R. L. A.; ALVES, A. U.; ALVES, A. U.; CARDOSO, E. A.; DORNELAS, C. S. Profundidade de semeadura para emergência de plântulas de juazeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v. 38, n. 4, p. 1158-1161, 2008.
- ALVES, A. U.; CARDOSO, E. A.; ALIZANDRE, T. F.; CAVALCANTE, I. H. L.; BECKMAN-CAVALVANTE, M. Z. Emergência de plântulas de feijão em função de posições e profundidades de semeadura. **Bioscience Journal**, Uberlândia-MG, v. 30, n. 1, p. 33-42, 2014.
- ALVES, M. M.; ALVES, E. U.; BRUNO, R. L. A.; SILVA, K. R. G.; BARROZO, L. M.; SANTOS-MOURA, S. S.; CARDOSO, E. A. Germinação e vigor de sementes de *Clitoria fairchildiana* Howard (Fabaceae) em função da coloração do tegumento e temperaturas. **Bioscience Journal**, Uberlândia-MG, v. 29, n. 1, p. 216-223, 2013.
- ANDRADE, L. A.; BRUNO, R. L. A.; OLIVEIRA, L. S. B.; SILVA, H. T. F. Aspectos biométricos de frutos e sementes, grau de umidade e superação de dormência de jatobá. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá-PR, v. 32, n. 2, p. 293-299, 2010.
- ARAÚJO, A. M.; ASSIS, L. C. S. L. C.; NOGUEIRA, W. N.; FREITAS, R. M. O.; TORRES, S. B. Substrates and temperatures for the germination of seeds of *Senegalia tenuifolia* (L.) Britton&Rose. **Revista Caatinga**, Mossoró-RN, v. 29, n. 1, p. 113-118, 2016.

- ÁVILA, M. R.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; FAGLIARI, J. R.; SANTOS, J. L. Influência do estresse hídrico simulado com manitol na germinação de sementes e crescimento de plântulas de canola. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v. 29, n. 1, p. 98-106, 2007.
- AZEREDO, G. A.; PAULA, R. C.; VALERI, S. V.; MORO, F. V. Superação de dormência de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v. 32, n. 2, p. 049-058, 2010.
- AZEVEDO, I. R.; PAIVA, H. N.; GOMES, J. M. Efeitos de substratos, luz e temperatura na germinação de sementes da espécie *Buchenavia tomentosa* Eichler (merindiba) em condições de laboratório. **Agri-environmental Sciences**, v. 1, n. 1, 2015.
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. Experimentação agrícola. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237 p.
- BARGALI, K.; BARGALI, S. S. Germination capacity of seeds of leguminous plants under water deficit conditions: implication for restoration of degraded lands in Kumaun Himalaya. **Tropical Ecology**, v. 57, n. 3, p. 445-453, 2016.
- BARRETO, S. S. B; FERREIRA, R. A. Aspectos morfológicos de frutos, sementes, plântulas e mudas de Leguminosae Mimosoideae: *Anadenanthera colubrina* (Vellozo) Brenan e *Enterolobium contortisiliquum* (Vellozo) Morong. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v. 33, n. 2, p. 223-232, 2011.
- BASKIN, J. M; BASKIN, C. C. A classification system for seed dormancy. **Seed Science Research**, Londrina-PR, v. 14, p. 1-16, 2004.
- BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. San Diego: Academic Press, 2014. 666 p.
- BATLLA, D.; BENECH-ARNOLD, R. L. Weed seed germination and the light environment: Implications for weed management. **Weed Biology and Management**, v. 14, p. 77-87, 2014.
- BELTRÃO, B. A.; MASCARENHAS, J. C.; MIRANDA, J. L. F.; SOUZA JÚNIOR, L. C. GALVÃO, M. J. T. G.; PEREIRA, S. N. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea estado de Pernambuco – Diagnóstico do município de Carpina. **CPRM – Serviço Geológico do Brasil**, Recife, 2005. Disponível em: <http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/15830/Rel_Carpina.pdf?sequence=1>. Acesso em: 12 abr. 2019.
- BERGER, A. P. A.; RANAL, M. A.; SANTANA, D. G. Variabilidade na dormência relativa dos diásporos de *Lithraea molleoides* (Vell.) Eng. **Ciência Florestal**, Santa Maria-RS, v. 24, n. 2, p. 1-13, 2014.
- BEWLEY, J. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M.; NONOGAKI, H. **Seeds – Physiology of development, germination and dormancy**. 3. ed. New York: Springer, 2013.
- BEZERRA, A. M. E.; MOMENTÉ, V. G.; MEDEIROS FILHO, S. Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) em função do peso da semente e do tipo de substrato. **Horticultura Brasileira**, Brasília-DF, v. 22, n. 2, p. 295-299, 2004.

