

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA

BACHARELADO EM AGRONOMIA

**ASPECTOS FISIOLÓGICOS DE SEMENTES DE *PIPTADENIA MONILIFORMIS*
BENTH.**

JOYCE NAIARA DA SILVA

Monografia apresentada ao Curso de Agronomia da
Universidade Federal Rural de Pernambuco -
Unidade Acadêmica de Serra Talhada, como
requisito básico para conclusão do curso.

**Orientadora: Prof.^a Dr.^a Monalisa Alves Diniz da
Silva**

**SERRA TALHADA
PERNAMBUCO – BRASIL**

2019

**ASPECTOS FISIOLÓGICOS DE SEMENTES DE *PIPTADENIA MONILIFORMIS*
BENTH.**

JOYCE NAIARA DA SILVA

Monografia apresentada ao Curso de
Agronomia da Universidade Federal Rural de
Pernambuco – Unidade Acadêmica de Serra
Talhada, como requisito básico para conclusão
do curso.

APROVADA em ____ de _____ de _____

Prof.^a Dr.^a Rosa Honorato de Almeida
(UFRPE - UAST)

Prof.^a Dr.^a Luzia Ferreira da Silva
(UFRPE - UAST)

Prof.^a Dr.^a Monalisa Alves Diniz da Silva
Orientadora

SERRA TALHADA
PERNAMBUCO – BRASIL

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca da UAST, Serra Talhada - PE, Brasil.

S586a Silva, Joyce Naiara da

Aspectos fisiológicos de sementes de *piptadenia moniliformis* benth /
Joyce Naiara da Silva. – Serra Talhada, 2019.
42 f.: il.

Orientadora: Monalisa Alves Diniz da Silva

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Bacharelado em
Agronomia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Unidade
Acadêmica de Serra Talhada, 2019.

Inclui referências.

1. Envelhecimento acelerado. 2. Sementes. 3. Germinação. I. Silva,
Monalisa Alves Diniz da, orient. II. Título.

CDD 630

Dedico esse trabalho à minha família, que é meu porto seguro!

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus, pelo dom da vida, por todas as portas abertas e por tornar tudo possível, por me amparar nos momentos difíceis, me dar força interior para superar as dificuldades, mostrar o caminho nas horas incertas e me suprir em todas as minhas necessidades.

Aos meus pais, Jorge e Josicleide, pois sempre estiveram ao meu lado, me incentivando a correr atrás dos meus objetivos e por sempre acreditarem na minha capacidade. Sem vocês, vencer mais essa etapa não seria possível! Agradeço de coração. A meu irmão Jackson, por sempre torcer pelo meu sucesso, por todo apoio e amor.

À minha orientadora Monalisa Alves Diniz da Silva, por sua orientação ao longo desses anos, pela confiança depositada, por todos os ensinamentos, certamente servirá de espelho para minha conduta profissional.

Ao grupo NESS (Núcleo de Estudo de Sementes do Semiárido), em especial a Rafael e Elania, que me ajudaram em todos os experimentos, e me acalmaram várias vezes, quando eu achava que estava tudo dando errado, obrigada por serem tão presente.

Aos meus amigos da graduação, pela companhia por todos esses anos, em especial a Larissa, Ana Karlla, Andressa e M^o Aiane, por todo companheirismo, amizade, sem dúvida irei leva-las pra sempre em meu coração.

A minha amiga, que com o tempo se tornou irmã, Mailza, por dividir comigo durante esses anos todas as minhas vitórias e fracassos, por sempre me dar palavras de apoio, sem dúvidas a experiência de viver longe de casa se tornou mais leve por que estávamos juntas.

A todos os professores do curso, que foram tão importantes na minha formação acadêmica.

A banca examinadora por todas as contribuições para a melhoria do trabalho.

A todos que contribuíram de forma direta ou indireta para a conclusão de mais uma etapa da minha vida acadêmica.

Gratidão!

“Ele é o meu Deus, o meu refúgio, a minha fortaleza, e nele confiarei.”

Salmo 91:2

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	i
LISTA DE FIGURAS	ii
RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
1. INTRODUÇÃO.....	12
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1 Caracterização da espécie	14
2.2 Dormência e tratamentos pré-germinativos	14
2.3 Potencial fisiológico.....	16
2.3.1 Teste Padrão de germinação	17
2.3.2 Teste de envelhecimento acelerado	17
2.3.3 Teste de condutividade elétrica	19
3. MATERIAL E MÉTODOS	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
5. CONCLUSÕES	35
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Análise de variância para as variáveis: porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) de sementes de <i>Piptadenia moniliformis</i> Benth submetidas a diferentes períodos de imersão em ácido sulfúrico para superação da dormência. Serra Talhada-PE, 2019.....	23
Tabela 2. Teor de água (%) de sementes de <i>Piptadenia moniliformis</i> Benth. antes e após os testes de envelhecimento acelerado tradicional e envelhecimento acelerado em solução saturada à 41°C por 24, 48, 72 e 96 horas. Serra Talhada-PE, 2019.....	27
Tabela 3. Análise de variância para as variáveis: porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG), e condutividade elétrica (CE) de sementes de <i>Piptadenia moniliformis</i> Benth em função das metodologias (MEA) e dos períodos (PEA) de exposição ao envelhecimento acelerado. Serra Talhada-PE, 2019.....	28
Tabela 4. Porcentagem de germinação (PG), tempo médio de germinação (TMG) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de <i>Piptadenia moniliformis</i> Benth submetidas a diferentes metodologias do teste de envelhecimento acelerado (EA) à 41°C por diferentes períodos. Serra Talhada-PE, 2019.....	29
Tabela 5. Condutividade elétrica (CE) de sementes de <i>Piptadenia moniliformis</i> Benth submetidas a diferentes metodologias do teste de envelhecimento acelerado (EA) à 41°C por diferentes períodos. Serra Talhada-PE, 2019.....	32
Tabela 6. Correlação simples de Pearson (r) entre a condutividade elétrica (CE) e as variáveis germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) para as diferentes metodologias de envelhecimento acelerado. Serra Talhada, 2019.....	34

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Superação de dormência das sementes de <i>Piptadenia moniliformis</i> Benth. (A), e semeadura em caixas plásticas tipo gerbox (B). Serra Talhada – PE, 2019. Fonte: Arquivo pessoal.....	20
Figura 2. Imersão das sementes de <i>Piptadenia moniliformis</i> Benth. em água por 24 horas à 25°C (A), e aparelho de condutivímetro de bancada utilizado no teste de condutividade elétrica (B) Serra Talhada – PE, 2019. Fonte: Arquivo pessoal.....	22
Figura 3. Porcentagem de germinação – PG (A), índice de velocidade de germinação – IVG (B) e tempo médio de germinação – TMG (C) de sementes de <i>Piptadenia moniliformis</i> Benth submetidas a diferentes períodos de imersão em ácido sulfúrico para superação da dormência. Serra Talhada – PE, 2019.....	24
Figura 4. Proliferação de microrganismos nas sementes de <i>Piptadenia moniliformis</i> Benth. após 96 (A) e 72 (B) horas de exposição ao teste de envelhecimento acelerado tradicional, à 41°C. Serra Talhada – PE, 2019. Fonte: Arquivo pessoal.....	28
Figura 5. Regressão polinomial dos valores médios da porcentagem de germinação (PG) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de <i>Piptadenia moniliformis</i> Benth submetidas a diferentes metodologias do teste de envelhecimento acelerado à 41°C por diferentes períodos. Serra Talhada – PE, 2019.....	30
Figura 6. Regressão polinomial dos valores médios da condutividade elétrica (CE) das sementes de <i>Piptadenia moniliformis</i> Benth. submetidas a diferentes metodologias do teste de envelhecimento acelerado à 41°C por diferentes períodos. Serra Talhada – PE, 2019.....	33

SILVA, Joyce Naiara. Aspectos fisiológicos de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. 2019. 42p. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Serra Talhada, Pernambuco, Brasil.*

RESUMO

Com o aumento da demanda por sementes de espécies florestais nativas de alta qualidade, principalmente para subsidiar trabalhos de reflorestamentos mistos, é fundamental que os métodos de avaliação de qualidade das sementes sejam eficientes, logo o presente trabalho objetivou avaliar aspectos pertinentes à qualidade fisiológica de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. (angico de bezerro). Foram conduzidos dois experimentos: experimento 1 - Emprego de tratamentos de superação da dormência das sementes, em que estas foram imersas em ácido sulfúrico concentrado por (zero – sementes intactas; 5; 10; 15; 20 e 25 minutos). O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com seis tratamentos e cinco repetições de 20 sementes por tratamento. Experimento 2 - Avaliação da metodologia do teste de envelhecimento acelerado, ou seja, metodologia tradicional e a que emprega o uso de solução saturada de NaCl, à 41°C com períodos de exposição de zero; 24; 48; 72 e 96 h. Antes e após cada período de envelhecimento, independente do método, foi determinado o teor de água das sementes. Após cada tratamento as sementes foram submetidas aos testes de condutividade elétrica e germinação. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x5 (metodologia x tempos de exposição), com quatro repetições de 25 sementes por tratamento. Para a superação da dormência das sementes não houve diferença estatística entre os tempos de 5; 10; 15; 20 e 25 minutos de imersão no ácido sulfúrico, porém o tempo de 20 minutos proporcionou um maior número de sementes com protrusão da raiz primária. Os diferentes métodos de envelhecimento acelerado, convencional e solução saturada, afetaram a qualidade fisiológica das sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth., com a redução do potencial germinativo a partir de 24 horas de exposição. Quanto à metodologia empregada, a utilização da solução saturada proporcionou, de forma geral, os melhores resultados, visto que o teor de água das sementes foi menor, reduzindo assim a proliferação de fungos. Os resultados obtidos no teste bioquímico de condutividade elétrica mostraram que o aumento do período de envelhecimento, independente da metodologia, ocasionou o aumento da deterioração das sementes. Logo se conclui que as sementes de *P. moniliformis* Benth. tiveram sua dormência superada quando imersas em ácido sulfúrico concentrado pelos períodos de 5; 10; 15; 20 ou 25 minutos; e que as diferentes metodologias de envelhecimento acelerado, tradicional e solução saturada, afetaram a qualidade fisiológica das sementes.

Palavras-chave: envelhecimento acelerado, espécies florestais, germinação

*Comitê Orientador: Prof.^a Dr.^a Monalisa Alves Diniz da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Serra Talhada.

