

## TESTES RÁPIDOS DE VIGOR PARA AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DE SEMENTES DE *Anadenanthera falcata*

Patricia Hellenn Stallbaun<sup>1</sup>, Patrícia Aparecida de Souza<sup>2</sup>, Rosana de Carvalho Cristo Martins<sup>3</sup>, Juliana Martins de Mesquita Matos<sup>4</sup>, Thamires Marques Moura<sup>5</sup>

1 Mestrada do Programa de Pós-Graduação Ciências Florestais e Ambientais, Universidade Federal do Tocantins, Palmas, Brasil ([pattypenelopy@hotmail.com](mailto:pattypenelopy@hotmail.com)).

2 Profa Dra do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Tocantins, Palmas, Brasil

3 Profa Dra do Curso de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília, Brasília, Brasil

4 Profa Dra do Curso de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília, Brasília, Brasil

5 Profa Mestre do Instituto Federal de Goiás , Goiás, Brasil

**Recebido em: 31/03/2015 – Aprovado em: 15/05/2015 – Publicado em: 01/06/2015**

### RESUMO

Este trabalho objetivou avaliar a eficiência dos testes rápidos de pH de exsudato e condutividade elétrica em sementes de *Anadenanthera falcata* (Benth.) Speg. Os testes foram realizados no Laboratório de Sementes Florestais do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília. Através do teste de pH de exsudato e condutividade elétrica foram analisados o vigor das sementes pelo método massal e individual em duas condições fisiológicas diferentes, recém colhidas e envelhecidas (artificial), correlacionando os dados com a germinabilidade da espécie e o teste de tetrazólio. O delineamento estatístico adotado foi o inteiramente casualizados (DIC), com 10 repetições e 10 de sementes por repetição para cada tratamento. Concluiu-se que os testes de pH de exsudato e condutividade elétrica pelo método individual apresentaram rapidez na obtenção dos resultados e facilidade para execução, além de um bom índice de confiabilidade quando comparados aos resultados do teste de tetrazólio e germinação padrão. Porém, na utilização do método massal observou-se uma superestimativa dos resultados para análise do vigor das sementes.

**PALAVRAS-CHAVE:** angico do cerrado, qualidade fisiológica, sementes, tecnologia de sementes.

### QUICK VIGOR TESTS FOR THE ASSESSMENT OF THE SEED VIABILITY OF SPECIES *Anadenanthera falcata*

### ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effectiveness of rapid tests for pH of exudate and electrical conductivity in seeds of *Anadenanthera falcata*. The tests were carried at the Laboratory of Forest Seeds of the Department of Forestry of the University of Brasilia. Through the test for pH of exudate and electrical conductivity, the seed vigor was analyzed through the mass and individual method at two different physiological conditions (newly harvested and artificially aged), correlating the data with the

germinability of species and the tetrazolium test. The experimental design was completely randomized, with 10 replications of 10 seeds per treatment. It was concluded that the tests for pH of exudate and electrical conductivity showed quickness to obtain results and facility to execution, as well as a good level of reliability when compared to the results of tetrazolium and standard germination tests. However, in the use of mass method, an overestimation of the results for analysis of the seed vigor was observed, not distinguishing in a sample that has good quality the presence of seeds with no physiological activity.

**KEYWORDS:** angico cerrado, physiological quality, seeds, seed technology.

## INTRODUÇÃO

Embora seja grande a diversidade de espécies nativas encontradas no Brasil, nos diferentes biomas, são escassas as informações sobre a germinação das sementes, principalmente em relação à qualidade fisiológica de muitas delas, incluindo *Anadenanthera falcata* (GASPARIN et al., 2013), dificultando, assim, a produção de suas mudas.