BRANCALION, P. H. S.; NOVEMBRE, A. D. L. C.; RODRIGUES, R. R. Temperatura ótima de germinação de sementes de espécies arbóreas brasileiras. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v. 32, n. 4, p. 015-021, 2010.

BRANCALION, P. H. S.; MONDO, V. H. V.; NOVEMBER, A. D. L. Escarificação química para a superação da dormência de sementes de saguaraji-vermelho (*Colubrina glandulosa* Perk. – Rhamnaceae). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 35, n. 1, p. 119-124, 2011.

BRANCALION, P. H. S.; NOVEMBRE, A. D. L. C.; RODRIGUES, R. R.; CHAMMA, H. M. C. P. Efeito da luz e de diferentes temperaturas na germinação de sementes de *Heliocarpus popayanensis* L. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 32, n. 2, p. 225-232, 2008.

BRANDÃO, A. G.; SILVA, T. R. B.; HENRIQUE, L. A. V.; SANTOS, J. S.; GONÇALVES, F. M.; KOHATSU, D. S.; GONÇALVES JÚNIOR, A. C. Initial development of crambe due to sowing in diferente depths. **African Journal of Agricultural Research**, v. 9, n. 10, p. 927-930, 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária, Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para análise de sementes de espécies florestais**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília-DF: Mapa/CGAL, 2013. 98 p.

CAMARA, R.; FONSECA JÚNIOR, A. M.; SOUSA, A. C. O.; PEREIRA, M. G.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. Q. Influência do substrato e inoculação micorrízica na produção de mudas de *Colubrina glandulosa* Perkins. **Floresta**, Curitiba-PR, v. 47, n. 4, p. 449-458, 2017.

CARDOSO, E. A.; ALVES, E. U.; BRUNO, R. L. A.; ALVES, A. U.; ALVES, A. U.; SILVA, K. B. Emergência de plântulas de *Erythrina velutina* em diferentes posições e profundidades de semeadura. **Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v. 38, n. 9, p. 2618-2621, 2008.

CARDOSO, E. D.; SÁ, M. E.; HAGA, K. I.; BINOTTI, F. F. S.; NOGUEIRA, D. C.; VALÉRIO FILHO, W. V. Desempenho fisiológico e superação de dormência em sementes de *Brachiaria brizantha* submetidas a tratamento químico e envelhecimento artificial. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina-PR, v. 35, n. 1, p. 21-38, 2014.

CARRIJO, O. A.; LIZ, R. S.; MAKISHIMA, N. Fibra da casca de coco verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, Brasília-DF, v. 20, n. 4, p. 533-535, 2002.

CARVALHEIRO, A. L.; PIMENTA, J. A.; TOREZAN, J. M. D. Effect of some physical and chemical treatments on germination of *Colubrina glandulosa* seeds. **Seed Science & Technology**, v. 35, p. 744-748, 2007.

CARVALHO, L. R.; SILVA, E. A. A.; DAVIDE, A.C. Classificação de sementes florestais quanto ao comportamento no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v. 28 n. 2, p. 15-25, 2006.

CARVALHO, P. E. R. Sobrasil. **Embrapa Florestas**, Colombo, PR, 2005.