ABSTRAC

SILVA, Joyce Naiara. Physiological aspects of seeds of *Piptadenia moniliformis* Benth. 2019. 42p. Monograph (Graduation in Agronomy) – Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Serra Talhada, Pernambuco, Brazil.*

With the increasing demand for seeds of high quality native forest species, mainly to support the work of mixed reforestation, it is fundamental that the methods of quality evaluation of the seeds are efficient, so the present work aimed to evaluate aspects pertinent to the physiological quality of seeds of *Piptadenia moniliformis* Benth. (calico angus). Two experiments were carried out: experiment 1 - Use of seed dormancy overcoming treatments, where they were immersed in concentrated sulfuric acid by (zero - intact seeds, 5, 10, 15, 20 and 25 minutes). The design was a completely randomized design, with six treatments and five replicates of 20 seeds per treatment. Experiment 2 - Evaluation of the methodology of the accelerated aging test, that is, traditional methodology and that employing the use of saturated NaCl solution at 41°C with periods of zero exposure; 24; 48; 72 and 96 h. Before and after each aging period, regardless of the method, the water content of the seeds was determined. After each treatment the seeds were submitted to electrical conductivity and germination tests. The design was completely randomized, in a 2x5 factorial scheme (methodology x exposure times), with four replicates of 25 seeds per treatment. To overcome seed dormancy there was no statistical difference between the times of 5; 10; 15; 20 and 25 minutes of immersion in sulfuric acid, but the time of 20 minutes provided a larger number of seeds with protrusion of the primary root. The different methods of accelerated aging, conventional and saturated solution, affected the physiological quality of seeds of *Piptadenia moniliformis* Benth., With the reduction of the germinative potential after 24 hours of exposure. Regarding the methodology employed, the use of the saturated solution generally gave the best results, as the water content of the seeds was lower, thus reducing fungal growth. The results obtained in the biochemical test of electrical conductivity showed that the increase of the aging period, independent of the methodology, caused the increase of the deterioration of the seeds. It is soon concluded that the seeds of *P. moniliformis* Benth. had their dormancy overcome when immersed in concentrated sulfuric acid for periods of 5; 10; 15; 20 or 25 minutes; and that the different methodologies of accelerated aging, traditional and saturated solution, affected the physiological quality of the seeds.

Keywords: accelerated aging, forest species, germination

*Advising Committee: Prof.^a Dr.^a Monalisa Alves Diniz da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Serra Talhada

1 INTRODUÇÃO

A produção de sementes de espécies florestais tem se tornado cada vez mais expressiva em função da necessidade de obtenção de mudas a serem usadas em programas de reposição florestal, reflorestamento, arborização urbana, recuperação de áreas degradadas e sistemas agroflorestais; além de contribuir para a preservação das espécies florestais nativas em extinção, entre outras atividades, que necessitam deste insumo (VIEIRA et al., 2011).

As essências florestais têm sua propagação comprometida tanto pela falta de preservação como de estudos do comportamento das sementes após a colheita. Durante o armazenamento, as sementes podem sofrer processos que afetam seu vigor, culminando com a deterioração, que é um processo irreversível e contínuo (DELOUCHE, 1982), determinado por uma série de alterações fisiológicas, bioquímicas, físicas e citológicas, que tem início a partir da maturidade fisiológica, apresentando um ritmo progressivo, resultando em queda da qualidade e morte da semente (MARCOS FILHO, 2015), cuja duração do processo é determinada pela interação entre herança genética e fatores ambientais relacionados ao manejo pós colheita da semente (DELOUCHE; BASKIN, 1973). A deterioração causa a perda de viabilidade e redução no vigor das sementes, podendo influenciar a produtividade de uma cultura pelo decréscimo na germinação e/ou estabelecimento inicial da cultura, além de resultar em menor desempenho das plantas sobreviventes (ROBERTS, 1974). O fenômeno da deterioração pode ser explicado pelo processo de envelhecimento, o qual manifesta-se pela peroxidação de lipídios, rompimento das membranas celulares e desintegração do núcleo da célula (LOPES, 1990).

Visto isso, para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes de espécies florestais, não se deve considerar apenas os resultados dos testes de germinação, é necessária a complementação das informações com os testes de vigor. Para as espécies florestais, em geral, o teste de germinação é o parâmetro mais utilizado para avaliar a qualidade fisiológica de sementes, uma vez que é um teste confiável e reproduzível; mas como este é realizado em condições favoráveis, apresenta várias limitações: além de não possibilitar a identificação precisa dos fatores que afetam a qualidade, também não detecta sutis alterações na deterioração das sementes, não prediz o resultado do desempenho das sementes em condições gerais de campo e tão pouco o potencial de

armazenamento (DELOUCHE, 2002). Diferente do teste de germinação, os testes de vigor objetivam identificar possíveis diferenças no grau de deterioração de sementes que apresentem potencial germinativo semelhante, podendo assim estimar sua capacidade de armazenamento e emergência de plântulas em campo (FRANZIN et al., 2004). Vários testes podem ser usados para a avaliação do vigor das sementes, entre estes se destacam os testes de envelhecimento acelerado (CHASURISRI; EDWARDS; EL-KASSABY; 1993); pH do exsudato (MELO; MARTINS, 2010); tetrazólio (FOGAÇA et al., 2011) e condutividade elétrica (CORTE et al., 2010).

O envelhecimento acelerado é um dos mais difundidos devido à sua precisão e sensibilidade em detectar diferenças de qualidade entre lotes de sementes com germinação semelhante (PEREIRA et al., 2015). Esse teste avalia a resistência das sementes após um período de exposição à alta temperatura e umidade relativa do ar (MARCOS FILHO, 2015), tais fatores induzem reações oxidativas nos constituintes celulares da semente (MENEZES et al., 2014) e resultam na redução da velocidade e porcentagem de germinação, assim como o aumento da formação de plântulas anormais (MARCOS FILHO, 2015). Dessa forma, os lotes de sementes que mantêm elevada germinação após serem submetidos ao envelhecimento acelerado, são considerados de alto vigor quando comparados aqueles que tem sua viabilidade reduzida (PEREIRA et al., 2012).

A espécie *Piptadenia moniliformis* Benth., conhecida como angico-de-bezerro, pertencente à família Fabaceae, nativa do Nordeste brasileiro, possui uma altura de 4 a 9 metros, sua madeira é pesada, de textura média, com resistência mecânica média e boa durabilidade natural (LORENZI, 2002). Por apresentar pequenas dimensões, Lorenzi (2002) destaca que essa espécie pode ser empregada em pequenas obras da construção civil, marcenaria leve e na fabricação de carvão, além de ser indicada para composição de reflorestamentos heterogêneos com fins preservacionistas, devido sua rusticidade e rápido crescimento.

Considerando o aumento da demanda por sementes de espécies florestais nativas de alta qualidade, principalmente para subsidiar trabalhos de reflorestamentos mistos, é fundamental que os métodos de avaliação de qualidade das sementes sejam eficientes. Logo o objetivo geral deste trabalho foi avaliar o potencial fisiológico de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. tendo como específicos a determinação do melhor

tempo de imersão em ácido sulfúrico para superar a dormência e a influência do envelhecimento acelerado.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Caracterização da espécie

A espécie *Piptadenia moniliformis* Benth. conhecida popularmente como angico-de-bezerro, catanduva, catanduba, pertence à família Fabaceae, sub-família Mimosoideae (ANDRADE-LIMA, 1989). Ela apresenta porte arbóreo, com copa arredondada, sem espinhos, tronco tortuoso, com casca fina e um pouco rugosa. Suas folhas são compostas e bipinadas; as flores são dispostas em espigas cilíndricas; o seu fruto é uma vagem plana, deiscente, atingindo até 13 cm de comprimento, de cor marrom ou branca que se abre por apenas um dos lados, expondo suas sementes ovais (MAIA, 2004).

As sementes do angico de bezerro são de formato ovóide, com comprimento de $1,82 \pm 0,53$ mm, largura de $5,05 \pm 0,40$ mm e espessura de $1,82 \pm 0,36$ mm; apresentam superfície lisa e lustrosa; cor cinza nas bordas, tendendo a branco, sendo a parte central, da mesma coloração das bordas; peso de mil sementes com 37,6 g (SOUZA; LIMA, 1982). Quanto à coloração do tegumento, a cor mais frequente é o castanho claro (DUCKE, 1969). A espécie apresenta dormência por impermeabilidade do tegumento à água, característica desta família e de outras como Malvaceae, Geraniaceae, Chenopodiaceae, Convolvulaceae, Solanaceae e Liliaceae (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

O angico-de-bezerro é indicado para recuperação de solos, combate a erosão e para a primeira fase de restauração florestal, ajudando no crescimento de outras espécies, inclusive de madeiras nobres, além disso, apresenta alto valor apícola (MAIA, 2004), ao mesmo tempo, fornece madeira, lenha, carvão e forragem (LORENZI, 2002).

2.2 Dormência e tratamentos pré-germinativos

Em várias espécies florestais mesmo quando suas sementes são submetidas a condições ideais para que ocorra a germinação esse processo não ocorre, logo essas sementes são denominadas dormentes e precisam ser submetidas a tratamentos especiais

(CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Para as espécies florestais da família Fabaceae têm sido observadas dificuldades relacionadas à germinação das sementes e a produção de mudas. Vários autores têm atribuído isso à impermeabilidade do tegumento da semente à água ou ao oxigênio, oferecendo elevada resistência física ao crescimento do embrião (MALAVASI; MALAVASI, 2004; COSSA et al., 2009) ou pela combinação com outros fatores (BASKIN; BASKIN, 2004).

A manifestação da dormência em sementes pode ocorrer de três formas: dormência imposta pelo tegumento, dormência embrionária e dormência devido ao desequilíbrio entre substâncias promotoras e inibidoras de germinação (BEWLEY; BLACK, 1994). A dormência embrionária pode ocorrer de duas formas, na primeira as sementes não apresentam o embrião totalmente desenvolvido no ponto de vista morfológico, e na segunda as sementes se desligam da planta-mãe com sua estrutura morfológica completa, porém com o embrião fisiologicamente imaturo (MARCOS FILHO, 2015). Quanto à dormência devido ao desequilíbrio entre substâncias promotoras e inibidoras de germinação, ocorre quando as sementes são submetidas a condições ambientais adversas que impedem ou dificulta sua atividade metabólica normal, por exemplo quando a presença de inibidores impedem a germinação das sementes de plantas desérticas, até que a intensidade das chuvas sejam suficientes para elimina-los e garantir o suprimento hídrico para o estabelecimento das plântulas (MARCOS FILHO, 2015). Esse tipo de dormência pode ser devido à sensibilidade a luz, à temperatura, ao oxigênio ou gás carbônico, à umidade, ao etileno e as substâncias receptoras de hidrogênio ou elétrons (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

A dormência imposta pelo tegumento é uma dormência física devido à impermeabilidade dos tegumentos das sementes ou do fruto à água. Este tipo de dormência é a mais comum entre as espécies vegetais, ocorrendo em 15 famílias das Angiospermas (BASKIN; BASKIN; LI, 2000). A utilização de tratamentos pré-germinativos quando realizados de forma adequada pode viabilizar e favorecer a germinação de sementes de espécies florestais que apresentam dificuldade de germinação (FREIRE et al., 2016).