*Anadenanthera falcata* popularmente conhecida como angico do cerrado, é classificada como espécie pioneira a secundária inicial, autocórica, heliófita e medianamente tolerante a baixas temperaturas (LORENZI, 2002). A espécie pode ser utilizada para a produção de madeira na própria propriedade (LIMA et al., 2013); para sistemas agroflorestais (SILVA et al., 2014); arborização de ruas (MEDEIROS & SANGALLI, 2014); na medicina popular (SOUZA et al., 2014) e apresenta ação antioxidante (SANTOS et al., 2012). É recomendada para recuperação de áreas degradadas com terrenos erodidos ou para locais sujeitos a inundações periódicas (CARVALHO, 2003).

Para fins de comercialização, a caracterização da qualidade fisiológica das sementes é baseada fundamentalmente no teste de germinação. Contudo, o teste de germinação possui limitações como a inabilidade para detectar diferenças de qualidade entre lotes com alta germinação (HAMPTON & TEKRONY, 1995). Além disso, os resultados desse teste nem sempre se correlacionam com a emergência de plântulas no campo.

Neste sentido, para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes de espécies florestais de forma ampla e segura, é necessária a complementação das informações com testes de vigor. Diferente do teste de germinação, os testes de vigor têm como objetivo identificar possíveis diferenças no grau de deterioração de sementes que apresentem potencial germinativo semelhante, podendo estimar sua capacidade de armazenamento e emergência de plântulas em campo (FRANZIN et al., 2004).

Vários testes podem ser utilizados para avaliar o vigor das sementes, entre estes se citam: o envelhecimento acelerado (CH AISURISRI et al., (1993); pH do exsudato (MELO & MARTINS, 2010); tetrazólio (FOGAÇA et al., 2011) e teste de condutividade elétrica (CORTE et al., 2010).

Os testes de avaliação rápida do vigor das sementes, como o teste de envelhecimento acelerado, pH de exsudato e condutividade elétrica, permitem agilizar a obtenção de informações, como também fornecem respostas complementares às fornecidas pelo teste de germinação em prazo relativamente curto (GONÇALVES et al., 2008).

O objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica das sementes de *Anadenanthera falcata* aplicando os testes de pH de exsudato e condutividade

elétrica e relacionando-os com os resultados obtidos nos testes de germinação e tetrazólio.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os lotes das sementes de *Anadenanthera falcata* foram provenientes da doação da EMATER – DF, coletados na região de Planaltina (15°37'37,88"S e 47°39'12,87"O) e Park Way (15°38'00,00"S e 47°49'00 ,00"O). Foram utilizadas 10 matrizes selecionadas nas áreas citadas. Os procedimentos experimentais foram realizados no Laboratório de Sementes e Viveiros do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília, em março de 2013.

As sementes de *Anadenanthera falcata* foram submetidas ao processo de assepsia, para realização de um controle rigoroso contra possível contaminação por fungos e bactérias. As mesmas foram imersas em solução de hipoclorito de sódio 25% por 5 minutos. Em seguida, foram lavadas em água corrente, secas em papel toalha e armazenadas por 12 horas para completa secagem. Após o processo de assepsia foram homogeneizadas em lotes para realização dos testes.

As sementes receberam 4 tratamentos para cada teste rápido de vigor analisado, adotando-se dois diferentes estados fisiológicos para os tratamentos: o estado fisiológico recém-colhidas e o estado fisiológico com envelhecimento acelerado (artificial). Para os diferentes estados fisiológicos, aplicaram-se dois métodos de análise: o método massal e o método individual. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, composto pelos seguintes tratamentos: T1, T2, T3 e T4 (QUADRO 1).

**QUADRO 1** Tratamentos utilizados para avaliação dos testes rápidos de vigor em sementes de *Anadenanthera falcata*.

Tratamentos	Especificações
T1 (RC-M)	Estado fisiológico Recém-colhidas, método massal.
T2 (RC-I)	Estado fisiológico Recém-colhidas, método individual.
T3 (ENV-M)	Estado fisiológico Envelhecimento Acelerado (artificial), método massal.
T4 (ENV-I)	Estado fisiológico Envelhecimento Acelerado (artificial), método individual.