- CERVANTES, M. C.; CECCON, E.; BONFIL, C. Germination of stored seeds of four trees species from the tropical dry forest of Morelos, Mexico. **Botanical Sciences**, Coyoacán, Cidade do México, v. 92, n. 2, p. 281-287, 2014.
- CHIN, H. F.; KRISHNAPILLAY, B.; STANWOOD, P. C. Seed moisture: recalcitrante vs. Orthodox seeds. **Crop Science Society of America**, Fitchburg-WI, n. 14, p. 15-22, 1989.
- CHRISTRO, L. F.; AMARAL, J. F. T.; LAVIOLA, B. G.; MARTINS, L. D.; AMARAL, C. F. Biometric analysis of seeds of genotypes of physic nut (*Jatropha curcas* L.). **ACSA**, Patos-PB, v. 8, n. 1, p. 01-03, 2012.
- COSTA, E. S.; SANTOS NETO, A. L.; COSTA, R. N.; SILVA, J. V.; SOUZA, A. A.; SANTOS, V. R. Dormência de sementes e efeito da temperatura na germinação de sementes de mororó. **Ciências Agrárias**, v. 56, n. 1, p. 19-24, 2013.
- DANTAS, F. C. P.; TAVARES, M. L. R.; TARGINO, M. S.; COSTA, A. P.; DANTAS, F. O. *Ziziphus joazeiro* Mart – Rhamnaceae: características biogeoquímicas e importância no bioma Caatinga. **Divulgação científica e tecnológica**, João Pessoa-PB, n. 25, p. 51-57, 2014.
- DINIZ, F. B.; MEDEIROS FILHO, S.; BEZERRA, A. M. E.; MOREIRA, F. J. C. Biometria e morfologia da semente e plântula de oiticica. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal-PB, v. 10, n. 2, p. 183-187, 2015.
- DINIZ, F. O.; MOREIRA, F. J. C.; SILVA, F. D. B.; MEDEIROS FILHO, S. Influência da luz e temperatura na germinação de sementes de oiticica. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza-Ceará, v. 39, n. 3, p. 476-480, 2008.
- DOUSSEAU, S.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M.; ARANTES, L. O.; NERY, F. C. Superação de dormência em sementes de *Zeyheria montana* Mart. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras-MG, v. 31, n. 6, p. 1744-1748, 2007.
- DOUSSEAU, S. ALVARENGA, A. A.; GUIMARÃES, R. M.; LARA, T. S.; CUSTÓDIO, T. N.; CHAVES, I. S. Ecologia da germinação de sementes de *Campomanesia pubescens*. **Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v. 41, n. 8, p. 1362-1368, 2011.
- FERREIRA, A. G.; CASSOL, B.; ROSA, S. G. T.; SILVEIRA, T. S.; STIVAL, A. L. SILVA, A. A. Germinação de sementes de Asteraceae nativas no Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte-MG, v. 15, n. 2, p. 231-242, 2001.
- FERREIRA, D. F. **SISVAR**: versão 5.3. Lavras: UFLA, 2010.
- FERREIRA, E. G. B. S.; MATOS, V. P.; SENA, L. H. M.; SALES, A. G. F. A. Germinação de sementes e desenvolvimento inicial de plântulas de crista-de-galo em diferentes substratos. **Scientia Agraria**, Curitiba-PR, v. 9, n. 2, p. 241-244, 2008.
- FERREIRA, E. G. B. S. **Potencial fisiológico de sementes e produção de mudas de espécies florestais ocorrentes na Caatinga de Pernambuco**. 2013. 161 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2013.
- FINKELSTEIN, R.; REEVES, W.; ARIIZUMI, T.; STEBER, C. Molecular aspects of seed dormancy. **Revista Plant Biology**, v. 59, p. 387-415, 2008.

FLORES, A. V.; BORGES, E. E. L.; GONÇALVES, J. F. C.; GUIMARÃES, V. M.; ATAÍDE, G. M.; BARROS, D. P.; PEREIRA, M. D. Efeito do substrato, cor e tamanho de sementes na germinação e vigor de *Melanoxylon brauna*. **Pesquisa florestal brasileira**, Colombo-PR, v. 34, n. 78, p. 141-147, 2014.

FONTENELE, A. C. F.; ARAGÃO, W. M.; RANGEL, J. H. A. Biometria de frutos e sementes de *Desmanthus virgatus* (L) Willd Nativas de Sergipe. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre-RS, v. 5, n. 1, p. 252-254, 2007.

GARCIA, L. C; MORAES, R. P; SOUSA, S. G. A Superação de dormência em sementes de Colubrina (*Colubrina glandulosa* Perk.). **Comunicado Técnico 80, Embrapa**, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Manaus, 2009.

GODOY, R.; SOUZA, F. H. D. Dormência em sementes de guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 33, n. 6, p. 2201-2205, 2004.

GOMES, F. P. **Curso de Estatística Experimental**. 12ed. Piracicaba: Nobel, 1980. 467p.