Dentre os tratamentos pré-germinativos para a dormência exógena os que têm mostrado maior eficiência são as escarificações mecânica e ácida (BASKIN & BASKIN, 2014). Rocha et al. (2017) utilizando a escarificação química com ácido

sulfúrico por 15 minutos obtiveram 69% de emergência de plântulas de tamboril (*Enterolobium contortisiliquum* Ducke). Silva et al. (2017a) verificaram uma emergência de 72% quando as sementes de *Piptadenia moniliformis* foram imersas em ácido sulfúrico concentrado por 20 minutos.

2.3 Potencial fisiológico

A obtenção da máxima qualidade fisiológica das sementes é definida por ocasião da maturidade fisiológica, momento que há o máximo desenvolvimento de uma semente na planta. A partir deste momento, tende a ocorrer uma queda progressiva na qualidade da semente, em função do processo de deterioração (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). A duração e a intensidade do processo de deterioração durante o armazenamento são determinadas principalmente pela interação entre a herança genética, o teor de água/umidade relativa do ar e a temperatura do ambiente, o que proporciona alterações fisiológicas, bioquímicas, físicas e citológicas, determinando a redução do vigor, o que culmina com a morte da semente (MARCOS FILHO, 2015).

A detecção da deterioração de sementes, realizada por meio de testes de vigor, mostra-se como um componente importante na avaliação da qualidade fisiológica, possibilitando avaliação rápida do vigor, auxiliando na tomada de decisões quanto ao uso ou descarte de lotes de sementes (MARCOS FILHO, 2015). Assim, um dos principais desafios das pesquisas sobre tecnologia de sementes está na adequação de testes de vigor que permitam identificar eventos da deterioração que precedem a perda da capacidade germinativa das sementes. Ainda segundo o mesmo autor, entre esses eventos, figuram a danificação dos sistemas de membranas e dos mecanismos energéticos, a diminuição da resistência ao armazenamento e da tolerância aos estresses ambientais e a redução da velocidade de germinação.

Para as sementes de espécies florestais nativas, a interpretação dos resultados dos testes que avaliam o vigor é dificultada pela não domesticação das mesmas, pela desuniformidade do processo de maturação ou pela presença de dormência nas sementes, dentre outros fatores (BIRUEL, 2006).

Existem vários testes que visam determinar a qualidade fisiológica das sementes com o objetivo de fornecer informações sobre o vigor e a viabilidade de um lote. Entre eles, podem-se citar os testes de condutividade elétrica, envelhecimento acelerado e

tetrazólio, além do teste padrão de germinação (TPG). Juntamente com TPG podem ser extraídas informações sobre a velocidade do processo de germinação, comprimento e massa seca das plântulas. Sendo que tais informações são utilizadas como testes de vigor baseados no desempenho fisiológico das plântulas normais (MARCOS FILHO, 2015).

2.3.1 Teste Padrão de Germinação

O teste padrão usado para avaliação da qualidade fisiológica de sementes é o teste de germinação, cuja metodologia está prescrita nas Regras para Análises de Sementes para várias espécies cultivadas e algumas florestais (BRASIL, 2009). Esse teste tem como principais objetivos a obtenção de informações para determinar o valor das sementes para a semeadura e a comparação de diferentes lotes. Considera-se que a semente germinada seja aquela que proporciona um grau satisfatório de desenvolvimento de suas estruturas essenciais, culminando com a obtenção de uma plântula normal sob condições favoráveis no campo (MARCOS FILHO, 2015).

Este teste é conduzido sob condições ideais, considerando a disponibilidade de água e aeração, temperatura, luminosidade, características do substrato, com o objetivo de se obter a máxima porcentagem de germinação. Todavia, não avalia o potencial fisiológico das sementes sob condições desfavoráveis de germinação, as quais normalmente ocorrem no campo (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Visto isso têm sido desenvolvidos e aprimorados vários testes de vigor com o objetivo de agregar informações aos resultados já obtidos no teste padrão de germinação.

2.3.2 Teste de envelhecimento acelerado

O envelhecimento acelerado é um dos vários testes de vigor existentes mais difundidos devido à sua precisão e sensibilidade em detectar diferenças de qualidade entre lotes de sementes com germinação semelhante (PEREIRA et al., 2015). Esse teste avalia a resistência das sementes após um período de exposição às condições de elevada temperatura e umidade relativa do ar (MARCOS FILHO, 2015), as quais provocam reações oxidativas nos constituintes celulares da semente (MENEZES et al., 2014) e resultam na diminuição da porcentagem e velocidade de germinação, bem como no aumento da formação de plântulas anormais (MARCOS FILHO, 2015). Dessa forma, sementes que apresentam baixa qualidade se deterioram mais rapidamente do que as

mais vigorosas, resultando na diminuição acentuada de sua viabilidade após serem submetidas ao envelhecimento acelerado (FESSEL et al., 2005).

Para sementes de espécies florestais a metodologia do teste de envelhecimento acelerado vem sendo adaptada. A adequação da metodologia do teste para sementes de algumas espécies arbóreas das famílias Fabaceae como *Bauhinia forficata* Link (GUARESCHI et al., 2015), *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. (GUEDES et al., 2011) e *Erythrina velutina* Willd. (GUEDES et al., 2009) e Anacardiaceae como *Myracrodruon urundeuva* Allemão (ARAÚJO et al., 2013) tem demonstrado que esse teste também é promissor para auxiliar na avaliação do vigor de sementes florestais. Porém, observa-se que ainda são poucos os estudos que contemplem as sementes de espécies nativas diante da diversidade de espécies existentes.

Araújo et al. (2017) ao procederem com a execução de testes de envelhecimento acelerado à temperatura de 41 °C durante 0; 48;72 e 96 h em lotes de sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. (Fabaceae), verificaram que o teste de envelhecimento acelerado conduzido a 41 °C durante 96 h foi eficiente para diferenciar lotes de sementes de *L. leucocephala* em diferentes níveis de vigor. Já Lima et al. (2014) verificaram que o teste de envelhecimento acelerado, utilizando a metodologia tradicional, no período de 24 horas e à temperatura de 41°C, mostrou ser o teste de vigor mais eficiente na avaliação do potencial fisiológico das sementes de *Poincianella pyramidalis*.

Na metodologia tradicional utiliza-se apenas água no interior da caixa plástica tipo “gerbox”. Por sua vez, levando em consideração a diferença na quantidade de água absorvida pelas sementes quando expostas à umidade elevada, principalmente, quando as sementes avaliadas são pequenas, visto que, as mesmas absorvem água mais rapidamente intensificando o processo de deterioração (ALVES; SÁ, 2012), o teste de envelhecimento acelerado vem sendo conduzido utilizando soluções saturadas de sais (NaCl, KCl e NaBr) em substituição a água, com o intuito de retardar os efeitos provocados pela absorção de água pelas sementes

De acordo com a solução salina utilizada, podem ser obtidas umidades específicas, que propiciam redução da intensidade e da taxa de absorção de água pelas sementes, que culmina numa menor intensidade de deterioração e menor variação entre os resultados (JIANHUA; MCDONALD, 1996; TUNES et al., 2012).

2.3.3 Teste de condutividade elétrica

Lotes de sementes que apresentam porcentagem de germinação semelhante podem ter qualidade fisiológica diferente, visto que as primeiras alterações nos processos bioquímicos ocorrem, geralmente, antes que sejam verificados declínios na capacidade germinativa, onde a alteração ou perda da integridade das membranas celulares é um dos primeiros sinais da deterioração das sementes. Logo, os testes que se baseiam na integridade dos sistemas de membranas seriam indicados para detectar o processo de deterioração das sementes em sua fase inicial (RIBEIRO et al., 2009).

A condutividade elétrica baseia-se na modificação da resistência elétrica, causada pela lixiviação de eletrólitos dos tecidos da semente para a água em que ficou imersa, visto que à medida que a semente envelhece, há deterioração, consequentemente haverá perda na integridade dos sistemas de membranas da célula, aumentando assim, sua permeabilidade e, portanto, a lixiviação de eletrólitos (VIEIRA; KRZYZANOWSKY, 1999), além dos íons as sementes também lixiviam açúcares, ácidos orgânicos, aminoácidos. Baixas e médias concentrações de lixiviados não implicam em alterações na integridade das membranas, as quais são decorrentes de altas concentrações. A liberação inicial de eletrólitos é intensa tanto pelas sementes intactas e vigorosas como pelas danificadas, tornando difícil a identificação de possíveis diferenças de qualidade entre os lotes, logo no início da embebição. Com o decorrer deste processo, contudo, a quantidade de exsudatos liberados pelas sementes vigorosas vai se estabilizando, devido, principalmente, à reorganização das membranas (ROSA et al., 2000).

O teste de condutividade elétrica tem sido reconhecido como eficiente para avaliar o vigor de sementes de diversas espécies (MARCOS FILHO, 2015). Entre as espécies florestais em que as sementes foram submetidas ao teste, foram encontrados resultados satisfatórios quanto a avaliação da qualidade fisiológica para *Anadenanthera falcata* (Benth.) Speg. (STALLBAUN et al., 2015); *Jacaranda micrantha* Cham. (SOUZA, GARLET; DELAZERI, 2016); *Schinus molle* (DELAZERI et al., 2016); *Dipteryx alata* Vogel (ZUCHI et al., 2016).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Biologia, na Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Serra Talhada. As sementes utilizadas foram de *Piptadenia moniliformis* Benth, concedidas pelo Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental (NEMA) da cidade de Petrolina-PE.

3.1 Experimento I: Superação da dormência tegumentar

Para a realização da superação da dormência, as sementes foram submetidas a diferentes tempos de imersão em ácido sulfúrico concentrado, ou seja, zero (sementes intactas); 5; 10; 15; 20 e 25 minutos (Figura 1A). Após a imersão, as sementes permaneceram por 10 minutos em água corrente para eliminar qualquer resíduo do ácido.

Antes da superação de dormência, foi avaliado o teor de água das sementes, por meio do método da estufa a $105\pm 3^{\circ}\text{C}$, por 24 horas, de acordo com as Regras para Análise de Sementes - RAS (BRASIL, 2009). Foram utilizadas duas amostras de 25 sementes, os resultados foram expressos em porcentagem.

Posteriormente aos tratamentos de superação de dormência, as sementes foram semeadas sobre duas folhas de papel mata borrão, dispostas em caixas plásticas do tipo gerbox (Figura 1B), previamente umedecidas com 2,5 do seu peso seco. O teste de germinação foi conduzido em sala climatizada com temperatura média de 24°C e UR média de 35% obtidos através do termohigrômetro.



