



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

**ANÁLISE DA REATIVAÇÃO METABÓLICA ATRAVÉS DO TESTE DE pH DE
EXSUDATO EM SEMENTES DE *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.**

Aluno: Renan Alves Silva

Orientador: Ildeu Soares Martins

Co-orientadora: Juliana Martins de Mesquita Matos

Trabalho apresentado ao Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília como parte das exigências para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Brasília, Julho de 2015

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

**ANÁLISE DA REATIVAÇÃO METABÓLICA ATRAVÉS DO TESTE DE pH DE
EXSUDATO EM SEMENTES DE *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.**

Aluno: Renan Alves Silva

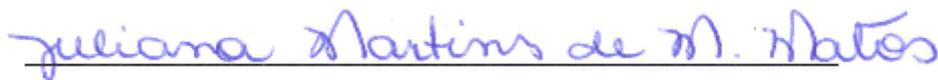
Matrícula: 09/0130537

Menção: SS



Prof. Dr. Ildeu Soares Martins

Orientador



Dra. Juliana Martins de Mesquita Matos

Co-orientadora



Prof^a. Dra. Rosana de Carvalho Cristo Martins

Examinadora

Brasília, 06 de Julho de 2015.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus pela oportunidade de estar aqui, agora, concluindo uma grande etapa da minha vida, por sempre guiar e iluminar meus passos. Agradeço a minha mãe, Ismênia, e ao meu pai, Rogério, que sempre lutaram por mim e se esforçaram para proporcionar tudo que eu precisava para seguir em frente com meus estudos e seguir em frente diante das dificuldades da vida. Ao meu querido tio e padrinho, Deodemiro, que sempre me apoiou e ajudou de todas as formas possíveis. A minha tia, Sandra, e avó, Iracema, pelos cuidados, carinho e por me ter como filho. Ao meu irmão, Murilo, tios, tias e primos, que sempre torceram por mim. Agradeço a toda minha família, principalmente pela paciência nos períodos em que tive dificuldades, sem vocês eu não teria chegado até aqui.

Agradeço ao meu orientador, Ildeu, pela confiança, apoio, incentivo e por toda ajuda que me prestou. Agradeço a minha Co-orientadora Juliana pelas sugestões, indicação do estudo e por toda ajuda, as quais me auxiliaram muito e tiveram imensa contribuição na realização do meu trabalho. Agradeço à Professora Rosana por ter me acolhido nessa importante etapa da minha graduação e por ter me ajudado na realização desse trabalho, sempre com muita paciência, atenção e palavras que me motivaram bastante. Agradeço à Engenheira Florestal Mikaela e as alunas de Pibic, Letícia, Beatriz, Larissa, Loyane e ao estagiário Thiago, por se mostrarem bem dispostos a me auxiliar durante os experimentos deste trabalho.

Agradeço aos funcionários e professores do Departamento de Engenharia Florestal pela colaboração na minha formação de Engenheiro Florestal, aos amigos, colegas, pelos momentos de felicidade e aprendizado os quais levarei por toda a minha vida.

Por fim, agradeço a todos que direta e indiretamente contribuíram de alguma forma para que eu alcançasse esta conquista tão especial. A todos os meus sinceros agradecimentos.

“No hay éxito sin sacrificio.”

(John Maxwell)

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da reativação metabólica sobre a lixiviação de exsudato de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong., através do teste de pH de exsudato pelo método quantitativo. As sementes foram analisadas pelo teste de pH de exsudato em duas condições: i) sementes sem reativação metabólica e ii) sementes preparadas com reativação metabólica. Utilizou-se para cada condição o método individual, com 100 repetições e o método massal, com 10 repetições. Após as análises de pH, as sementes foram postas para germinar em rolos de papel filtro acondicionados em sacolas plásticas e depositados em câmara de germinação a 25 °C, com fotoperíodo de 12 horas. O delineamento estatístico adotado foi inteiramente ao acaso, e os dados produzidos foram avaliados pela análise de variância para as duas condições. Para a análise da energia germinativa, utilizaram-se os dados baseados no Índice de Velocidade de Germinação (IVG) das sementes. Os resultados demonstram que o teste de pH de exsudato, especialmente pelo método individual, é uma técnica eficiente na identificação de lixiviados devidos a reativação metabólica das sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.; podendo ser indicado como instrumento adequado para rápida diagnose do vigor das sementes da referida espécie.

Palavras-chaves: vigor, tamboril e tecnologia de sementes.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of metabolic reactivation in the leaching of exsudato of *Enterolobium contortisiliquum* seeds (Vell.) Morong. by the test of pH of exsudato by the quantitative method. The seeds were analyzed by pH test of exsudato in two conditions: i) seeds without metabolic reactivation and ii) seeds prepared with metabolic reactivation. For each condition, it was used the individual method, with 100 repetitions and the mass method, with 10 repetitions. After the analysis of pH, the seeds were put to germinate in filter paper rolls wrapped in plastic bags and deposited in a germination chamber at 25°C with 12 hours of photoperiod. The statistical design adopted was completely randomized, and the produced data were evaluated by analysis of variance for the two conditions. For the analysis of germinating energy, it was used the data based on the speed germination index (SGI) of the seeds. The results demonstrate that the pH test of exsudato, especially for individual method is an efficient technique in identifying of leachates due to metabolic reactivation of seeds of *Enterolobium contortisiliquum* (vell.) Morong., may be, therefore, mentioned as suitable tool for rapid diagnosis of Seed vigor of that specie.

Key-words: vigor, tamboril and seed technology.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. OBJETIVO.....	13
3. HIPÓTESE.....	13
4. JUSTIFICATIVA.....	13
5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
5.1. Caracterização da espécie.....	14
5.2. Análises de sementes.....	17
5.2.1. Teste de germinação.....	18
5.2.2. Teste de pH do exsudato.....	19
6. MATERIAL E MÉTODOS.....	21
6.1. Coleta das sementes.....	21
6.2. Aplicação dos testes	22
7. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	24
7.1. Teste de pH de exsudato.....	24
7.2. Energia germinativa.....	29
8. CONCLUSÕES.....	33
9. RECOMENDAÇÕES E PERSPECTIVAS.....	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Coordenadas geográficas das matrizes <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong.	22
TABELA 2: pH de exsudato de sementes de <i>Enterolobium contortisiliquum</i> sem reativação metabólica pelo método individual.	24
TABELA 3: pH do exsudato de sementes de <i>Enterolobium contortisiliquum</i> com reativação metabólica pelo método individual.	25
TABELA 4: pH do exsudato de sementes de <i>Enterolobium contortisiliquum</i> sem reativação metabólica pelo método massal.	26
TABELA 5: pH do exsudato de sementes de <i>Enterolobium contortisiliquum</i> com reativação metabólica pelo método massal.	26
TABELA 6: Análise de Variância entre tratamentos para as sementes de <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong. submetidas ao teste de pH de exsudato pelo método individual.	27
TABELA 7: Médias dos tratamentos 1 (sem reativação metabólica) e 2 (com reativação metabólica) para as sementes de <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong. submetidas ao teste de pH de exsudato pelo método individual.	27
TABELA 8: Análise de Variância entre tratamentos para as sementes de <i>Enterolobium contortisiliquum</i> submetidas ao teste de pH de exsudato pelo método massal.	28
TABELA 9: Médias dos tratamentos 1 (sem reativação metabólica) e 2 (com reativação metabólica) para as sementes de <i>Enterolobium contortisiliquum</i> submetidas ao teste de pH de exsudato pelo método massal.	29
TABELA 10: Análise de Variância do IVG das sementes de <i>Enterolobium contortisiliquum</i> submetidas ao teste de pH de exsudato pelo método individual.	30
TABELA 11: Médias dos tratamentos 1 (sem reativação metabólica) e 2 (com reativação metabólica) do IVG das sementes de <i>Enterolobium contortisiliquum</i> submetidas ao teste de pH de exsudato pelo método individual.	30
TABELA 12: Análise de Variância do IVG das sementes de <i>Enterolobium contortisiliquum</i> submetidas ao teste de pH de exsudato pelo método massal.	31