GOMES, J. P.; OLIVEIRA, L. M.; FERREIRA, P. I.; BATISTA, F. Substratos e temperaturas para teste de germinação em sementes de Myrtaceae. **Ciência Florestal**, Santa Maria-RS, v. 26, n. 4, p. 285-293, 2016.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; BRUNO, R. L. A.; GONÇALVES, E. P.; COSTA, E. G.; MEDEIROS, M. S. Armazenamento de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. em diferentes embalagens e ambientes. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu-SP, v. 14, n. 1, p. 68-75, 2012.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; GONÇALVES, E. P.; BRAGA JÚNIOR, VIANA, J. S.; COLARES, P. N. Q. Substratos e temperaturas para testes de germinação e vigor de sementes de *Amburana cearenses* (Allemão) A.C. Smith. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 34, n. 1, p. 57-64, 2010.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; SANTOS-MOURA, S. S.; COSTA, E. G.; MELO, P. A. F. R. Tratamentos para superar a dormência de sementes de *Cassia fistula* L. **Biotemas**, Florianópolis-SC, v. 26, n. 4, p. 11-22, 2013a.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; SANTOS-MOURA, S. S.; COSTA, E. G.; MELO, P. A. F. R. Germinação e vigor de sementes de *Apeiba tibourbou* submetidas ao estresse hídrico e diferentes temperaturas. **Ciências Florestal**, Santa Maria-RS, v. 23, n. 1, p. 45-53, 2013b.

HOLANDA, A. E. R.; MEDEIROS FILHO, S.; DIOGO, I. J. S. Influência da luz e da temperatura na germinação de sementes de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. – Fabaceae). **Gaia Scientia**, João Pessoa-PB, v. 9, n. 1, p. 22-27, 2015.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro, 2012. 271 p.

IKEDA, F. S.; VICTORIA FILHO, R.; VILELA, L.; MARCHI, G.; CAVALIERI, S. D.; SILVA, A. A. Emergência e crescimento inicial de cultivares de *Urochloa* em diferentes profundidades de semeadura. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 31, n. 1, p. 71-78, 2013.

IPEA – Instituto de Pesquisa em Economia Aplicada. **Diagnóstico da Produção de Mudanças Florestais Nativas no Brasil**. Relatório de pesquisa. Brasília: 2015, 58p.

- ISMAEL, J. C. B. **Caracterização física de frutos e sementes, morfologia da plântula e secagem de semente de cumaru (*Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd.)**. 2009. 70f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural da Amazônia, 2009.
- JOHNSON, C. N.; BALMFORD, A.; BROOK, B. W.; BUETTEL, M. G.; GUANGCHUN, L.; WILMSHURT, J. M. Biodiversity losses and conservation responses in the Anthropocene. **Science**, Washington-DC, v. 356, p. 270-275, 2017.
- JOHNSTON, M. C. Revision of Colubrina (Rhamnaceae). **Brittonia**, v. 23, 2-53, 1971.
- KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. 1. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 2004. 470 p.
- KOCH, F.; GEHLING, V. M.; PEDÓ, T.; TUNES, L. V. M.; VILLELA, F. A.; AUMONDE, T.Z. Expressão do vigor de sementes e desempenho inicial de plantas de canola: efeito da profundidade de sementeira. **Revista Agricultura**, Rio de Janeiro-RJ, v. 90, n. 2, p. 193-201, 2015.
- LADIGES, P. Y.; KELLERMANN, J.; NELSON, G.; HUMPHRIES, J. H.; UDOVICIC, F. Historical biogeography of Australian Rhamnaceae, tribe Pomaderreae. **Journal of Biogeography**, Oxford, v. 32, p. 1909-1919, 2005.
- LEÃO, N. V. M.; ARAÚJO, E. A. A.; SHIMIZU, E. S. C.; FELIPE, S. H. S. Características biométricas e massa de frutos e sementes de *Lecythis pisonis* Cambess. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia-GO, v. 13, n. 24, p. 167-175, 2016.
- LEÃO, N. V. M.; FELIPE, S. H. S.; SHIMIZU, E. S. C.; SANTOS FILHO, B. G.; KATO, O. R.; BENCHIMOL, R. L. Biometria e diversidade de temperaturas e substratos para a viabilidade de sementes de ipê amarelo. **ABRATES**, Rio de Janeiro-RJ, v. 25, n. 1, p. 50-54, 2015.
- LEITE, H. G.; JACOVINE, L. A. G.; SILVA, C. A. B.; PAULA, R. A.; PIRES, I. E.; SILVA, M.L. Determinação dos custos da qualidade em produção de mudas de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 29, n. 6, p. 955-964, 2005.
- LESSA, B. F. T.; FERREIRA, V. M.; ARAÚJO NETO, J. C.; SOUZA, R. C. Germinação de sementes de *Emilia coccinea* (Sims) G. DON em função da luminosidade, temperatura, armazenamento e profundidade de sementeira. **Ciências Agrárias**, Londrina-PR, v. 34, n. 6, p. 3193-3204, 2013.
- LEWIS, S. L.; EDWARDS, D. P.; GALBRAITH, D. Increasing human dominance of tropical forests. **Science**, Washington-DC, v. 349, n. 6250, 2015.
- LIMA, C. R.; BRUNO, R. L. A.; SILVA, K. R. G.; PACHECO, M. V.; ALVES, E. U. Qualidade fisiológica de sementes de diferentes árvores matrizes de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza-CE, v. 45, n. 2, p. 370-378, 2014.
- LIMA, J. D.; ALMEIDA, C. C.; DANTAS, V. A. V.; SILVA, B. M. S.; MORAES, W. S. Efeito da temperatura e do substrato na germinação de sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinoideae). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 30, n. 4, p. 513-518, 2006.