Figura 1. Superação de dormência das sementes de *Piptadenia moniliformis* (A), e semeadura em caixas plásticas tipo gerbox (B). Serra Talhada – PE, 2019. Fonte: Arquivo pessoal.

Foram realizadas contagens diárias do número de sementes germinadas até a estabilização da germinação, onde foi considerada germinada a semente com protrusão da raiz com aproximadamente 2 mm. Durante a condução do teste de germinação foram obtidos o índice de velocidade de germinação (IVG) (MAGUIRE, 1962) e o tempo médio de germinação (TMG) (LABOURIAU, 1983). Ao final do teste foi realizada a contabilização total de sementes germinadas para a porcentagem de germinação (PG). O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com seis tratamentos e cinco repetições de 20 sementes por tratamento. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando o programa estatístico Sisvar.

O período de imersão no ácido sulfúrico concentrado que proporcionou a melhor germinação foi utilizado para a realização da superação da dormência das sementes submetidas posteriormente ao teste de envelhecimento acelerado (experimento II).

3.2 Experimento II: Avaliação da metodologia do teste de envelhecimento acelerado em sementes de angico de bezerro

Foram conduzidas duas metodologias para o teste de envelhecimento acelerado, utilizando-se a mesma temperatura de envelhecimento, ou seja, 41°C.

a) Teste de envelhecimento acelerado (metodologia tradicional): foi conduzido com a utilização de caixas plásticas do tipo gerbox, contendo 40 mL de água no seu interior, com uma bandeja de tela de inox suspensa, onde as sementes foram distribuídas formando uma camada uniforme. As caixas foram mantidas em incubadora por quatro períodos de envelhecimento, sendo eles 24; 48; 72 e 96 horas à 41°C e umidade relativa de 100%, além da testemunha.

b) Teste de envelhecimento acelerado com solução salina: para a sua condução, ao invés de utilizar apenas H₂O no interior das caixas plásticas, foi adicionado 40 ml de uma solução salina preparada com cloreto de sódio (40 g de NaCl em 100 mL de água destilada), para ajustar a umidade relativa à 76%, de acordo com Jianhua & McDonald (1996).

Antes e após cada período de envelhecimento, independente do método, foi determinado o teor de água das sementes por meio do método da estufa a 105±3°C, por

24 horas, de acordo com as Regras para Análise de Sementes - RAS (BRASIL, 2009). Após cada tratamento as sementes foram submetidas aos testes de condutividade elétrica e germinação.

O teste de condutividade elétrica (Figuras 2A e 2B) foi realizado com quatro repetições de 25 sementes por tratamento, as quais foram inicialmente pesadas e colocadas em copos plásticos, contendo 75 mL de água destilada, durante 24 horas a 25°C. Decorrido o período, a condutividade elétrica da solução de embebição foi determinada em condutivímetro de bancada. Os resultados da condutividade foram expressos em $\mu\text{S}.\text{cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$.

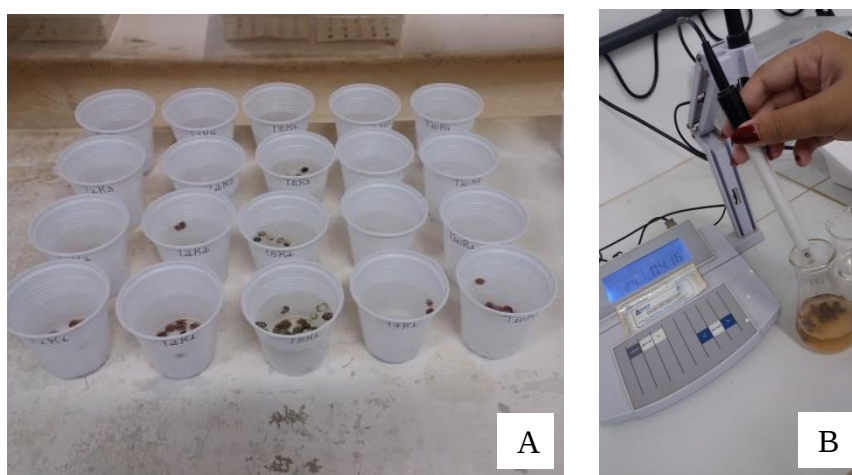


Figura 2. Imersão das sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. em água por 24 horas à 25°C (A), e aparelho de condutivímetro de bancada utilizado no teste de condutividade elétrica (B). Serra Talhada – PE, 2019. Fonte: Arquivo pessoal.

Teste de germinação: quatro repetições de 25 sementes de cada tratamento foram semeadas em caixas do tipo gerbox, sobre duas folhas de papel mata borrão, umedecidas previamente com água destilada na proporção de 2,5 do seu peso seco. Foram realizadas contagens diárias do número de sementes germinadas até a estabilização da germinação, sendo considerada germinada a semente que emitiu raiz primária de no mínimo 2 mm, avaliando-se ainda o índice de velocidade de germinação (IVG) e o tempo médio de germinação (TMG) obtidos segundo Maguire (1962) e Labouriau (1983), respectivamente. Ao final do teste foi realizada a contabilização total de sementes germinadas para a porcentagem de germinação (PG).

Também foram calculados os coeficientes de correlação simples de Pearson (r) entre a condutividade elétrica (CE) e as variáveis germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) para as diferentes metodologias de envelhecimento acelerado, utilizando o Excel.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x5 (metodologias x tempos de exposição), com quatro repetições de 25 sementes por tratamento. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos fatores quantitativos do teste de envelhecimento acelerado foram submetidas à análise de regressão linear, enquanto as médias dos fatores qualitativos foram comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade utilizando o programa estatístico Assistat versão 7.7 (SILVA & AZEVEDO, 2016).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimento I: Superação da dormência tegumentar em sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth

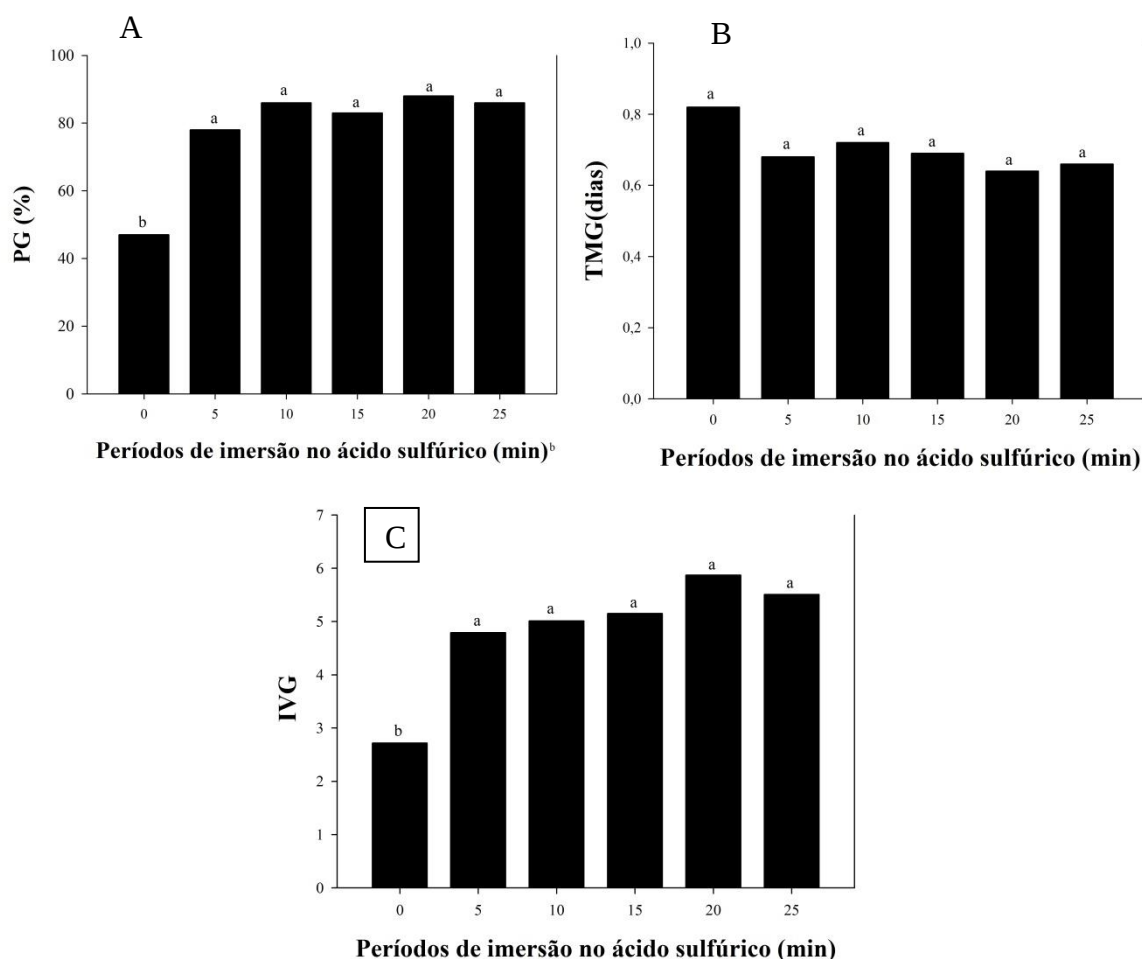
Houve efeito significativo pelo teste F, a 1% de probabilidade, para porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação e a 5% de probabilidade para o tempo médio de germinação (Tabela 1) das sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth submetidas a diferentes períodos de imersão em ácido sulfúrico para superação da dormência. O teor de água encontrado nas sementes de angico de bezerro antes da superação da dormência foi de 9,06%.

Tabela 1. Análise de variância para as variáveis: porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth submetidas a diferentes períodos de imersão em ácido sulfúrico para superação da dormência. Serra Talhada-PE, 2019.

F.V	GL	Quadrado Médio		
		PG	TMG	IVG
Tratamento	5	1214,0**	6,1078*	0,0202**
Resíduo	24	50,417	0,3258	0,0177
CV%		9,10	11,79	18,88

Efeito significativo a 1% (**), a 5% (*) e efeito não significativo (^{ns}); Coeficiente de variação (CV);

A porcentagem de germinação (Figura 3), das sementes imersas em ácido sulfúrico foi superior em relação às sementes intactas, que não passaram por nenhum tratamento. Os valores obtidos para 5; 10; 15; 20 e 25 minutos de imersão no ácido foram 78; 86; 83; 88 e 86%, respectivamente, enquanto que as sementes intactas apresentaram uma germinação de 47%.



Médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Figura 3. Porcentagem de germinação – PG (A), índice de velocidade de germinação – IVG (B) e tempo médio de germinação – TMG (C) de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth submetidas a diferentes períodos de imersão em ácido sulfúrico para superação da dormência. Serra Talhada – PE, 2019.

Ao utilizarem diferentes tratamentos pré-germinativos para as sementes de *Piptadenia moniliformis*, Azeredo et al. (2010) constataram que a imersão em ácido sulfúrico por 20; 25 e 30 minutos foram os tratamentos que proporcionaram maior germinação (valores superiores a 80%) enquanto que a imersão durante 15 minutos não proporcionou resultados tão satisfatórios (aproximadamente 50%), já a testemunha

proporcionou 15% de germinação. Por sua vez, Benedito et al. (2008) ao utilizarem ácido sulfúrico observaram germinação de 81 e 82% quando as sementes foram imersas por 10 e 15 minutos, respectivamente, enquanto que a imersão por 20 minutos resultou em uma germinação de 58%.

A variação de germinação encontrado no presente trabalho e por Azeredo et al. (2010) e Benedito et al. (2008) quando empregado o mesmo tratamento pode estar relacionada ao grau de dormência que a semente se encontra, visto que a intensidade da dormência irá variar em função da idade da semente, de planta para planta ou até mesmo entre as sementes da mesma planta; além da influência das condições ambientais em que as sementes se formaram.

Segundo Marcos Filho (2015) a proporção de sementes duras será maior quando a planta tiver sido exposta a relativa deficiência hídrica durante o processo de maturação das sementes, mais especificamente durante o período de acúmulo de massa seca. Ainda pode ocorrer também variação no grau de dormência em função do tamanho das sementes, em que as menores apresentam maior proporção e profundidade de dormência.

Ainda na Figura 3, observa-se que os diferentes tratamentos não ocasionaram diferença no tempo médio de germinação, variando de 0,66 a 0,82 dias, porém quando relaciona-se com o IVG, observa-se que a testemunha apresentou menor velocidade de germinação. Para os demais tratamentos, apesar de não haver diferença estatística é possível observar que as sementes imersas por 20 minutos proporcionaram uma maior velocidade de germinação. O comportamento observado para o TMG foi semelhante aos resultados de Costa et al. (2013), em que não observaram diferença significativa do TMG para as sementes de *Bauhinia forficata* Link quando expostas por 5; 10 e 15 minutos em ácido sulfúrico.

A utilização do ácido sulfúrico é um dos métodos mais utilizados para a superação de dormência de espécies que apresentam o tegumento impermeável, essa eficiência pode ser explicada por Dousseau et al. (2007), que relataram em seu trabalho que o ácido sulfúrico proporciona ao tegumento da semente um efeito corrosivo, o que é favorável, pois modifica a permeabilidade das membranas, possibilitando que a água, que é essencial à germinação, seja absorvida, iniciando assim o processo germinativo. Além disso, permite as trocas gasosas e suprime a resistência mecânica à protrusão da

raiz primária, bem como facilita a expansão do embrião. Para que se tenha êxito é necessário que o tempo de exposição da semente seja adequado, uma vez que pode ocorrer dano ao embrião ou até a morte da semente (quando o tempo é ultrapassado). Entre as espécies da família Fabaceae que obtiveram resultados satisfatórios pode-se citar o *Enterolobium contortisiliquum*, quando imersas em ácido concentrado e diluído (75 %) durante 20 minutos (PEREIRA JUNIOR; QUEIROZ, 2015); *Caesalpinia ferrea* por 5 e 10 minutos (OLIVEIRA et al, 2017); *Piptadenia stipulacea* por 10 minutos (FARIAS et al, 2013) e *Erythrina velutina* por 10 minutos (SILVA et al, 2017b).

Com o processo de embebição sendo mais acelerado, as sementes irão germinar mais rápido, como pode ser observado nas sementes que foram imersas no ácido por 20 min, e com isto o consumo das reservas energéticas gastas durante o processo germinativo será menor, fazendo com que as referidas reservas contribuam para o desenvolvimento das plântulas (SOUZA et al., 2016).

4.2 Experimento II: Avaliação da metodologia do teste de envelhecimento acelerado em sementes de angico de bezerro

Os valores do teor de água das sementes, obtidos antes e após a condução dos tratamentos de envelhecimento acelerado (Tabela 2), evidenciam que pelo método tradicional houve um acréscimo acentuado na umidade das sementes, considerando-se que inicialmente o teor de água era de 9,06% e que após a superação da dormência (imersão em ácido sulfúrico por 20 minutos), o teor observado foi de 22,17%; transcorridas às 24 horas de envelhecimento atingiu-se um valor de 44,49%, chegando a 54,77% após 96 horas de exposição ao envelhecimento acelerado. Esses resultados corroboram com os de Azeredo (2009) e Aquino et al. (2018), em que ao submeterem diferentes lotes das sementes de *Piptadenia moniliformis* ao envelhecimento acelerado à 45°C e 38 e 41 °C, respectivamente, observaram um aumento considerável entre zero (teor de água entre 9 e 10%) e 24 horas (teores superiores a 30%), posteriormente, o aumento ocorreu de forma mais lenta, sendo que no período de envelhecimento de 96 horas os valores do teor de água foram superiores a 40%. Segundo Bewley; Black (1994), as sementes mais secas, por apresentarem baixo potencial mátrico, absorvem água rapidamente quando colocadas em atmosfera úmida.

Tabela 2. Teor de água (%) de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. antes e após os testes de envelhecimento acelerado tradicional e envelhecimento acelerado em solução saturada à 41°C por 24, 48, 72 e 96 horas. Serra Talhada-PE, 2019.

Metodologias de envelhecimento acelerado	Períodos de envelhecimento					
	0	24	48	72	96	
Tradicional	9,06*	22,17**	44,49	52,39	54,86	54,77
Solução Saturada	9,11*	22,19**	20,39	18,57	17,39	18,71

Teor de água inicial *antes e **depois da superação da dormência das sementes.

Quando as sementes foram envelhecidas ao se empregar a metodologia da solução saturada, o teor de água inicial foi similar ao método anterior (22,19% após a superação da dormência), entretanto, foi observado um decréscimo no teor de água ao longo dos períodos de envelhecimento, atingindo 20,39% após 24 horas e valores de 18,71% após 96 horas. Segundo Marcos Filho (2015), o teor de água corresponde ao ponto de equilíbrio higroscópico, o qual aumenta ou diminui em função da umidade relativa do ar. O sal presente na solução contribui para uma menor evaporação das moléculas de água, com isto as sementes absorvem menos água, o que reflete em um menor teor de água. Assim, as sementes em contato com o ar, cuja umidade relativa seja de 100%, terão maior teor de água do que sementes em contato com o ar apresentando 76% de umidade relativa.

Decorrente da alta umidade encontrada nas sementes expostas durante 72 e 96 horas ao envelhecimento na metodologia tradicional (uso exclusivo de água no interior da caixa plástica) ocorreu à proliferação de microrganismos, como ilustra a figura 4 (A e B), sendo, portanto uma desvantagem da utilização do método de envelhecimento acelerado convencional em comparação ao método com solução saturada.

Ao submeter às sementes de *Tabernaemontana fuchsiaefolia* ao envelhecimento acelerado utilizando tanto a metodologia tradicional como a com solução salina, Moraes et al. (2016) observaram maior incidência de ataque de fungos nos tratamentos de envelhecimento tradicional. Carvalho; Nakagawa (2012) enfatizam que o aumento do teor de água favorece o aumento da temperatura na semente, devido à ativação do processo respiratório e maior atividade dos microrganismos.

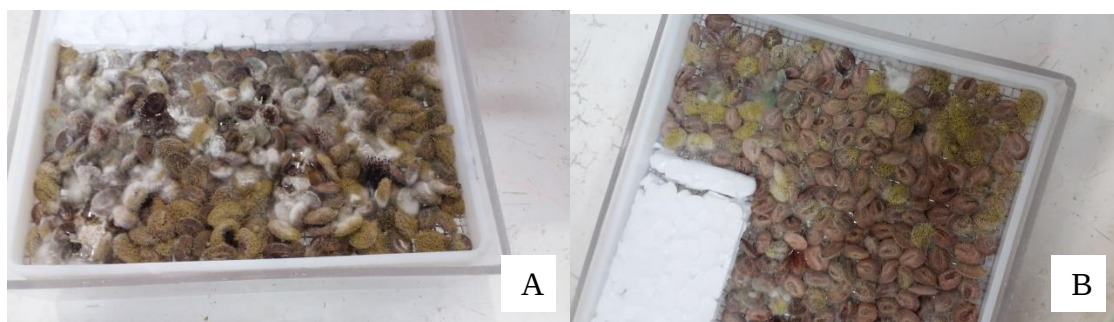


Figura 4. Proliferação de microrganismos nas sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. após 96 (A) e 72 (B) horas de exposição ao teste de envelhecimento acelerado tradicional, à 41°C. Serra Talhada – PE, 2019. Fonte: Arquivo pessoal.

O desdobramento da interação entre as duas metodologias e os cinco períodos de permanência na câmara de envelhecimento demonstra que houve diferença significativa para todas as características avaliadas (Tabela 3).

Tabela 3. Análise de variância para as variáveis: porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG), e condutividade elétrica (CE) de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth em função das metodologias (MEA) e dos períodos (PEA) de exposição ao envelhecimento acelerado. Serra Talhada-PE, 2019.

F.V	GL	Quadrado Médio			
		PG (%)	TMG (dias)	IVG	CE ($\mu\text{S}.\text{cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$)
MEA	1	193,6*	0,003 ^{ns}	0,769*	219293,6**
PEA	4	6686,6**	00,84**	20,8**	19849,2**
MEA x PEA	4	150,60*	0,03**	0,509*	13040,8**
Tratamento	9	3060,2**	0,01**	9,59**	16983,7**
Resíduo	30	40,0	0,74	0,148	198,6
CV%		18,17	69,98	20,43	7,74

Efeito significativo a 1% (**), a 5% (*) e efeito não significativo (^{ns}); Coeficiente de variação (CV).

No método de envelhecimento tradicional, foi observada uma redução acentuada da germinação entre os períodos de zero e 24 horas (Tabela 4 e Figura 5), com uma germinação de 84 e 44%, respectivamente, ainda os períodos de envelhecimento de 48; 72 e 96 horas, proporcionaram uma germinação muito baixa, sendo que no período de 96 horas verificou-se 1% de germinação, demonstrando uma elevada fragilidade das

sementes às condições de estresse ocasionadas pela metodologia tradicional do teste de envelhecimento acelerado.