TABELA 13: Médias dos tratamentos 1 (sem reativação metabólica) e 2 (com reativação metabólica) do IVG das sementes de *Enterolobium contortisiliquum* submetidas ao teste de pH de exsudato pelo método massal.31

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: a: Folhas e folíolos; b: folíolos e glândula entre pecíolos; c: flores em cachos; d: fruto.	15
FIGURA 2: Fruto de <i>Enterolobium contortisiliquum</i> com suas sementes.	16
FIGURA 3: <i>Enterolobium contortisiliquum</i>	16
FIGURA 4: Plântulas de <i>Enterolobium contortisiliquum</i> após teste de germinação.	33

1. INTRODUÇÃO

Ter conhecimento dos fatores que envolvem o processo de germinação de sementes é fundamental para que os viveiristas diminuam custos, aumentem a produção, principalmente no que diz respeito às mudas de qualidade, economizem tempo e, assim, obtenham maior lucro.

O teste de germinação, devido a sua morosidade, incentiva investimentos em testes que sejam mais eficientes e, também, rápidos, especialmente no que diz respeito às sementes de espécies florestais, uma vez que a maioria destas possui um período relativamente longo para germinar.

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 algumas sutilezas na deterioração das sementes, não prediz o resultado do desempenho das sementes em condições gerais de campo e nem o potencial de armazenamento (DELOUCHE, 2002).

A necessidade de métodos que tornem mais rápida a tomada de decisão e, ao mesmo tempo, sejam confiáveis e de fácil execução, tem exigido dos setores produtivos e de pesquisa em sementes alternativas seguras para a avaliação do seu potencial de desempenho, particularmente no que diz respeito ao vigor e quando submetidas às condições de campo (COLETE et al., 2007).

A energia germinativa é o fator que determina a qualidade e a capacidade germinação das sementes. A determinação da mesma estabelece uma relação entre a velocidade de germinação e o número de plantas obtidas, ou seja, número de sementes que germinam em um período de tempo determinado, em relação ao número total (MAGUIRE, 1962).

O teste de pH do exsudato é um método bioquímico que se baseia nas reações químicas que acontecem no processo de deterioração e que podem determinar a diminuição da viabilidade das sementes (PIÑA-RODRIGUES et al., 2004). O referido teste baseia-se no fato de que sementes em grau avançado de deterioração liberam mais íons H⁺, tornando, assim, o meio em

que se encontram mais ácido. Inicialmente, o processo de deterioração tem como alteração bioquímica a desestruturação do sistema de membranas ao nível celular (KOOISTRA; HARRINGTON, 1973).

Santos et al. (2013) estudaram o teste do pH do exsudato em sementes de *Dalbergia miscolobium* pelos métodos quantitativo e colorimétrico. O estudo se baseou em medir o pH dos exsudatos com pHmetro, seguido da aplicação das soluções indicadoras de pH Yamada e Azul do bromotimol e fenolftaleína associada com carbonato de cálcio. Essa autoras concluíram que mesmo com o subjetivismo da técnica colorimétrica, as soluções Yamada e Azul de bromotimol apresentaram resultados compatíveis com o pH lido pelo pHmetro.

Matos (2014) analisou sementes de *Dalbergia miscolobium* Benth pelo teste do pH do exsudato pelos métodos colorimétrico e quantitativo e recomendou a realização de estudos sobre a reativação metabólica das sementes para se investigar o efeito deste procedimento sobre a lixiviação dos exsudatos.

A espécie *Enterolobium contorsiliquum* (Vell.) Morong. pertence à família Fabaceae-Mimosoideae, é conhecida popularmente por tamboril, ocorrendo em vários estados do Brasil e, por se tratar de uma leguminosa, possui inúmeras vantagens, sendo uma delas a sua utilização na recuperação de áreas degradadas (SOUZA et al., 2013). É uma árvore frondosa e decídua, podendo alcançar até 35 metros de altura (LORENZI, 1992).

Ocorre naturalmente em florestas pluviais e semidecíduas do norte ao sul do Brasil. É uma espécie de crescimento inicial rápido, pioneira, rústica, sendo apropriada para reflorestamento (CARVALHO, 1994). Nos frutos e na casca encontra-se uma substância conhecida por saponina, que é aproveitada na produção de sabões (LORENZI, 1992).

É nativa da América do Sul, a sua madeira é usada para diversos fins, seja artesanal, utilizada por comunidades locais na construção de canoas, por exemplo, ou na construção civil, sendo considerada de durabilidade mediana; suas folhas são tóxicas aos animais que se alimentam dela, causando uma doença conhecida por “Timpanismo”, e sua fava pode causar aborto em vacas (COSTA et al., 2012).

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é avaliar o efeito da reativação metabólica sobre a lixiviação de exsudato de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. através do teste de pH de exsudato aplicado pelo método quantitativo.

3. HIPÓTESE

O teste de pH de exsudato é eficiente na identificação de lixiviados devidos a reativação metabólica das sementes de *Enterolobium contortisiliquum* e pode ser indicado como instrumento adequado para rápida diagnose do vigor das sementes da referida espécie.

4. JUSTIFICATIVAS

Sob baixos conteúdos de água, a atividade metabólica da semente é baixa, faz-se necessário, portanto, a reabsorção desta para que o seu metabolismo seja reativado (CASTRO & HILHORST, 2004).

No processo de embebição e germinação de sementes, a água é o principal agente estimulador e controlador, uma vez que proporciona amolecimento do tegumento, acréscimo no volume do embrião e dos tecidos de reserva, aumento nos estímulos à digestão, à translocação e à assimilação dos nutrientes, com consequente crescimento do eixo embrionário (VILLELA, 1998).

O tegumento se torna mais permeável às trocas gasosas (O_2/CO_2) proporcionando aumento da atividade respiratória e de todos os outros eventos metabólicos necessários à retomada do crescimento do eixo embrionário (FERREIRA & BORGHETTI, 2004).

5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

5.1. Caracterização da espécie

Enterolobium contortisiliquum é uma planta de crescimento rápido, decídua no inverno, podendo chegar a mais de 4 m em dois anos, seletiva higrófita, pioneira, heliófita, dispersa em várias formações florestais. É ótima para reflorestamento de áreas degradadas de preservação permanente em plantios mistos, principalmente por ter rápido crescimento inicial. Contudo, tem-se pouco conhecimento sobre a germinação de sementes, o que leva, em muitos casos, ao insucesso daqueles que pretendem produzir mudas da referida espécie (ARAÚJO; SOBRINHO, 2011).

As sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (tamboril ou orelha-de-negro) apresentam dormência causada pela impermeabilidade do tegumento à água, o que para os viveiristas e produtores, é uma desvantagem, induzindo grande desuniformidade entre as mudas e maior demanda de tempo na sua produção, além de maior risco de perda de sementes por deterioração, uma vez que estas permanecem mais tempo no solo antes da germinação (EIRA et al., 1993).