- LIMA JUNIOR, M. J. V. et.al. Análise de sementes. In: LIMA JUNIOR et al. **Manual de procedimentos para análise de sementes florestais**. Londrina: ABRATES, 2011. p. 11-15.
- LIMA, R. B.; GIULIETTI, A. M. Rhamnaceae. **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo, Instituto de Botânica**, São Paulo-SP, v. 4, p. 331-342, 2005.
- LIMA, Y. B. C.; DURIGAN, G.; SOUZA, F.M. Germinação de 15 espécies vegetais do Cerrado sob diferentes condições de luz. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 6, p. 1864-1872, 2014.
- LOPES, J. C.; CAPUCHU, M. T.; MARTINS FILHO, S.; REPOSSI, P. A. Influência de temperatura, substrato e luz na germinação de sementes de Bertalha. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v. 27, n. 2, p. 18-24, 2005.
- LOPES, J. C.; MACEDO, C. M. P. Germinação de sementes de couve chinesa sob influência do teor de água, substrato e estresse salino. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v. 30, n. 3, p. 079-085, 2008.
- LUCENA, E. O.; LÚCIO, A. M. F.; BAKKE, I. A.; PIMENTA, M. A. C.; RAMOS, T. M. Biometria e qualidade fisiológica de sementes de juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Marth.) de diferentes matrizes do semiárido paraibano. **ACSA**, Patos-PB, v. 13, n. 4, p. 275-280, 2017.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedlings emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.
- MARANHO, A. S.; SOARES, I. D.; GUIMARÃES, A. V. P. Biometria de frutos-sementes e emergência de plântulas de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Cham. em diferentes substratos e profundidades de semeadura. **Revista Biociências**, Taubaté, v. 20, n. 1, p. 56-62, 2014.
- MARQUARDT, K.; MILESTAD, R.; SALOMONSSON, L. Improved fallows: a case study of an adaptive response in Amazonian swidden farming systems. **Agriculture and Human Values**, v. 30, n. 3, p. 417-428, 2013.
- MARTINS, R. C. C. **Germinação e crescimento inicial de três espécies pioneiras do bioma Cerrado no Distrito Federal, Brasil**. 2004. 155p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, 2004.
- MARTINS, C. C.; BOVI, M. L. A.; SPIERING, S. H. Umedecimento do substrato na emergência e vigor de plântulas de pupunheira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v. 31, n. 1, p. 224-230, 2009.
- MATHEUS, M. T.; LOPES, J. C. Morfologia de frutos, sementes e plântulas e germinação de sementes de *Erythrina variegata* L. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v. 29, n. 3, p. 08-17, 2007.
- MEDAN, D.; SCHIRAREND, C. Rhamnaceae. **Flowering Plants – Dicotyledons**, 2004.