Em sementes de angico-branco (*Anadenanthera. colubrina*), Garcia et al. (2004) averiguaram que o teste de envelhecimento acelerado reduziu drasticamente a viabilidade das sementes, independentemente do período de envelhecimento que foram submetidas (24; 48; 72 e 96 horas). Ao realizar o teste de envelhecimento acelerado tradicional e em solução salina a 41; 43 e 45°C por 24; 48; 72 e 96 horas, Gomes Júnior; Lopes (2017) observaram uma redução significativa na germinação das sementes de *Mabea fistulifera* Mart. Fato também constatado por Araújo et al. (2017), que ao avaliarem diferentes lotes de sementes de *Leucaena leucocephala*, observaram que os lotes 2 e 3 tiveram sua germinação reduzida com o aumento do período de envelhecimento acelerado.

Tabela 4. Porcentagem de germinação (PG), tempo médio de germinação (TMG) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth submetidas a diferentes metodologias do teste de envelhecimento acelerado (EA) à 41°C por diferentes períodos. Serra Talhada-PE, 2019.

PG (%)					
Metodologias de EA	Períodos de envelhecimento (hora)				
	0	24	48	72	96
Tradicional	84,0 Aa	44,0 Ab	17,0 Ac	17,0 Ac	1,0 Bd
Solução Saturada	74,0 Ba	52,0 Ab	26,0 Ac	20,0 Acd	13,0 Ad
TMG (dias)					
Metodologias de EA	Períodos de envelhecimento (hora)				
	0	24	48	72	96
Tradicional	1,202 Aa	1,329 Aa	1,265 Aa	1,147 Aa	1,250 Aa
Solução Saturada	1,201 Aa	1,226 Aa	1,154 Aa	1,350 Aa	1,173 Aa
IVG					
Metodologias de EA	Períodos de envelhecimento (hora)				
	0	24	48	72	96
Tradicional	4,683 Aa	2,147 Bb	0,884 Bc	0,965 Ac	0,050 Bd
Solução Saturada	4,187 Aa	2,776 Ab	1,452 Ac	0,986 Ac	0,712 Ac

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem significativamente entre si, em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

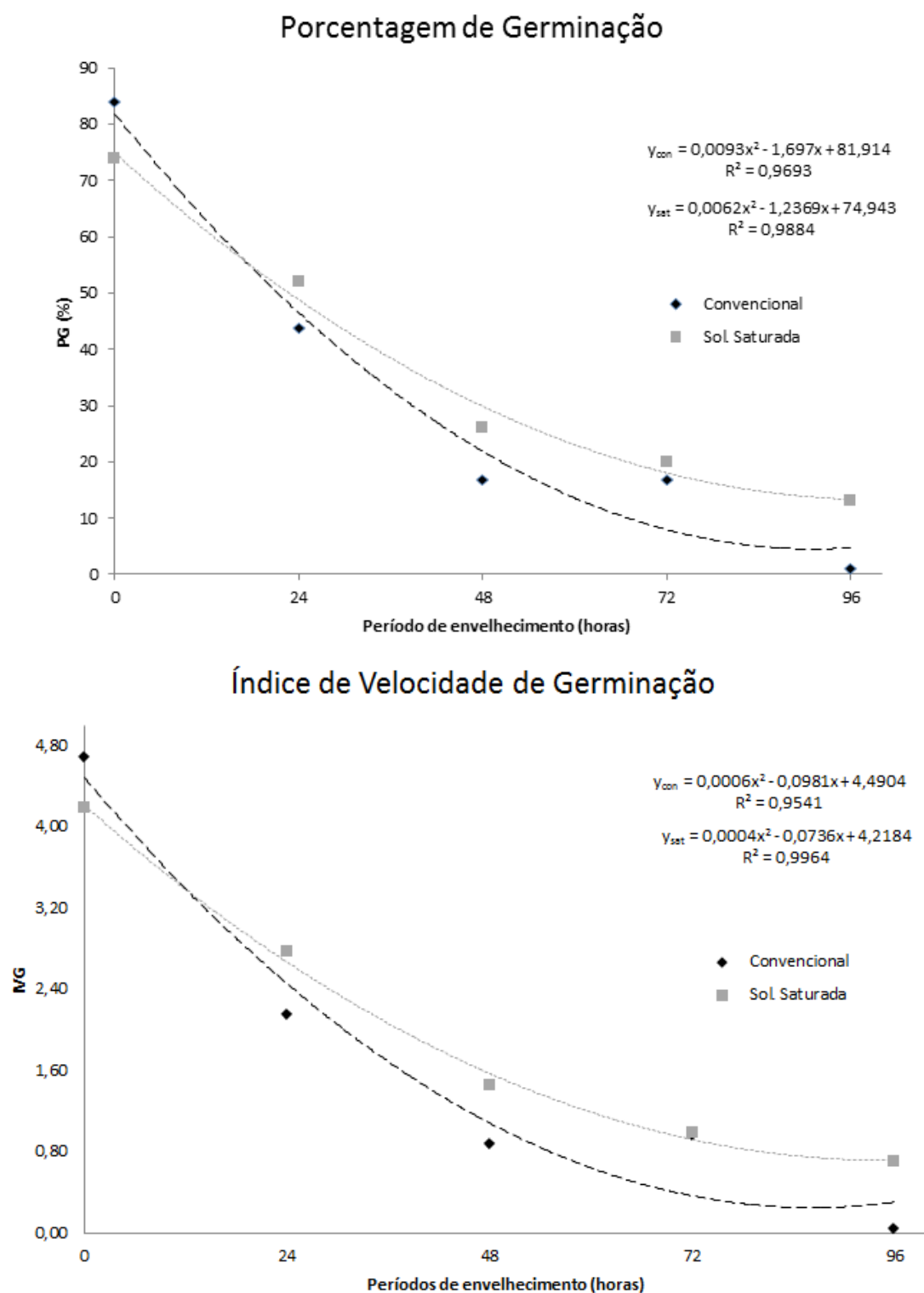


Figura 5. Regressão polinomial dos valores médios da porcentagem de germinação (PG) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth submetidas a diferentes metodologias do teste de envelhecimento acelerado à 41°C por diferentes períodos. Serra Talhada – PE, 2019.

Comportamento semelhante foi observado ao utilizar a metodologia da solução saturada com NaCl (Tabela 4, Figura 5), as sementes que não foram envelhecidas apresentaram uma germinação de 74%, por sua vez no período de envelhecimento de 24 horas a germinação foi de 52%, ocorrendo portanto uma redução de 22% em relação à testemunha (ausência de envelhecimento); nos períodos de 48; 72 e 96 horas a germinação foi de 26; 20 e 13%, respectivamente. Lima et al. (2014) avaliando o potencial fisiológico de sementes de diferentes matrizes de catingueira (*Poincianella pyramidalis*) localizadas no município de Soledade-PB, averiguaram que o teste de envelhecimento acelerado com solução salina nos períodos de 24; 48 e 72 horas, possibilitou a classificação das sementes em diferentes níveis de vigor. Sabe-se que temperaturas acima de 40 °C causam a desnaturação de proteínas, tanto estruturais quanto aquelas que atuam como enzimas, ocorrendo então alterações na degradação e mobilização das reservas armazenadas nas sementes, causando, portanto, redução da energia disponível para a germinação (DOTTO; SILVA, 2017).

Comparando as metodologias de envelhecimento acelerado (Tabela 4), estatisticamente não houve diferença significativa para os períodos de 24; 72 e 96, porém é possível observar que a utilização da solução saturada proporcionou uma maior germinação, isso pode ser explicado pelo fato de que na metodologia convencional o teor de água nas sementes foi superior, contribuindo assim para uma maior proliferação de microrganismos.

A redução da capacidade germinativa é consequência do maior grau de deterioração das mesmas, pois de acordo com o que propõe este teste de vigor de estresse, a taxa de deterioração das sementes é aumentada consideravelmente por meio de sua exposição a níveis elevados de temperatura e umidade relativa, considerados fatores ambientais preponderantes na intensidade e velocidade de deterioração (PERES, 2010). Com a redução do vigor, ocorre também o declínio da taxa respiratória, indicando uma redução no número e/ou na eficiência dos mitocôndrios, que são organelas responsáveis em produzir uma maior quantidade de ATP, culminando, portanto, em uma interferência deletéria aos processos vitais da semente (MARCOS FILHO, 2015).

Para o tempo médio de germinação (Tabela 4 e Figura 5) não houve diferença estatística tanto entre as diferentes metodologias do teste de envelhecimento acelerado

como entre os diferentes períodos de exposição, necessitando em torno de 1,1 a 1,3 dias para germinar. Ferreira (2016) explica que o tempo médio de germinação é inversamente proporcional ao índice de velocidade de germinação, mostrando que sementes vigorosas germinam mais rápido, em menos tempo, fato que não verificado no presente trabalho.

As médias do índice de velocidade de germinação - IVG (Tabela 4 e Figura 5) decresceram significativamente nas sementes envelhecidas quando se empregou a metodologia tradicional durante os períodos de zero, 24; 48; 72 e 96 horas (4,68; 2,14; 0,88; 0,96 e 0,05, respectivamente), em relação às médias obtidas com o emprego da metodologia com solução saturada, cujos valores foram 4,18; 2,77; 1,45; 0,98 e 0,71, respectivamente. Comparando as metodologias, nos períodos de 24; 48 e 96 horas a metodologia utilizando a solução saturada apresentou melhor IVG. Na referida metodologia o sal ao limitar a evaporação das moléculas de água, contribui para um menor teor de água, refletindo, portanto em um menor grau de deterioração, ou seja, maior vigor.

À medida que as sementes foram envelhecidas houve uma redução no seu vigor, determinado pelo teste de condutividade elétrica (Tabela 5 e Figura 6), o qual detectou um aumento, significativo, na quantidade de lixiviados das sementes submetidas ao envelhecimento na metodologia tradicional. As sementes envelhecidas por 96 horas apresentaram uma elevada quantidade de lixiviados em comparação àquelas envelhecidas nos demais períodos, possivelmente a deterioração foi intensificada pela presença dos microrganismos.

Tabela 5. Condutividade elétrica (CE) de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth submetidas a diferentes metodologias do teste de envelhecimento acelerado (EA) à 41°C por diferentes períodos. Serra Talhada-PE, 2019.

CE ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)					
Metodologias de EA	Períodos de envelhecimento (hora)				
	0	24	48	72	96
Tradicional	145,4 Ac	155,1 Ac	170,2 Abc	192,6 Ab	362,7 Aa
Solução Saturada	143,3 Ab	151,5 Aab	158,1 Aab	169,6 Bab	172,9 Ba

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem significativamente entre si, em nível de 5% de probabilidade.