Para Zuchiwschi (2010); Carvalho (2003) citados por Lessa et al. (2014), esta espécie tem importância para diferentes setores da economia, como o madeireiro, na construção civil e naval; e de acordo com Agra et al., (2007) também citado por Lessa et al. (2014), o paisagístico, na ornamentação de praças municipais; e o medicinal, tendo em vista as propriedades antibióticas e anti-inflamatórias presente na casca do caule e no fruto, respectivamente.

A espécie *Enterolobium contortisiliquum* tem ocorrência em toda mata latifoliada do oeste catarinense, aparecendo em altitudes que variam de 300 a 600 metros. No litoral catarinense aparece na restinga arbustiva e nas capoeiras da mata atlântica no Brasil, habita a floresta pluvial desde os estados do Ceará até o Rio Grande do Sul (REIS et al., 1983).

Nativa nas formações florestais, em especial do domínio de Mata Atlântica, *Enterolobium contortisiliquum* é encontrada, também, em formações de cerrado do Brasil Central (LIMA et al., 2009).

Seus frutos apresentam-se como vagens recurvadas em formato de orelha ou de rim, o que lhe rendeu vários nomes populares, como orelha de macaco e orelha de negro. É conhecida, também, como tamboril ou timbaúva. Sua madeira é macia, leve, pouco resistente e utilizada para a fabricação de canoas, caixotaria, brinquedos e compensados (DONATO et al., 2010).

Cada vagem apresenta de 2 a 12 sementes, que são glabras, elipsoides, com tegumentos lisos e duros, brilhantes e exalbuminosas (MAGUIRE, 1962) (Figuras 1, 2 e 3).

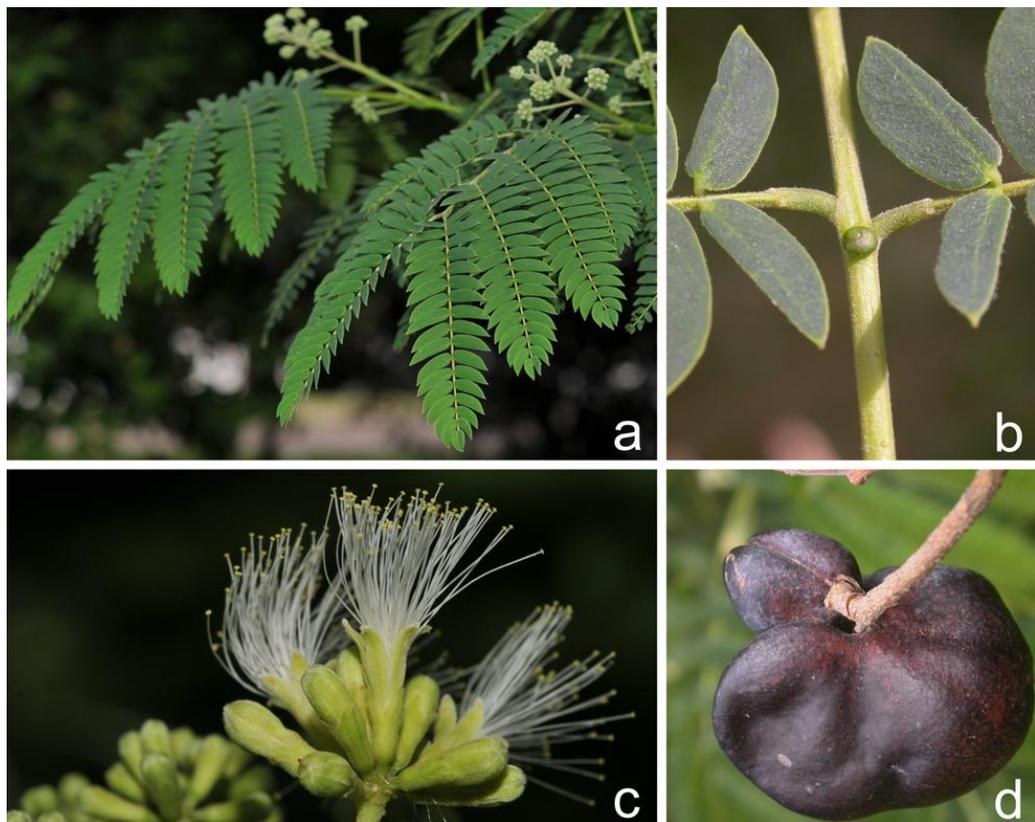


Figura 1. a: Folhas, folíolos e foliólulos; b: glândula proeminente; c: flores em cachos; d: fruto de *Enterolobium contortisiliquum*. Fonte: Google.



Figura 2: Fruto de *Enterolobium contortisiliquum* com suas sementes.

Fonte: Google



Figura 3: A espécie *Enterolobium contortisiliquum*, em sua forma específica. Fonte: Google

5.2. Análises de sementes

O desenvolvimento da semente é o resultado normal do processo de polinização. Contudo, isto nem sempre acontece, pois após a fertilização, o embrião inicia seu crescimento, porém, às vezes, não consegue completar seu desenvolvimento. Isto pode estar relacionado com as condições fisiológicas que envolvem o endosperma (FOWLER & BIANCHETTI, 2000).

O conhecimento dos fatores relacionados com todo o mecanismo do processo de germinação em espécies florestais ainda é escasso em comparação com as espécies cultivadas (LESSA et al., 2014).

Em análise de sementes, o estudo de espécies florestais tem merecido atenção no meio científico, visando obter informações que expressem a qualidade fisiológica das sementes, tanto para preservação como para a utilização com os mais variados interesses (MONDO et al., 2008).

A produção de sementes de espécies florestais ganhou grande importância para a formação de mudas a serem usadas em programa de reposição florestal, reflorestamento, arborização urbana, recuperação de áreas degradadas e a preservação das espécies florestais nativas em extinção, entre outras atividades, que necessitam deste insumo (VIEIRA et al., 2011).

A avaliação da qualidade fisiológica é um importante parâmetro a ser considerado em um programa de produção de sementes, e, atualmente, testes que fornecem resultados em período de tempo relativamente curto são os mais procurados para agilizar as tomadas de decisão nas diferentes etapas do processo produtivo, principalmente na fase de pós-colheita (BHERING et al., 2005).

A utilização de sementes de boa qualidade constitui fator crucial para o êxito do empreendimento florestal, e o principal atributo da qualidade a ser considerado é a capacidade germinativa das sementes, pois, sem ela, a semente não tem valor para a semeadura, e dela dependem a qualidade das mudas e o sucesso de um reflorestamento (GONÇALVES et al., 2008).

Os testes de vigor fundamentados na integridade dos sistemas de membranas da semente vêm merecendo atenção especial, pelo fato de identificar o processo de deterioração na sua fase inicial e permitir, assim, que

medidas corretivas sejam tomadas para reduzir ou minimizar o seu efeito na qualidade fisiológica da semente (MATOS, 2009).

Barbieri et al. (2012) menciona que a avaliação do vigor de sementes é de suma importância para o controle da qualidade, em um programa de produção de sementes. Na atualidade, uma das principais exigências em termos de avaliação da qualidade das sementes, refere-se à rapidez na obtenção de resultados confiáveis permitindo a agilidade das tomadas de decisões, especialmente no que se refere às operações de colheita, processamento, armazenamento e comercialização, o que diminui riscos e custos.