- MEDEIROS, J. X. *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby: Morfologia de frutos, sementes, plântulas, plantas jovens e Ecofisiologia da germinação. 2019. 127 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2019.
- MEDEIROS, J. X.; FELICIANO, A. L. P.; MATOS, V. P.; SILVA, G. H.; LOPES, Y. S.; FERREIRA, R. L. C.; CARVALHO, R. R. C. Overcoming dormancy and influence of light on the physiological quality of *Senna cana* (Fabaceae). **Journal of Experimental Agriculture International**, London, v. 34, n. 5, p. 1-9, 2019.
- MELO-JÚNIOR, J. L. A.; MELO, L. D. A.; ARAÚJO NETO, J. C.; FERREIRA, V. M. Germination and morphology of seeds and seedling of *Colubrina glandulosa* Perkins after overcoming dormancy. **Australian Journal of Crop Science**, v. 12, n. 4, p. 639-647, 2018.
- MORAIS JUNIOR, V. T. M.; JACOVINE, L. A. G.; TORRES, C. M. M. E.; ALVES, E. B. B. M.; PAIVA, H. N.; CRUZ, R. A.; ZANUNCIO, J. C. Early assessment of tree species with potential for carbono offset plantations in degraded área from the southeastern Brazil. **Ecological Indicators**, v. 98, p. 854-860, 2018.
- 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. **Ilheringia**, Porto Alegre-RS, v. 71, n. 3, p. 222-229, 2016.
- NAKAGAWA, J. Teste de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Eds). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999, p. 2.1- 2.21.
- 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-MG, v. 33, n. 1, p. 35-45, 2009.
- NASCIMENTO, I. L.; MARACAÇA, P. B.; SILVA, M. L. S.; LIMA, F. M.; COELHO, D. C. Emergência e crescimento inicial de plântulas de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. var. *leiostachya* Benth. em diferentes tipos de solos. **ACSA**, Campina Grande-PB, v. 10, n. 2, p. 42-49, 2014.
- NERY, E. R. A.; SARAIVA, C. S.; CRUZ, L. M. S.; SOUZA, M. M. O. R.; GOMES, F. S.; EL-HANI, C. N.; MARIANO-NETO, E. The restoration concept in the scientific literature and in the Brazilian law. **Revista Caititu**, Salvador - BA, v. 1, n. 1, p. 43-56, 2013.
- NOGUEIRA, N. W.; RIBEIRO, M. C. C.; FREITAS, R. M. O.; GURGEL, G. B. NASCIMENTO, I. L. Diferentes temperaturas e substratos para germinação de sementes de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. **Revista de Ciências Agrárias**, Recife-PE, v. 56, n. 2, p. 95-98, 2013.
- NOVAES, K. A. **Produção de mudas: diagnóstico e situação atual nos viveiros do município de Rondonópolis – MT**. 2019. 48p. Monografia – Fundação Universidade Federal de Rondonópolis, 2019.
- OLIVEIRA, L. M.; DAVIDE, A. C.; CARVALHO, M. L. M. Avaliação de métodos para quebra da dormência e para a desinfestação de sementes de canafístula (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 27, n. 5, p. 597-603, 2003.

OLIVEIRA, O. S. **Tecnologia de sementes florestais: espécies nativas**. Curitiba: UFPR, 2012. 403 p.

OLOGUNDUDU, A. F.; ADELUSI, A. A.; ADEKOYA, K. P. Effect of light stress on germination and growth parameters of *Corchorus olitorius*, *Celosia argentea*, *Amaranthus cruentus*, *Abelmoschus esculentus* and *Delonix regia*. **Not. Sci. Biol.**, Cluj-Napoca, v. 5, n. 4, p. 468-475, 2013.

ORZARI, I.; MONQUERO, P. A.; REIS, F. C.; SABBAG, R. S.; HIRATA, A. C. S. Germinação de espécies da família Convolvulaceae sob diferentes condições de luz, temperatura e profundidade de semeadura. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 31, n. 1, p. 53-61, 2013.

ONSTEIN, R. E.; LINDER, H. P. Beyond climate: convergence in fast evolving sclerophylls in Cape and Australian Rhamnaceae predates the mediterranean climate. **Journal of Ecology**, London, v. 104, p. 665-677, 2016.

PÁDUA, J. A. A Mata Atlântica e a Floresta Amazônica na construção do território brasileiro: estabelecendo um marco de análise. **Revista de História Regional**, v. 20, n. 2, p. 232-251, 2015.