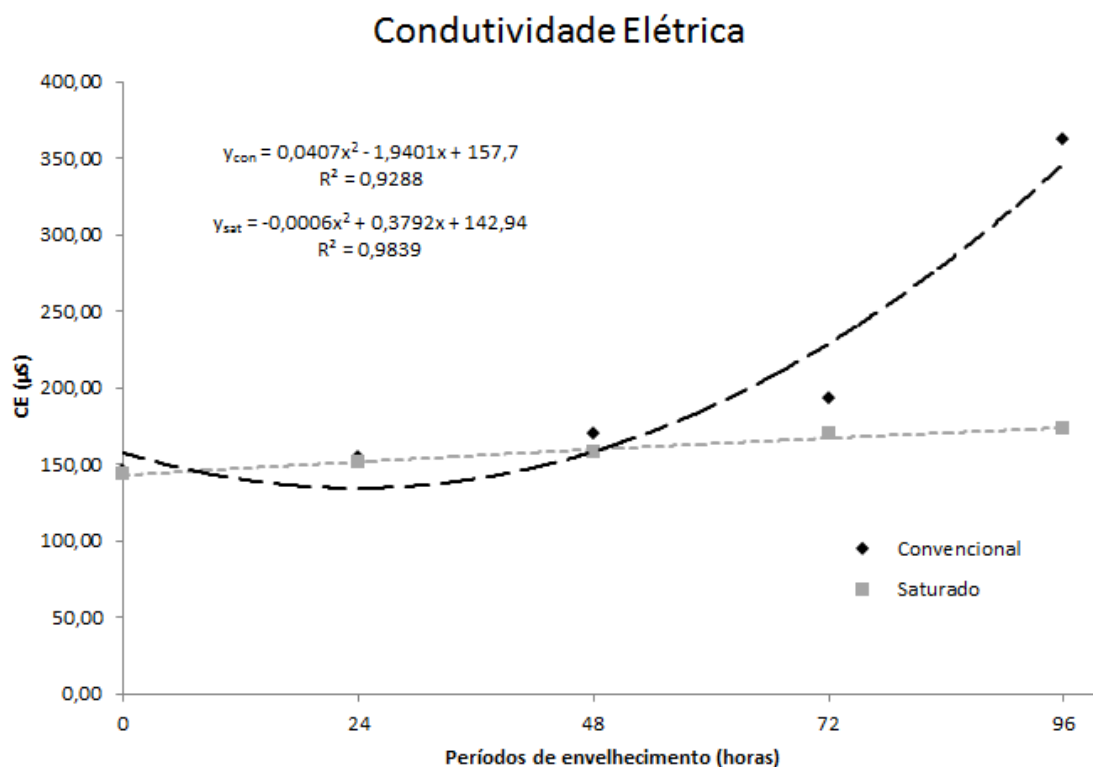


Figura 6. Regressão polinomial dos valores médios da condutividade elétrica (CE) das sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. submetidas a diferentes metodologias do teste de envelhecimento acelerado à 41°C por diferentes períodos. Serra Talhada – PE, 2019.

Quanto à metodologia utilizando a solução saturada, houve diferença significativa apenas entre as sementes não envelhecidas (0 hora) e as envelhecidas por 96 horas. Os dados obtidos na condutividade elétrica corroboram com os obtidos na germinação, no qual a correlação foi moderada e negativa (Tabela 6), indicando que quanto maior a CE, menor será a porcentagem e índice de germinação, visto que o sistema de membrana, que delimita as organelas e os demais componentes celulares, tem sua organização de forma gradativa durante a maturação da semente, alcançando sua máxima organização próxima à maturidade fisiológica. Com o processo de deterioração ocorrerá à perda da integridade desse sistema, liberando assim constituintes essenciais para a germinação (MARCOS FILHO, 2015).

Tabela 6. Correlação simples de Pearson (r) entre a condutividade elétrica (CE) e as variáveis germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) para as diferentes metodologias de envelhecimento acelerado. Serra Talhada, 2019.

Envelhecimento Acelerado tradicional			
	PG	IVG	TMG
CE	-0,649	-0,627	0,080
Envelhecimento Acelerado com solução saturada			
	PG	IVG	TMG
CE	-0,799	-0,802	-0,122

Com a desestruturação do sistema de membranas das organelas celulares, evidenciado pelo aumento progressivo na quantidade de lixiviados, ou seja, maiores valores da CE (Tabela 5 e Figura 6), as sementes tornam-se mais susceptíveis aos efeitos deletérios do O₂, que promove a oxidação dos compostos e, também à ação de enzimas. Segundo Bewley; Black (1994), essas oxidações fazem com que as reservas sejam consumidas mais rapidamente, podendo ser observado na redução do potencial germinativo das sementes de *P. moniliformis* (Tabela 5 e Figura 4). Ainda os referidos pesquisadores salientam que os ácidos graxos insaturados são os principais alvos dos radicais livres; as membranas dos mitocôndrios são muito ricas em ácidos graxos insaturados, aumentando assim a possibilidade de ocorrência de peroxidação de lipídios, logo além de afetar a permeabilidade das membranas, à peroxidação aflige a atividade respiratória, afetando diretamente o desempenho das sementes.

Ao utilizarem o teste de condutividade elétrica em sementes de *Erythrina velutina* Willd. submetidas ao envelhecimento acelerado, Guedes et al. (2009) verificaram que o vigor das sementes foi bastante afetado durante o envelhecimento acelerado, constatado pelo aumento na quantidade de lixiviados liberados pelas sementes. Também para *Dalbergia nigra*, o teste de condutividade elétrica indicou um aumento na quantidade de lixiviados das sementes envelhecidas, (GUEDES et al., 2011). Gonzales & Valeri (2011) recomendam a utilização do teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Zeyheria tuberculosa*, pois, para esses autores, o curto período de tempo e o baixo custo tornam vantajosa a utilização desse teste para determinar o vigor dos lotes de sementes.

Quando comparadas as metodologias do teste de envelhecimento acelerado, a utilização da solução saturada ocasionou uma menor liberação de lixiviados em relação à metodologia tradicional nos períodos de 72 e 96 horas (Tabela 5); resultando em uma menor taxa de deterioração em decorrência da menor evaporação de moléculas de água, obtida com a adição do NaCl à água até sua saturação. Salienta-se ainda que, o crescimento micelial visível nas sementes envelhecidas por 72 e 96 horas na metodologia tradicional (Figura 4), ocasionado pelo maior teor de água, contribuiu para intensificar a desorganização do sistema de membranas das células.

5 CONCLUSÕES

As sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. tiveram sua dormência superada quando imersas em ácido sulfúrico concentrado pelos períodos de 5; 10; 15; 20 ou 25 minutos.

As diferentes metodologias de envelhecimento acelerado, tradicional e solução saturada, afetaram a qualidade fisiológica das sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, C.Z.; SÁ, M.E. Adequação da metodologia do teste de envelhecimento acelerado em sementes de rúcula. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, p. 2789-2798, 2012.
- ANDRADE-LIMA, D. **Plantas da Caatinga**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1989. 243.
- ARAÚJO, E.R.; ANDRADE, L.A.; RÊGO, E.R.; GONÇALVES, E.P.; ARAÚJO, E. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de aroeira produzidas no estado da Paraíba. **Revista Agropecuária Técnica**, v.34, n.1, p.9-20, 2013.
- ARAÚJO, F.S.; FÉLIX, F.C.; FERRARI, C.S.; BRUNO, R.L.A.; PACHECO, M.V. Adequação do teste de envelhecimento acelerado para avaliação do vigor de sementes de leucena. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.12, n.1, p.92-97, 2017.

AQUINO, G.S.M.; BENEDITO, C.P.; PEREIRA, K.T.O.; SANTOS, P.C. S.; OLIVEIRA, J.C.D. Accelerated aging of *Piptadenia moniliformis* (Benth.) seeds. **Revista Caatinga**, v.31, n.3, p. 681-686, 2018.

AZERÊDO, G.A. **Qualidade fisiológica de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth.** Jaboticabal, 2009, 121 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2009.

AZERÊDO, G.A.; PAULA, R.C.; VALERI, S.V.; MORO, F.V. Superação de dormência de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.2, p.049-058, 2010.

BASKIN, J.M.; BASKIN, C.C., LI, X. Taxonomy, anatomy and evolution of physical dormancy in seeds. **Plant Species Biology**, v.15, p.139-152. 2000.

BASKIN, J.M.; BASKIN, C.C. A classification system for seed dormancy. **Seed Science Research**, v.14, p.1-16, 2004.

BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M. **Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination**. San Diego, CA, USA: Elsevier/Academic Press. Second edition. 2014.

BENEDITO, C.P.; TORRES, S.B.; RIBEIRO, M.C.C.; NUNES, T.A. Superação da dormência de sementes de catanduva (*Piptadenia moniliformis* Benth.). **Revista Ciência Agronômica**, v.39, n.1, p.90-93, 2008.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2. ed. New York: Plenum press, 1994. 445 p.

BIRUEL, R.P. **Caracterização e germinação de sementes de *Aegiphyla sellowiana* Cham.** São Carlos, 2006, 131 f. Tese (Doutorado em Ciências - Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006.

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

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.

CHASURISRI, K.; EDWARDS, D.G.W.; EL-KASSABY, Y. A. Accelerated aging of Sitka Spruce seeds. **Silvae Genetica**, v.42, n.6, p.303-308, 1993.

CORTE, V.B.; BORGES, E.E.L.; LEITE, H. G.; LEITE, I.T.A. Qualidade fisiológica de sementes de *Melanoxylon brauna* envelhecidas natural e artificialmente. **Scientia Forestalis**, v.38, n.86, p.181-189. 2010.

COSSA, A.; SORACE, A.F.; LIMA, B.; OSIPI, A.F.; MANTOAN, P.; POLÔNIO, D.; JANANI, K. Aspectos da germinação de sementes de *Delonix regia* (Bojer ex Hook.) Raf. Resumos do VI CBA e II CLAA. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.4, n.2, 2009.

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. **Revista de Ciencias Agrarias**, v.56, p. 19-24, 2013.

DELAZERI, P.; GARLET, J.; SOUZA, G. F. Teste de condutividade elétrica em lotes de sementes de *Schinus molle* L. **Floresta e Ambiente**, v.23, n.3, p.413-417, 2016

DELOUCHE, J.C. Physiological changes during storage that affect soybean seed quality. In: SINCLAIR, J. B.; JACKOBS, J. A. (Eds.). **Soybean seed quality and stand establishment**. [s. l.]: Intsoy, 1982. p. 57-66.

DELOUCHE, J.C. Germinação, deterioração e vigor da semente. **Seed News**, v.6, n.6, p.24-31, 2002.

DELOUCHE, J.C.; BASKIN, C.C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, v.1, n.2, p.427-452, 1973.