Os testes de condutividade elétrica, tetrazólio, pH de exsudato e germinação, são muito utilizados atualmente para avaliação do potencial fisiológico dos lotes de sementes (GOMES, 2013).

Um dos fatores básicos para êxito em atividades como recuperação de áreas degradadas e/ou reflorestamentos é o uso de espécies adequadas à ecologia das diferentes regiões, bem como, a utilização de sementes de boa qualidade fisiológica. Desta forma, torna-se necessário um bom conhecimento da espécie que se vai trabalhar, evitando, assim, situações que possam inviabilizar o sucesso destas atividades. Entretanto, para a maioria das espécies nativas do Brasil, são escassas as informações disponíveis na literatura sobre as características dos frutos e das sementes, bem como, do desenvolvimento pós-seminal e testes germinativos (ARAÚJO-NETO et al., 2002).

5.2.1. Teste de germinação

A germinação, que acontece quando as sementes estão maduras e se as condições ambientais forem adequadas, é o processo de reativação do crescimento do embrião, culminando com o rompimento do tegumento da semente e o aparecimento de uma nova planta. As condições básicas requeridas para a germinação das sementes são água, oxigênio, temperatura (20°C a 30°C) e, para algumas espécies, a luz (FOWLER & BIANCHETTI, 2000).

A preocupação por parte dos pesquisadores e analistas de sementes de espécies florestais em conduzir estudos que forneçam informações sobre a qualidade das sementes, sempre existiu; especialmente no que diz respeito à padronização, agilização, aperfeiçoamento e estabelecimento dos métodos de análise (MACHADO et al., 2002).

Mesmo a análise de sementes florestais sendo extremamente relevante para assegurar a qualidade fisiológica de diferentes lotes de sementes, poucas espécies nativas do Brasil estão incluídas nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992), o que dificulta a realização dos testes de germinação.

O teste de germinação das sementes visa obter informações sobre a sua qualidade, visando à produção de mudas, e disponibilizar dados que possam ser utilizados para comparar diferentes lotes de sementes (MEDEIROS; ABREU, 2005). Ele se realiza em laboratório de sementes, sob condições de ambiente favorável e controlado, buscando obter a mais completa e rápida germinação dos lotes de sementes (COIMBRA et al., 2007).

Para o sucesso do teste de germinação de sementes é necessário observar principalmente as condições ideais de temperatura, substrato, aeração e umidade para as espécies. A determinação dessas condições requer pesquisas relacionadas ao ambiente de germinação e à qualidade dos lotes no que se refere à procedência e nível de deterioração. O teste de germinação é o método mais usado para que se determine a qualidade de um lote de sementes e possibilita a avaliação da viabilidade sob condições favoráveis (OLIVEIRA et al., 2008).

5.2.2. Teste de pH do exsudato

A utilização de testes mais rápidos para a avaliação da qualidade das sementes, visando fornecer ao produtor ou viveirista uma informação precisa quanto ao desempenho na semeadura, tem sido um importante empreendimento dos comerciantes (CHEROBINI, 2006).

Vários estudos enfatizam a importância do desenvolvimento de testes rápidos para que se avalie a viabilidade de sementes, principalmente para

aquelas com capacidade baixa de armazenamento e germinação lenta. Esses diferentes comportamentos fisiológicos obrigam uma rápida indicação da utilização dessas sementes, o que justifica, assim, o desenvolvimento de testes de duração curta (MATOS, 2009).

O teste de pH do exsudato é um método bioquímico que se baseia nas reações químicas que ocorrem no processo de deterioração e que podem determinar a redução da viabilidade das sementes (PIÑA-RODRIGUES et al., 2004).

Segundo Peske e Amaral (1986) citado por Araújo et al. (2013), o teste do pH do exsudato é fundamentado na permeabilidade das membranas e na lixiviação de solutos. Quando a semente embebe água, ocorre a liberação de açúcares, ácidos orgânicos e íons inclusive H^+ , que contribuem para a acidificação do meio, ocasionando uma diminuição do pH do exsudato das sementes. As sementes mais deterioradas apresentarão maior lixiviação e, conseqüentemente, exsudatos com maior poder tampão. As sementes menos deterioradas lixiviam menos, proporcionando, assim, um menor poder tampão na água de embebição.

No teste de pH de exsudato, observa-se que há aumento na quantidade de metabólitos lixiviados à medida que as membranas se deterioram, acidificando a solução onde é realizada a leitura do teste. Sendo assim, quanto mais ácido o meio, mais avançado é o estado de deterioração das sementes, implicando na perda da viabilidade das mesmas (MATOS et al, 2009).

O teste baseia-se em que sementes em avançado grau de deterioração liberam mais íons H^+ , tornando, assim, o meio em que se encontram mais ácido (MATOS, 2009).

O teste de pH de exsudato aplicado a sementes florestais apresentou-se como uma técnica não destrutiva. Matos (2009) aponta que sementes de angico germinam após serem submetidas à técnica. Além disso, a autora descreveu o teste de pH de exsudato pelo método individual como uma técnica capaz de verificar a viabilidade de sementes que apresentam dormência do tipo tegumentar e embrionária. Outra vantagem do teste é a rapidez de obtenção dos resultados, que são apresentados imediatamente, após o contato das soluções indicadoras com a solução de embebição da semente.

Sousa (2009) avaliou a aplicação do teste de pH de exsudato para avaliar sementes de *Dimorphandra mollis* Benth., *Lafoensia pacari* A. St.-Hil., e *Virola sebifera* Aubl. armazenadas em sacos de papel pardo em condições de temperatura ambiental ao longo de um ano, e obteve resultados semelhantes aos de Matos (2009) que descreveu que o teste foi eficiente para avaliar a qualidade de sementes recém colhidas de *Copaifera langsdorfii*, *Anadenanthera falcata*. e *Enterolobium contortisiliquum*.

Araújo (2009) ao aplicar a técnica com diferentes tempos de embebição em sementes de *Acacia polyphylla* DC, verificou que o tempo de trinta minutos é suficiente para verificar a lixiviação de solutos, indo de encontro com os dados da metodologia proposta por Cabrera e Peske (2002).

Martins (2009) avaliou a concentração da solução indicadora de carbonato de sódio utilizada no teste de pH de exsudato. O autor aplicou diferentes concentrações para avaliar sementes armazenadas e concluiu que a solução com concentração de 8,5g/L é a mais adequada por não haver diferença na leitura dos resultados, quando se utiliza concentrações maiores.

Matos (2014) analisou sementes de *Dalbergia miscolobium* Benth pelo teste do pH do exsudato pelos métodos colorimétrico e quantitativo e recomendou a realização de estudos sobre a reativação metabólica das sementes para se investigar o efeito deste procedimento sobre a lixiviação dos exsudatos.

Os testes de vigor baseados na integridade dos sistemas de membranas da semente vêm merecendo especial atenção, por identificar o processo de deterioração na sua fase inicial e permitir, desta forma, que medidas corretivas sejam tomadas para reduzir ou minimizar o seu efeito na qualidade fisiológica da semente (MATOS, 2014).

6. MATERIAL E MÉTODOS

6.1 Coleta das sementes

As sementes de *Enterolobium contortisiliquum* foram coletadas em nove matrizes em diferentes áreas de cerrado sentido restrito, no Distrito Federal. As

matrizes foram georreferenciadas através de GPS. A coleta das sementes foi realizada diretamente na árvore, sendo extraídas manualmente dos frutos.