Para o estado fisiológico recém-colhidas, as sementes de angico do cerrado foram coletadas, beneficiadas e submetidas a assepsia. Para o método de envelhecimento acelerado (artificial) utilizou-se o procedimento proposto pela AOSA (1983) e descrito por MARCOS FILHO (1999). Foram distribuídas 200 sementes em caixas tipo Gerbox com tela de alumínio, contendo 100 mL de água destilada. As caixas contendo os copos descartáveis com as sementes foram fechadas e mantidas a 42 °C por um período de 48 horas dentro de uma câmara de germinação do tipo BOD.

Para o emprego do método individual para analisar as sementes, colocou-se apenas uma semente em cada copo contendo 30 mL de água destilada, utilizando-se 10 repetições com 10 unidades amostrais. Aplicou-se o método massal para analisar as sementes em conjunto, usando 10 repetições, onde cada repetição consistiu em adicionar 10 sementes dentro de um copo descartável contendo 100 mL de água destilada. Foram realizados os seguintes testes:

**Teste de germinação padrão** – utilizaram-se 10 repetições de 10 sementes, considerando germinadas as sementes que apresentaram radícula de pelo menos 2,0 mm de comprimento (BRASIL, 2009). Os testes de germinação foram conduzidos em germinadores de câmara tipo BOD, na temperatura de 25 °C e fotoperíodo de 8 horas, usando papel filtro como substrato, acondicionados em sacolas plásticas fechadas, monitorando diariamente a umidade e as condições das sementes. Teve como objetivo a obtenção de parâmetro de viabilidade dos lotes testados para avaliar o desempenho dos demais testes.

**Teste pH de exsudato pelo método colorimétrico** – formularam-se duas soluções indicadoras com concentrações baseadas nas análises realizadas por CABRERA & PESKE (2002): (1) solução indicadora de fenolftaleína composta de 1g de fenolftaleína, dissolvida em 100 mL de álcool absoluto, e adição de 100 mL de água destilada e fervida; e (2) solução indicadora de carbonato de sódio composta de 8,5 g/L de água destilada e fervida. O tempo de embebição das sementes adotado foi de trinta minutos, conforme AMARAL & PESKE (1984). Os lotes de sementes submetidos a esse teste foram provenientes do lote de estado fisiológico recém colhidas e do lote submetidas ao teste de envelhecimento acelerado (artificial). Ao final do processo de embebição foram adicionadas 10 gotas de cada solução para cada recipiente onde as sementes avaliadas estavam em embebição. O resultado é lido como: soluções de embebição incolores são indicadas como ácidas e, portanto, as sementes são consideradas inviáveis, ao passo que as soluções de embebição que apresentarem coloração rosa determinam um meio básico e, portanto, as sementes encontram-se viáveis.

**Teste de tetrazólio** – realizou-se a hidratação das sementes, após serem submetidas ao teste de pH de exsudato, a 25 °C por 24 horas, em uma concentração de 0,5%, com remoção do tegumento. Foram consideradas viáveis as sementes que coloriam o eixo embrionário de forma uniforme.

**Teste de condutividade elétrica** – utilizaram-se as sementes provenientes dos tratamentos T1 (RC-M), T2 (RC-I), T3 (ENV-M) e T4 (ENV-I). As sementes foram submetidas à embebição em água destilada, por um período de 4 horas, introduzidas em estufa incubadora, com fotoperíodo de 8 horas. Após este período realizou-se a leitura com condutivímetro de bancada. Os dados obtidos de todos os testes realizados foram submetidos a análise estatística de variância, sendo comparada as médias pelo teste de SCOTT & KNOTT (1974) a 1% e a 5% de significância. A análise estatística foi realizada no programa Assistat 7.6 Beta.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Teste Germinação Padrão e Teste de Envelhecimento Acelerado (artificial)

Para o teste de germinação padrão os resultados obtidos mostraram que as sementes que passaram pelo teste de envelhecimento acelerado (artificial) apresentaram maior porcentagem de germinação (62%), quando comparadas às sementes recém-colhidas (55%), apresentando diferenças significativas entre si, pelo teste de SCOTT-KNOTT (1975), a 1% (Tabela 2).