DOTTO, L.; SILVA, V.N. Envelhecimento acelerado para avaliação do vigor de sementes de *Parapiptadenia rígida*. **Agrarian Academy**, v.4, n.7; p.218-225, 2017.

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**, v. 31, p. 1744-1748, 2007.

DUCKE, J.A. On tropical tree seedlings: seeds, seedlings, systems and systematics. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v.56, n.2, p.125-161, 1969.

FARIAS, R.M.; FREITAS, R.M.O.; NOGUEIRA, N.W.; DOMBROSKI, J.L.D. Superação de dormência em sementes de jurema-branca (*Piptadenia stipulacea*). **Revista de Ciências Agrárias**, v.56, n.2, p.160-165, 2013.

FERREIRA, J.C.B. **Avaliação da Qualidade fisiológica e Ozonização de Sementes de *Aegiphila sellowiana* CHAM.** 2016. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

FESSEL, S.A.; SILVA, L.J.R.; GALLI, J.A.; SADER, R. Uso de solução salina (NaCl) no teste de envelhecimento acelerado em sementes de brócolis (*Brassica oleracea* L. var. italica Plenck). **Científica**, v.33, n.1, p.27-34, 2005.

FOGAÇA, C.A.; KROHN, N.G.; SOUZA, M.A.; PAULA, R.C. Teste de tetrazólio em sementes de *Copaifera langsdorffii* e *Schizolobium parahyba*. **Revista Floresta**, v.41, n.4, p. 895-904, 2011.

FRANZIN, S.M.; MENEZES, N.L.; GARCIA, D.C.; WRASSE, C.F. Métodos para avaliação do potencial fisiológico de sementes de alface. **Revista Brasileira de Sementes**, v.26, n.2, p. 63-69, 2004.

FREIRE, M.J.; ATAÍDE, D.H.S.; ROUWS, J.R.C. Superação de dormência de sementes de *Albizia pedicellaris* (DC.) L. Rico. **Floresta e Ambiente**, v.23, n.2, p. 251-257, 2016.

GARCIA, L.C.; NOGUEIRA, A.C.; ABREU, D.C.A. Influência do envelhecimento no vigor de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Vellozo) Brenan – Mimosaceae. **Ciência Florestal**, v.14, n.1, p. 85-90, 2004.

GOMES JÚNIOR, D.; LOPES, J.C. Teste de envelhecimento acelerado para avaliar o potencial fisiológico de sementes de canudo-de-pito. **Ciência Florestal**, v.27, n.4, p. 1105-1115, 2017.

GONZALES, J.L.S., VALERI, S.V. Prueba de la conductividad eléctrica en la evaluación fisiológica de la calidad de semillas em *Zeyheria tuberculosa*. **Bosque**, v.32, n.2, p. 197-202. 2011.

GUARESCHI, D.G.; LANZARINI, A.C.; LAZAROTTO, M.; GONZATTO, C.; BARBIERI, G. Envelhecimento acelerado de sementes e qualidade de plântulas de

Bauhinia forficata Link em diferentes substratos e tamanhos de tubetes. **Revista Agro@mbiente On-line**, v.9, n.1, p.65-71, 2015.

GUEDES, R.S.; ALVES, E. U.; GONÇALVES, E.P.; VIANA, J.S.; BRUNO, R.L.A.; COLARES, P.N.Q. Physiological response of *Erythrina velutina* Willd. seeds to accelerated aging. **Semina: Ciencias Agrárias**, v.30, n.2, p.323-330, 2009.

GUEDES, R.S.; ALVES, E.U.; OLIVEIRA, L.S.B.; ANDRADE, L.A.; GONÇALVES, E.P.; MELO, P.A.R.F. Accelerated aging in evaluating the quality of seed physiology of *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, n.2 p.443-450, 2011.

JIANHUA, Z.; McDONALD, M.B. The saturated salt accelerated aging test for small seeds crops. **Seed Science and Technology**, v.25, n.1, p.123-131, 1996.

LABOURIAU, L.G. **A germinação de sementes**. Washington: Departamento de Assuntos Científicos e Tecnológicos da Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, 1983. 173p.

LIMA, C.R.; BRUNO, R.L.; 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**, v.45, n.2, p.370-378, 2014

LOPES, J.C. **Germinação de sementes de *Phaseolus vulgaris* L. após diversos períodos e condições de armazenamento**. 1990. 254 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1990.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 2002. p. 197.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n.2, p.176-177, 1962.

MAIA, G.N. **Caatinga**: árvores e arbustos e suas utilidades. 1. ed. São Paulo: D & Z Computação Gráfica e Editora, 2004. 413 p.

MALAVASI, U.C.; MALAVASI, M.M. Dormancy breaking and germination of *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong seed. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.47, p.851-854, 2004.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2.ed. Piracicaba: FEALQ, 2015. 660p.

MELO, A.L.F., MARTINS, R.C.C. Avaliação da eficiência da técnica de pH de exsudato para verificação da viabilidade de sementes de *Tabebuia serratifolia* e *Tabebuia ochracea*. **Anais...** 62ª Reunião Anual da SBPC - Ciências do Mar: Herança para o Futuro, 2010.

MENEZES, V.O.; LOPES, S.J.; TEDESCO, S.B.; HENNING, F.A.; ZEN, H.D.; MERTZ, L.M. Cytogenetic analysis of wheat seeds submitted to artificial aging stress. **Journal of Seed Science**, v.36, n.1, p.71-78, 2014.

MORAES, C. E.; LOPES, J. C.; FARIAS, C. C. M.; MACIEL, K. S. Qualidade fisiológica de sementes de *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC em função do teste de envelhecimento acelerado. **Ciência Florestal**, v.26, n.1, p. 213-223, 2016.

OLIVEIRA, K.J.B.; LIMA, J.S.S.; ANDRADE, L.I.F.; NOVO JÚNIOR, J.; BENEDITO, C.P.; CRISPIM, J.F. Métodos para superação da dormência tegumentar em sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n.4, p. 648-654, 2017.

PEREIRA, M.D.; MARTINS FILHO, S.; LAVIOLA, B.G. Envelhecimento acelerado em sementes de pinhão-mansão. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.42, n.1, p.119-123, 2012.

PEREIRA JUNIOR, A.M.; QUEIROZ, S.E.E. Germinação e quebra de dormência de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (tamboril). **Enciclopédia Biosfera**, v.11, n.22, p.1399-1408, 2015.

PEREIRA, M.F.S.; TORRES, S.B.; LINHARES, P.C.F. Teste de envelhecimento acelerado para avaliação do potencial fisiológico em sementes de coentro. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.2, p.595-606, 2015.

PERES, W.L.R. **Testes de vigor em sementes de milho**. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, SP, Brasil. 2010

RIBEIRO, D.M.; BRAGANÇA, S.M.; GONELI, A.L.D.; DIAS, D.C.F.S.; ALVARENGA, E.M. Teste de condutividade elétrica para avaliar o vigor de sementes em milho-pipoca (*Zea mays* L.). **Revista Ceres**, v. 56, n.6, p. 772-776, 2009

ROBERTS, E.H. Loss of viability and crop yields. In: ROBERTS, E.H. (Ed.). **Viability of seeds**. London: Chapman and Hall, 1974. p. 307-320.

ROCHA, A.K.P.; SILVA, J.N.; ALVES, R.M.; FREIRE, A.S.; PINTO, M.A.D.S. C. Impermeabilidade tegumentar de sementes de *Enterolobium contortisiliquum*: tratamentos pré-germinativos. In: **II Congresso Internacional Das Ciências Agrárias – II COINTER – PDVAgro**, 2017. Anais... Natal - RN. II CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 2017.

ROSA, S.D.V.F.; PINHO, E.V.R.V.; VIEIRA, M.G.G.C.; VEIGA, R.D. Eficácia do teste de condutividade elétrica para uso em estudos de danos de secagem em sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n. 1, p. 54-63, 2000.

SILVA, F.A.S.; AZEVEDO, C.A.V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016.

SILVA, J.N.; PINTO, M.A.D.S.C.; ROCHA, A.K.P.; FREIRE, A.S.; LEAL, L.S. G. Temperatura influenciando a germinação de sementes de *Piptadenia moniliformis* submetidas a superação de dormência. **Journal of Environmental Analysis and Progress** v. 02, n. 04, p. 412-420, 2017a.

SILVA, J.N.; PINTO, M.A.D.S.C.; ROCHA, A.K.P.; FREIRE, A.S.; LEAL, L.S. G. Épocas de semeadura na germinação de sementes de *Erythrina velutina* Willd. In: **XX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia e V Simpósio de Mudanças Climáticas e Desertificação no Semiárido Brasileiro**, 2017. Anais... Petrolina – Juazeiro: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia; Embrapa, 2017b.

SOUZA, S.M.; LIMA, P.C.F. Caracterização de sementes de algumas espécies florestais nativas do Nordeste. In: **CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS**, 1982. Campos do Jordão. Anais... Campos do Jordão: Instituto Florestal, 1982. p. 1156-1157.

SOUZA, G.F.; GARLET, J.; DELAZERI, P. Teste de condutividade elétrica em sementes de *Jacaranda micranta*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.36, n.85, p.79-83, 2016.

SOUZA, V.N.; ARAÚJO, A.V.; PINTO, M.A.D.S.C.; BRITO, A.S. Tratamentos físicos e químicos para acelerar e uniformizar a emergência de plântulas de *Erythrina velutina* Willd. **Enciclopédia Biosfera**, v.13 n.23; p. 1732-1741, 2016.

STALLBAUN, P.H.; SOUZA, P.A.; MARTINS, R.C.C.; MATOS, J.M.M.; MOURA, T.M. Testes rápidos de vigor para avaliação da viabilidade de sementes de *Anadenanthera falcata*. **Enciclopédia Biosfera**, v.11 n.21; p.1834-1846, 2015.

TUNES, L.M.; TAVARES, L.C.; RUFINO, C.A.; BARROS, A.C.S.A.; MUNIZ, M.F.B.; DUARTE, V. B. Envelhecimento acelerado em sementes de brócolis (*Brassica oleracea* L. var. italica Plenk). **Bioscience Journal**, v.28, n.2, p.173-179, 2012.

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Brasília: ABRATES, 1999. Cap. 4, p. 1-26

VIEIRA, A.H.; MARTINS, E.P.; PEQUENO, P.L.L.; LOCATELLI, M.; SOUZA, M.G. **Técnicas de Produção de sementes Florestais**. Rondônia: EMBRAPA/CPAF. 4p. (Circular Técnico, 205). 2011.

ZUCHI, J.; CAMELO, G N.; SILVA, G P.; GAVAZZA, M.I.A.; SALES, J.F. Testes e métodos para avaliação do potencial fisiológico de sementes de baru. **Global Science and Technology**, v.9, n.3, p.31-38, 2016.