Tabela 1 - Coordenadas geográficas das matrizes *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.

Matrizes	Coordenadas geográficas
1	S15° 44' 15,176" W47° 53' 7,353"
2	S15° 44' 15,691" W47° 53' 7,797"
3	S15° 44' 16,118" W47° 53' 7,467"
4	S15° 44' 16,311" W47° 53' 7,570"
5	S15° 45' 35,853" W47° 52' 11,959"
6	S15° 45' 35,986" W47° 52' 11,726"
7	S15° 45' 36,084" W47° 52' 11,693"
8	S15° 45' 36,569" W47° 52' 11,835"
9	S15° 45' 36,832" W47° 52' 11,637"

6.2 Aplicação dos testes

As sementes foram analisadas pelo método do pH de exsudato em duas diferentes condições: i) sementes sem preparo (testemunhas) e ii) sementes preparadas com reativação metabólica- hidratação por 24 horas a uma temperatura constante de 25°C. Foram utilizadas 200 sementes para cada condição. Nas duas condições, as sementes foram escarificadas (para superação da dormência tegumentar) com auxílio de lixa, desinfetadas com a solução de hipoclorito de sódio 2% (na concentração 1:1) por 45 segundos, aproximadamente, e lavadas em água corrente por cinco minutos.

Para cada uma dessas condições foram aplicados dois métodos: 1) Método individual – onde foram utilizadas 100 sementes, cada semente foi embebida em 50 mL de água destilada, em recipientes individuais. Em seguida, as sementes foram colocadas em câmara de germinação a 25 °C durante 1 hora. Após isso, o pH da solução de embebição foi medido com o auxílio de um pHmetro de bancada; 2) Método massal – também foram utilizadas 100 sementes, porém foram utilizadas 10 sementes/recipientes, postas para embeber em 75 mL de água destilada durante 1 hora em câmara de

temperatura constante (25 °C). Após este procedimento, também foi medido o pH do exsudato presente na solução de embebição com o auxílio de um pHmetro de bancada.

Após as análises de pH, as sementes foram postas para germinar em rolos de papel filtro acondicionados em sacolas plásticas e depositados em câmara de germinação a 25 °C, com fotoperíodo de 12 horas.

Os procedimentos experimentais foram realizados no Laboratório de Sementes e Viveiros Florestais do Departamento Engenharia Florestal da Faculdade de Tecnologia da Universidade Brasília. O critério botânico foi adotado para verificação da germinação; considera-se germinada a semente cuja radícula presente, no mínimo, 2,0 mm de comprimento.

O delineamento estatístico adotado foi inteiramente ao acaso, onde os dados produzidos foram avaliados pela análise de variância para as duas condições, a 1% de significância.

Para a realização do teste estatístico, utilizaram-se os dados das sementes baseada na energia germinativa destas. Para isso, foi avaliado o Índice de Velocidade de Germinação (IVG) das sementes. O Índice de velocidade de germinação é calculado pelo somatório do número de sementes germinadas a cada dia, dividido pelo número de dias decorridos entre a semeadura e a germinação, segundo a fórmula de Maguire (1962).

$$IVG = (G1/N1) + (G2/N2) + (G3/N3) + \dots + (Gn/Nn), \text{ em que:}$$

IVG = índice de velocidade de germinação,

G1, G2, G3, ..., Gn = número de plântulas computadas na primeira, segunda, terceira e última contagem;

N1, N2, N3, ..., Nn = número de dias da semeadura à primeira, segunda, terceira e última contagem.

Para a realização de todos os procedimentos estatísticos, foi utilizado o programa estatístico GENES (CRUZ, 2013).

7. RESULTADOS E DISCUSSÕES

7.1 pH de exsudato

As medições de pH do exsudato obtidas estão apresentadas nas tabelas a seguir:

Tabela 2: pH de exsudato de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* sem reativação metabólica pelo método individual.

pH do		pH do		pH do		pH do	
Repetições	exsudato	Repetições	exsudato	Repetições	exsudato	Repetições	exsudato
1	6,48	31	6,48	61	6,33	91	6
2	5,26	32	6,43	62	5,8	92	5,95
3	6,43	33	6,37	63	5,96	93	5,95
4	6,24	34	6,65	64	5,88	94	5,96
5	6,4	35	6,3	65	5,82	95	5,97
6	6,58	36	6,45	66	6,23	96	5,92
7	6,64	37	6,42	67	6,11	97	5,91
8	6,62	38	6,44	68	6,04	98	5,96
9	6,68	39	6,41	69	6,05	99	5,99
10	6,52	40	6,37	70	6,1	100	5,99
11	6,53	41	6,42	71	6,06		
12	6,6	42	6,5	72	6,12		
13	6,49	43	6,35	73	6,11		
14	6,7	44	6,35	74	6,16		
15	6,68	45	6,4	75	6,08		
16	6,6	46	6,34	76	6,06		
17	6,54	47	6,31	77	6,05		
18	6,55	48	6,3	78	6,08		
19	6,66	49	6,2	79	6,26		
20	6,48	50	6,32	80	6,1		
21	6,5	51	6,38	81	6,06		
22	6,57	52	6,41	82	6,1		
23	6,54	53	6,4	83	6,05		
24	6,61	54	6,37	84	6,14		
25	6,5	55	6,33	85	6,1		
26	6,62	56	6,29	86	6,11		
27	6,6	57	6,3	87	6,14		
28	6,53	58	6,37	88	5,97		
29	6,32	59	6,4	89	5,79		
30	6,31	60	6,34	90	5,65		

Tabela 3: pH do exsudato de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* com reativação metabólica pelo método individual.

	pH do		pH do		pH do		pH do	
Repetições	exsudato	Repetições	exsudato	Repetições	exsudato	Repetições	exsudato	
1	5,81	31	6,02	61	5,91	91	5,89	
2	6,12	32	6,11	62	5,87	92	5,78	
3	6,26	33	6,09	63	5,89	93	5,91	
4	6,46	34	6,09	64	5,8	94	5,94	
5	6,55	35	6,04	65	5,96	95	5,85	
6	6,57	36	6,01	66	5,85	96	5,9	
7	6,2	37	5,97	67	5,77	97	5,88	
8	6,23	38	5,92	68	5,85	98	5,86	
9	6,17	39	6	69	5,89	99	5,93	
10	6,11	40	6,01	70	5,95	100	5,91	
11	6,21	41	5,98	71	5,8			
12	6,16	42	6,12	72	5,91			
13	6,07	43	6,04	73	5,9			
14	6,05	44	6,09	74	5,89			
15	6,12	45	5,9	75	5,8			
16	6,19	46	6,06	76	5,79			
17	6,24	47	5,97	77	5,75			
18	6,2	48	6,1	78	5,84			
19	6,16	49	5,91	79	5,73			
20	6,17	50	5,77	80	5,78			
21	6,07	51	5,92	81	6			
22	6,01	52	6,01	82	6,06			
23	6	53	5,97	83	5,83			
24	6,04	54	5,74	84	5,84			
25	6,22	55	5,84	85	5,97			
26	6,29	56	5,97	86	5,94			
27	6,11	57	5,9	87	5,72			
28	6,27	58	5,95	88	5,86			
29	6,08	59	6,01	89	5,78			
30	5,91	60	5,79	90	5,81			

Tabela 4: pH do exsudato de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* sem reativação metabólica pelo método massal.