PAGLIARINI, M. K.; NASSER, M. D.; NASSER, F. A. C. M.; CAVICHIOLI, J. C.; CASTILHO, R. M. M. Influência do tamanho de sementes e substratos na germinação e biometria de plântulas de jatobá. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa-PB, v. 8, n. 5, p. 33-38, 2014.

PASSOS, M. A. A.; SILVA, F. J. B. C.; SILVA, E. C. A.; PESSOA, M. M. L.; SANTOS, R. B. Luz, substrato e temperatura na germinação de sementes de cedro-vermelho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 43, n. 2, p. 281-284, fev. 2008.

PEDÓ, T.; SEGALIN, S. R.; SILVA, T. A.; MARTINAZZO, E. G.; GAZOLLA NETO, A.; AUMONDE, T. Z.; VILLELA, F. A. Vigor de sementes e desempenho inicial de plântulas de feijoeiro em diferentes profundidades de semeadura. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife-PE, v. 9, n. 1, p. 59-64, 2014.

PEREIRA, S. R.; GIRALDELLI, G. R.; LAURA, V. A.; SOUZA, A. L. T. Tamanho de frutos e de sementes e sua influência na germinação de jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* var. *stigonocarpa* Mart. ex Hayne, Leguminosae- Caesalpinoideae). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v. 33, n. 1, p. 141-148, 2011.

PESKE, S. T.; PESKE, F. B. Absorção de água sob estresse. **Seed News**. Pelotas-RS, v. 15, n.3, p. 1-2, 2011.

PILON, N. A. L.; DURIGAN, G.; Critérios para indicação de espécies prioritárias para a restauração da vegetação de cerrado. **Scientia Forestalis**, Piracicaba-SP, v. 41, n. 99, p. 389-399, 2013.

PINTO, T. T. **Morfoanatomia e fisiologia de sementes com dormência física de *Colubrina glandulosa* Perkins (Rhamnaceae) e *Senna multijuga* (Rich.) H.S. Irwin & Barneby (Caesalpinioideae – Fabaceae)**. 2013. 80p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2013.

REGO, S. S.; NOGUEIRA, A. C.; KUNIYOSHI, Y. S.; SANTOS, A. F. Germinação de sementes de *Blepharocalyx salicifolius* (H.B.K.) Berg. em diferentes substratos e condições de temperaturas, luz e umidade. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v. 31, n. 2, p. 212-220, 2009.

RICHARDSON, J. E.; CHATROU, L. W.; MOLS, J. B.; ERKENS, R. H. J.; PIRIE, M. D. Historical biogeography of two cosmopolitan families of flowering plants: Annonaceae and Rhamnaceae. **Philosophical Transactions of the Royal Society**, London, v. 359, p. 1495-1508, 2004.

RICHARDSON, J. E.; QUENTIN, M. F. F.; CRONK, Q. C. B.; BOWMAN, D.; CHASE, M.W. A phylogenetic analysis of Rhamnaceae using RVcL and TRNL-F plastid DNA sequences. **American Journal of Botany**, v. 87, n. 9, p. 1309-1324, 2000.

ROBERTS, E. H. Predicting the storage life of seed. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 1, n. 3, p. 499-514, 1973.

ROCHA, A. P. **Estabelecimento de protocolo para análise de germinação de sementes de *Zizyphus joazeiro* Mart.** 2010. 81p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2010.

RODRIGUES, A. C. C.; OSUNA, J. T. A.; QUEIROZ, S. R. O. D.; RIOS, A. P. S. Biometria de frutos e sementes e grau de umidade de sementes de angico (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan Var. *cebil* (Griseb.) Altschul) procedentes de duas áreas distintas. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, Garça-SP, v. 4, n. 8, p.1-15, 2006.

RODRIGUES, A. J.; BATISTA, E. M. C.; OLIVEIRA, L. M.; PORTELLA, A. C. F.; SOUZA, P. B. Influência da profundidade e posição de semeadura na emergência de *Acacia polyphylla* DC. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal-PB, v. 11, n. 1, p. 23-29, 2016.

RODRIGUES, R. R.; LIMA, R. A. F.; GANDOLFI, S.; NAVE, A. G. On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1242-1251, 2009.

SALOMÃO, A. N.; SILVA, J. C. S. Germinação, análise e armazenamento de sementes. In: SALOMÃO, A. N.; SILVA, J. C. S.; DAVIDE, A. C.; GONZÁLES, S.; TORRES, R. A. A.; WETZEL, M. M. V. S.; FIRETTI, F.; CALDAS, L. S. **Germinação de sementes e produção de mudas de plantas do Cerrado**. Brasília, Rede de Sementes do Cerrado, 2003. 96 p.