Repetições	pH do exsudato
1	5,88
2	5,74
3	5,7
4	5,7
5	5,74
6	5,81
7	5,82
8	5,75
9	5,89
10	5,44

Tabela 5: pH do exsudato de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* com reativação metabólica pelo método massal.

Repetições	pH do exsudato
1	5,86
2	5,58
3	5,74
4	5,53
5	5,6
6	5,7
7	5,72
8	5,81
9	5,69
10	5,64

Os resultados da Análise de Variância (ANOVA) realizados pelo programa estatístico GENES (CRUZ, 2013) estão apresentados na tabela a seguir:

Tabela 6 - Análise de Variância entre tratamentos para as sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. submetidas ao teste de pH de exsudato pelo método individual.

FV	GL	QM	F	Probabilidade (%)
Tratamentos	1	4,019	80,88	0,0 **
Resíduos	198	0,05		
Total	199			
Média geral		6,13		
CV (%)		3,64		

Para o teste de pH de exsudato pelo método individual, houve diferença significativa entre os tratamentos, conforme apresentado na Tabela 2.

As médias dos tratamentos pelo teste “F” (Tabela 6), estão apresentadas na tabela 7.

Tabela 7 – Médias dos tratamentos 1 (sem reativação metabólica) e 2 (com reativação metabólica) para as sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. submetidas ao teste de pH de exsudato pelo método individual.

Tratamentos	Médias
Tratamento 1	6,27
Tratamento 2	5,98

Após a reativação metabólica, o pH das sementes teve uma pequena redução, indicando uma leve acidificação do meio. Este processo é considerado normal, e não uma deterioração das sementes, já que no tratamento 2 (com reativação metabólica), o período de embebição foi de 24 horas, tempo relativamente longo, com ocorrência de pequenas variações no pH do meio; não sendo, portanto, estas variações suficientes para atestar que

houve deterioração das membranas das sementes de *Enterolobium contortisiliquum*.

No teste de pH de exsudato através do método massal, as sementes com diferentes condições de vigor estão misturadas; desta forma, o resultado apresenta um valor normalmente subestimado, não sendo este método, portanto, tão confiável como o método individual. O método massal, porém, é vantajoso por diminuir custos na realização dos experimentos.

Após a reativação metabólica, as sementes tanto no método individual como no método massal germinaram rapidamente (24h após a reativação, a maior parte das sementes já haviam germinado), indicando maior energia germinativa. Não houve diferenças significativas com relação à quantidade de sementes germinadas no final do trabalho. Provavelmente, a reativação metabólica através da embebição das sementes favoreceu a quebra de dormência nas sementes produzidas com alto vigor.

O coeficiente de variação obtido foi de 3,63 %. De acordo com Pimentel-Gomes (1985), citado por Garcia (1989), este valor é considerado baixo, indicando, assim, um ótimo controle experimental.

Os resultados da Análise de Variância (ANOVA) para o método massal, realizados pelo programa estatístico GENES (CRUZ, 2013), estão apresentados na Tabela 8, a seguir:

Tabela 8 - Análise de Variância entre tratamentos para as sementes de *Enterolobium contortisiliquum* submetidas ao teste de pH de exsudato pelo método massal.

FV	GL	QM	F	Probabilidade(%)
Tratamentos	1	0,02	1,34	26,16 ^{ns}
Resíduo	18	0,01		
Total	19			
Média geral		5,72		
CV (%)		2,02		

Para o teste de pH de exsudato pelo método massal, não houve diferença significativa entre os tratamentos, conforme apresentado na tabela 4.

Neste método, os resultados podem ter sido mascarados, uma vez que são avaliadas sementes que podem ter sido produzidas com alto e baixo vigor; o que não ocorre no método individual, já que as sementes são avaliadas uma de cada vez, sendo este método mais confiável, embora mais trabalhoso e oneroso.

As médias dos tratamentos pelo teste “F” (Tabela 8), estão apresentadas na tabela 9.

Tabela 9 – Médias dos tratamentos 1 (sem reativação metabólica) e 2 (com reativação metabólica) para as sementes de *Enterolobium contortisiliquum* submetidas ao teste de pH de exsudato pelo método massal.

Tratamentos	Médias
Tratamento 1	5,74
Tratamento 2	5,68

O coeficiente de variação obtido para este método foi de 2,02 %; valor baixo, segundo Pimentel-Gomes (1985), citado por Garcia (1989), indicando, também, um ótimo controle experimental.

7.2 Energia germinativa

A análise da energia germinativa das sementes baseou-se nos Índices de Velocidade de Germinação (IVG) obtidos para as sementes de *Enterolobium contortisiliquum* após o teste de germinação. Os resultados da Análise de Variância pelo método individual aplicado às sementes de *Enterolobium contortisiliquum* estão apresentados na Tabela 10, a seguir:

Tabela 10: Análise de Variância do IVG das sementes de *Enterolobium contortisiliquum* submetidas ao teste de pH de exsudato pelo método individual.

F.V.	G.L.	Q.M.	F	Probabilidade
Tratamentos	1	4,45	57,26	0,0
Resíduo	198	0,08		
Total	199			
MÉDIA geral		0,81		
CV(%)		34,30		

As médias dos tratamentos pelo teste “F” (Tabela 10), estão apresentadas na tabela 11.

Tabela 11 – Médias dos tratamentos 1 (sem reativação metabólica) e 2 (com reativação metabólica) do IVG das sementes de *Enterolobium contortisiliquum* submetidas ao teste de pH de exsudato pelo método individual.

Tratamentos	Médias
Tratamento 1	0,6639
Tratamento 2	0,9623

Conforme apresentado na Tabela 6, houve diferença significativa entre os tratamentos. No tratamento com reativação metabólica (tratamento 2), houve um maior número de sementes germinadas em um menor período de tempo, ou seja, houve uma relação direta entre o vigor das sementes e a velocidade de germinação.

O coeficiente de variação obtido foi de 34,30%. Para Pimentel-Gomes (1985), citado por Garcia (1989), este é um valor muito alto, porém, ainda assim, é um valor aceitável.

A análise de variância do IVG obtido após a aplicação do teste de pH de exsudato, através do método massal, em sementes de *Enterolobium contortisiliquum* estão apresentados na Tabela 12.

Tabela 12: Análise de Variância do IVG das sementes de *Enterolobium contortisiliquum* submetidas ao teste de pH de exsudato pelo método massal.

F.V.	G.L.	Q.M.	F	Probabilidade
Tratamentos	1	29,00	29,84	0,00
Resíduo	18	0,97		
TOTAL	19			
MÉDIA geral		8,42		
CV(%)		11,71		

As médias dos tratamentos pelo teste “F” (Tabela 12), estão apresentadas na tabela 13.

Tabela 13 – Médias dos tratamentos 1 (sem reativação metabólica) e 2 (com reativação metabólica) do IVG das sementes de *Enterolobium contortisiliquum* submetidas ao teste de pH de exsudato pelo método massal.

Tratamentos	Médias
Tratamento 1	7,21
Tratamento 2	9,62

Para este método, também houve diferença significativa entre os tratamentos. O valor do coeficiente de variação foi de 11,71 %; ainda de acordo com Pimentel-Gomes (1985), citado por Garcia (1989), este é um valor considerado médio, indicando, portanto, um bom controle experimental.

O índice de velocidade de germinação é interessante para a determinação do vigor de sementes por avaliar a velocidade de desenvolvimento das mesmas. Esse índice baseia-se no pressuposto de que sementes mais vigorosas germinarão mais rapidamente em condições favoráveis (PIÑA-RODRIGUES et al., 2004).

A aplicação do IVG auxiliou a identificação do método individual como sendo o mais adequado para a análise da qualidade fisiológica das sementes de *Enterolobium contortisiliquum* através do teste de pH de exsudato.

Simon e Raja-Harun (1972) apud Fernandes et al. (1987) destacam que para a determinação do exsudato de sementes é importante considerar o tempo de embebição.

Santana et al. (1998) ao realizarem o teste do pH do exsudato-fenolftaleína, concluíram que o teste é eficiente na separação dos lotes de milho (*Zea mays* L.) em diferentes qualidades fisiológicas e que o aumento do tempo de embebição de 30 para 45 e 60 minutos de sementes seccionadas subestimou o potencial de germinação dos lotes estudados, e ainda que o teste do pH do exsudato-fenolftaleína, no tempo de 30 minutos de embebição, à temperatura de 25°C, com sementes devidamente escarificadas, apresentou maior correlação com o teste de germinação.

Na determinação da qualidade fisiológica em sementes de ervilha (*Pisum sativum* L.), Rech et al. (1999) constataram que o teste do pH do exsudato individual com 30 minutos de embebição permitiu estimar com rapidez a viabilidade das sementes de ervilha com relação aos demais períodos de embebição avaliados, e que o teste do pH do exsudato massal está relacionado com vigor de sementes de ervilha (*Pisum sativum* L.).

Cabrera e Peske (2002) verificaram que para estimar a viabilidade de sementes de milho pelo teste do pH do exsudato individual, deve-se usar a solução indicadora após 20 minutos de embebição na concentração de 8 g de Na²CO³ litro⁻¹ de água. Verificaram também que o processo de determinação da viabilidade de sementes de milho pelo teste do pH do exsudato massal apresenta alta confiabilidade.

O processo de avaliação do vigor das sementes de milho pelo teste do pH do exsudato massal também apresenta relação mediana com o teste de frio e há a possibilidade de determinar que lotes de sementes de baixa qualidade requerem mais de 0,7ml da solução de 9,5g de Na²CO³ litro⁻¹ de água com 0,5% de fenolftaleína para mudar de coloração (CABRERA e PESKE, 2002).

Matos (2009) avaliou a eficiência do teste pH do exsudato (através do método individual e do método massal) na verificação de viabilidade de sementes florestais de três espécies nativas do Cerrado (*Anadenanthera falcata*, *Copaifera langsdorffii* e *Enterolobium contortisiliquum*) com diferentes características de tegumentos. Os resultados obtidos foram comparados com o teste de tetrazólio, 0,5%. Os resultados demonstram que o teste de pH de

exsudato pelo método individual é uma técnica eficiente para verificar a viabilidade das sementes florestais estudadas, dentre elas o tamboril, objeto deste trabalho.

Matos (2014) analisou as metodologias dos testes de tetrazólio, lixiviação de potássio, pH do exsudato, condutividade elétrica para a determinação da qualidade fisiológica em sementes recém colhidas e envelhecidas artificialmente por períodos de 24, 48, 72 e 96 horas de *Dalbergia miscolobium* Benth. Os resultados que mais se destacaram foram um aumento da condutividade elétrica e da lixiviação do potássio em função do tempo de embebição ou de reativação metabólica das referidas sementes; sendo que para as sementes envelhecidas artificialmente houve um aumento nos valores de potássio lixiviado e de condutividade elétrica associada a um decréscimo dos valores de germinação das sementes.



Figura 4: Plântulas de *Enterolobium contortisiliquum* após teste de germinação. Fonte: R. A. SILVA (2015).

8. CONCLUSÕES

O teste de pH de exsudato mostrou-se eficiente na identificação de lixiviados devidos a reativação metabólica das sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong., especialmente pelo método individual, e este

teste pode ser indicado como instrumento adequado para rápida diagnose do vigor das sementes da referida espécie.

9. RECOMENDAÇÕES E PERSPECTIVAS

Recomenda-se avaliar a temperatura da reativação metabólica; análises complementares como o teste de condutividade elétrica e pH de exsudato pelo método colorimétrico; estudos sem a realização do corte no tegumento e estudos por mais tempo, com maiores ou menores temperaturas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, A. M. Estudo do tempo de embebição utilizado na técnica de pH de exsudato para a verificação de viabilidade de sementes de *Acacia polyphylla* DC. Universidade de Brasília - Trabalho de conclusão de curso, 26 p, 2009.

ARAÚJO, A. P.; SOBRINHO, S. P. Germinação e produção de mudas de tamboril (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.) em diferentes substratos. **Rev. Árvore** vol.35, n.3, suppl.1, pp. 581-588. Viçosa, 2011.

ARAÚJO, A. V.; PINTO, M. A. D. S. C.; BARBOZA, V. R. S.; BRITO, A. C. V.; NUNES, A. S. pH do exsudato para a avaliação da viabilidade de sementes de mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.). In: XIII JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – JEPEX 2013 – UFRPE: Recife, 09 a 13 de Dezembro. **Anais**. 2013.

ARAÚJO-NETO, J. C.; AGUIAR, I. B.; FERREIRA, V. M.; PAULA, R. C. **Caracterização morfológica de frutos e sementes e desenvolvimento pós-seminal de monjoleiro (*Acacia polyphylla* DC.).** Rev. bras. sementes vol.24 no.1. Londrina, 2002.

BARBIERI, A. P. P.; MENEZES, N. L.; CONCEIÇÃO, G. M.; TUNES, L. M. **Teste de lixiviação de potássio para a avaliação do vigor de sementes de arroz.** Rev. bras. Sementes, vol.34, no.1. Londrina, 2012.

BHERING, M. C.; DIAS, D. C. F. S.; BARROS, D. I. **Adequação da Metodologia do Teste de Tetrazólio para Avaliação da Qualidade Fisiológica de Sementes de Melancia.** Rev. bras. sementes vol.27, no.1. Pelotas, June, 2005.

CABRERA, A. C.; PESKE, S. T. **Teste de pH do exsudato para sementes de milho.** Revista Brasileira de Sementes, LondrinaPR, v. 24, n. 1, p. 134-140, 2002.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: Recomendações Silviculturais, potencialidades e uso da madeira.** EMBRAPA-CNPQ. Brasília. 1994. 640p.

CASTRO, R. D.; HILHORST, R. H. W. M. Embebição e reativação do metabolismo. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. **Germinação: Do básico ao aplicado.** Porto Alegre: Artmed. 2004, p.149-162.

CHEROBINI, E. A. L. **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SEMENTES E MUDAS DE ESPÉCIES FLORESTAIS NATIVAS.** 2006. 115 p. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS.

COIMBRA, R. A.; TOMAZ, C. A.; MARTINS, C. C.; NAKAGAWA, J. Teste de germinação com acondicionamento dos rolos de papel em sacos plásticos. **Rev. Bras. Sementes**, vol. 29, no. 1, Londrina, PR, Apr. 2007.

COLETE, J. C. F.; VIEIRA, R. D.; PANOBIANCO, M.; DUTRA, A. S. **Condutividade elétrica da solução de embebição de sementes e emergência de plântulas de soja.** Científica, Jaboticabal, v.35, n.1, p.10 - 16, 2007.