SANTOS, F. L. S.; MELO, W. R. F.; COELHO, P. H. M.; BENETT, C. G. S.; DOTTO, M. C. Crescimento inicial de espécies de *Urochloa* em função da profundidade de semeadura. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 2, n. 4, p. 1-6, 2015.

SANTOS, J. L.; LUZ, I. S.; MATSUMOTO, S. N.; D'ARÊDE, L. O.; VIANA, A. E. S. Superação da dormência tegumentar de sementes de *Piptadenia viridiflora* (Kunth) Benth pela escarificação química. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 30, n. 6, p. 1642-1651, 2014.

SANTOS, S. R. **Estudo anatômico do lenho e descrição morfológica de cinco espécies sul-rio-grandenses da família Rhamnaceae.** 2008. 121f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, 2008.

SEOANE, C. E.; FROUFE, L.C.; AMARAL-SILVA, J.; ARANTES, A. C. V.; NOGUEIRA, R.; STEENBOCK, W. 16769 – Conservação ambiental forte alcançada através de sistemas agroflorestais multiestratificados. 1- Agroflorestas e a restauração ecológica de florestas. **Cadernos de Agroecologia**, Recife-PE, v. 9, n. 4, p. 1-11, 2014.

SILVA, A. I. S.; CORTE, V. B.; PEREIRA, M. D.; CAZZUOL, G. R. F; LEITE, I. T. A. Efeito da temperatura e de tratamentos pré-germinativos na germinação de sementes de *Adenanthera pavonina* L. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina-PR, v. 30, n. 4, p. 815-824, 2009.

SILVA, A. J.; CARPANEZZI, A. A.; LAVORANTI, O.J. Quebra de dormência de sementes de *Erythrina crista-galli*. **Bol. Pesq. Fl.**, Colombo-PR, n. 53, p. 65-78, 2006.

SILVA, J. A. T. **Avaliação da germinação e vigor de sementes de *Plathymenia reticulata* Benth.** 2018. 57 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2018.

SILVA, J. B. C.; NAKAGAWA, J. Estudos de fórmulas para cálculo de germinação. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 5, n. 1, p. 62-73, 1995.

SILVA, K. B.; ALVES, E. U.; OLIVEIRA, A. N. P.; SOUSA, N. A.; AGUIAR, V. A. Influência da luz e temperatura na germinação de sementes de quixaba. **Revista Agropecuária Técnica**, Areia-PB, v. 35, n. 1, p. 13-22, 2014.

SILVA, K. A; MARTINS, S. V.; MIRANDA NETO, A.; CAMPOS, W. H. Semeadura direta com transposição de serapilheira como metodologia de restauração ecológica. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 39, n. 5, p. 811-820, 2015.

SILVA, L. M. M.; MATOS, V. P.; Efeito da luz e da temperatura na germinação de sementes de coaçu (*Triplaris surinamensis* Cham.). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande-PB, v. 2, n. 1, p. 94-96, 1998.

STRASSBURG, B. B. N.; BROOKS, T.; BARBIERI, R. F.; IRIBARREM, A.; CROUZEILLES, R.; LOYOLA, R.; LATAWIEC, A. E.; OLIVEIRA FILHO, F. J. B.; SCARAMUZZA, C. A. M.; SCARANO, F. B.; SOARES-FILHO, B.; BALMFORD, A. Moment of truth for the Cerrado hotspot. **Nature Ecology & Evolution**, v. 1, n. 0099, 2017.

TABARELLI, M.; PINTO, L. P.; SILVA, J. M. C.; HIROTA, M. M.; BEDÊ, L. C. Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, 2005.

TILLMANN, M. A. A.; MENEZES, N. L. Análise de sementes. In: PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas: Editora Universitária/UFPel, 2012. p. 162-272.

VECHIATO, M. H. **Importância da qualidade sanitária de sementes de florestais na produção de mudas**. 2010. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2010_3/SementesFlorestais/index.htm>. Acesso em: 15/4/2019.

WALTERS, C. Orthodoxy, recalcitrance and in-between: describing variation in seed storage characteristics using threshold responses to water loss. **Planta**, v. 242, n. 2, p. 397-406, 2015.