COSTA, M. S.; ALVES, S. M. C.; NETO, M. F.; BATISTA, R. O. ; COSTA, L. L. B.; OLIVEIRA, W. M. **Produção de mudas de timbaúba sob diferentes concentrações de efluente doméstico tratado. Irriga**, Botucatu, Edição Especial, p. 408 - 422, 2012.

CRUZ, C. D. GENES - A software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.35, p.271-276, 2013.

DELOUCHE, J. C. 2002. **Germinação, deterioração e vigor da semente**. Seed News 6:1-7.

DONATO, D. B.; FONSECA, A. G.; JÚNIOR, S. L. A.; MACHADO, E. L. M.; BISPO, D. F. A. Dano de *Caryedes* sp. (COLEOPTERA; BRUCHIDAE) e seus reflexos na propagação de *Enterolobium contortisiliquum* (LEGUMINOSAE). **Floresta e Ambiente**. 2010 jul./dez; 17(2):118-123.

EIRA, M. T. S.; FREITAS, R. W. A.; MELLO, C. M. C. Superação da dormência de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. – Leguminosae. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 15, no 2, p. 177-181, 1993.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323p.

FERNANDES, E. J.; SADER, R.; e CARVALHO, N. M. Viabilidade de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) estimada pelo pH do exudato. **Revista Brasileira de Sementes**. vol. 9, nº 3, p. 69-75, 1987.

FOWLER, A.J.P.; BIANCHETTI, A. **Dormência em sementes florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 27p. (Embrapa Florestas. Documentos, 40).

GARCIA, C. H. **Tabelas para classificação do coeficiente de variação**. Brasília: IPEF, 1989. 11 p. (Circular técnica, 171).

GOMES, K. B. P. **Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Terminalia argentea* Mart. et Zucc. pelos teste de raios X, condutividade elétrica, pH do exsudato e germinação**. 2013. 72 p. Dissertação de Mestrado - Universidade de Brasília, Brasília, DF.

GONÇALVES, E. P.; PAULA, R. C.; DESMATLÊ, M. E. S. P. **Testes de vigor em sementes de *Guazuma ulmifolia* Lam.** Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 29, n. 2, p. 265-276, abr./jun. 2008.

KOOSTRA, P.; HARRINGTON, J. Biochemical effects of age on membranal lipids of *Cucumis sativus* L. seed. In: **Proceedings** International Seed Testing Association, Copenhagen, v34, p329-340, 1973.

LESSA, B. F. T.; ALMEIDA, J. P. N.; PINHEIRO, C. L.; NOGUEIRA, F. C. B.; FILHO, S. M. Germinação e crescimento de plântulas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong em função da localização da semente no fruto e regimes de temperatura. **Biosci. J.**, Uberlandia, v. 30, n. 5, p. 1474-1483, Sept./Oct. 2014.

LIMA, R. S.; OLIVEIRA, P. L.; RODRIGUES, L. R. Anatomia do lenho de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Leguminosae-Mimosoideae) ocorrente em dois ambientes. **Revista Brasil. Bot.**, V.32, n.2, p.361-374, abr.-jun. 2009.

LORENZI, H. 1992. **Árvores Brasileiras - Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**. 1ªed. Editora Plantarum. Nova Odesa – SP V.1, 1992. 352p.

MACHADO, C.F.; OLIVEIRA, J.A.; DAVIDE, A.C.; GUIMARÃES, R.M. Metodologia para a condução do teste de germinação em sementes de ipê-

amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nicholson). **CERNE**, V.8, N.2, p.017-025, 2002.

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

MARTINS, D. S. **Estudo das concentrações da solução de carbonato de sódio utilizada no teste pH de exsudato da semente**. 2009. 33p., Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade de Brasília. Brasília, DF.

MATOS, J. M. M. **Indicadores bioquímicos aplicados para verificação da qualidade fisiológica de sementes de *Dalbergia miscolobium* Benth.** 2014. 86p, Tese de Doutorado – Universidade de Brasília. Brasília, DF.

MATOS, J. M. M. **Avaliação do teste de pH de exsudato na verificação de viabilidade de sementes florestais**. Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Brasília, DF. 75p. 2009.

MATOS, J. M. M.; MARTINS, R. C. C.; MARTINS, I. S. Caracterização do teste de pH de exsudato pelo método individual para a avaliação da viabilidade de sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. **Heringeriana**, Brasília, v. 3, n. 1, p. 91-97, jul./2009.

MATOS, J.M.M. Indicadores bioquímicos aplicados para verificação da qualidade fisiológica de sementes de *Dalbergia miscolobium* Benth..Tese de Doutorado - Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 86 p. 2014.

MEDEIROS, A.C.S.; ABREU, D.C.A. Instruções para Testes de Germinação de Sementes Florestais Nativas da Mata Atlântica. **Comunicado Técnico 151**, EMBRAPA - Colombo, PR, 5 p., 2005.

MONDO, V. H. V.; BRANCALION, P. H. S.; CICERO, S. M.; NOVENBRE, A. D. L. C.; NETO, D, D. Teste de germinação de sementes de *Parapiptadenia rigida*

(Benth.) Brenan (Fabaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 30, nº 2, p.177-183, 2008.

OLIVEIRA, L. M.; DAVIDE, A. C.; CARVALHO, M. L. M. Teste de germinação de sementes de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert – Fabaceae. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 38, n. 3, jul./set. 2008.

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B.; PEIXOTO, M.C. Testes de qualidade. In: Ferreira AG, Borghetti F, organizadores. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed; 2004. p. 283-297.

RECH, E. G.; VILLELA, F. A.; TILLMANN, M. A. A. **AVALIAÇÃO RÁPIDA DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE ERVILHA**. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, vol. 21, n. 2, p. 1-9, 1999.

REIS, M. S.; REIS, A.; GUERRA, M. P.; NODARI, R. O. **Obtenção de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vellozo) Morong. a partir da trilha mecânica de frutos provenientes de cinco árvores**. Insula, Florianópolis, n.13, p.60-70, 1983.

SANTANA, D. C.; VIEIRA, M. G. G. C.; CARVALHO, M. L. M.; OLIVEIRA, M. S. **TESTE DO PH DO EXSUDATO-FENOLFTALEÍNA PARA RÁPIDA DEFINIÇÃO SOBRE O DESTINO DE LOTES DE SEMENTES DE MILHO**. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v. 20, n. 1, p. 160-166, 1998.

SANTOS, L. P.; BELLOTTO, V. R.; MATOS, J. M. M. Avaliação dos métodos de verificação do pH nos exsudatos de sementes de *Dalbergia miscolobium* Benth. **Anais do XVIII Congresso Brasileiro de Sementes 2013**. In: <http://www.abrates.org.br/cbsementes/trabalhos>.

SOUSA, P.S. Estudo da técnica de pH de exsudato para a verificação de viabilidade de sementes florestais armazenadas. Universidade de Brasília - Trabalho de conclusão de curso, 35p, 2009.

SOUZA, A. S.; ABREU, S. C.; SILVA, C. M.; SANTOS, J. X.; ALISSON RODRIGO SOUZA REIS, A. R. S. Desenvolvimento inicial de plântulas de tamboril [*Enterolobium contortisiliquum*(Vell.) Morong] em diferentes níveis de intensidade luminosa. **Informativo ABRATES**, vol. 23, nº. 3, 2013.

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). 2001.

VILLELA, F. A. Water relations in seed biology. **Scientia Agricola**, v.55, p. 98-101. 1998.