**TABELA 2** Porcentagem de germinação (G%) e comparação das médias dos lotes de sementes de *Anadenanthera falcata* recém-colhidas e com envelhecimento acelerado (artificial).

Tratamentos	G%	Médias*
Recém-colhidas (RC)	55%	5,5 B
Envelhecimento Acelerado, artificial (ENV)	62%	6,2 A
CV%	11,47	

\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si.

O teste de envelhecimento acelerado (artificial) favoreceu a germinação das sementes de angico do cerrado, acelerando os processos metabólicos nestas sementes. Este método tem como base o fato de que a taxa de deterioração das sementes aumenta consideravelmente através de sua exposição a níveis muito adversos de temperatura e umidade relativa. Em amostras de sementes com baixo vigor observou-se maior queda de sua viabilidade, quando submetidas a essa situação. Portanto, as sementes mais vigorosas geralmente são menos afetadas em sua capacidade de produzir plântulas normais e apresentam germinação mais elevada, após serem submetidas ao envelhecimento, (AOSA, 1983), indicando a qualidade das sementes avaliadas.

Para sementes de algumas espécies florestais há metodologias do teste de envelhecimento acelerado padronizadas, ou seja, indicam a temperatura e o período ideal à realização do teste, de modo a classificar as sementes quanto ao vigor, entre estas se citam: *Erythrina velutina* 41 °C a 72 horas e 45 °C a 24 horas (GUEDES et al., 2009); e *Carthamus tinctorius* 41 °C a 24 a 48 horas (GIRARDI et al., 2013).

Para diásporos de *Astronium fraxinifolium* o teste de envelhecimento acelerado a 45 °C, durante os períodos de 12, 18 e 24 horas, foram eficientes para avaliar a qualidade fisiológica. No entanto, períodos de exposição de 30 e 36 horas comprometeram a condução do teste pela excessiva presença de fungos (CALDEIRA & PEREZ, 2010). Para *Dalbergia nigra*, o envelhecimento em temperaturas de 41 °C e 45 °C a partir de 72 horas, afetou a qualidade fisiológica das sementes, promovendo redução da viabilidade e do vigor (GUEDES et al., 2011).

Para *Chorisia glaziovii* o envelhecimento acelerado, a partir de 48 horas afetou a qualidade fisiológica das sementes, com redução da viabilidade e do vigor. O envelhecimento acelerado conduzido a 41° C por 48h separa os lotes de sementes em nível de vigor (GUEDES et al., 2013). Para *Poincianella pyramidalis* o envelhecimento acelerado, utilizado no método tradicional, no período de 24 horas e a temperatura de 41° C mostrou ser o teste de vigor mais eficiente na avaliação do potencial fisiológico das sementes (LIMA et al., 2014).

O Brasil apresenta uma diversidade grande de espécies florestais nativas, visto que não é possível ter uma única metodologia para aplicação do teste de envelhecimento acelerado (artificial) é necessário à realização de estudos para cada espécie, visando o aprimoramento do mesmo. Assim, poderá ser utilizado para avaliar o vigor em sementes florestais e também para a avaliação da eficácia da conservação ex situ dessas sementes (CH AISURISRI et al., 1993).

## Teste pH de exsudato pelo método colorimétrico

Para o teste de pH de exsudato, comparando-se o método massal com o individual, observou-se que os tratamentos 1, estado fisiológico recém-colhidas, método massal (RC-M) e o tratamento 3, estado fisiológico envelhecimento acelerado (artificial), método massal (ENV-M) apresentaram 94,5% e 100% de sementes viáveis, respectivamente (Tabela 3), com valores superestimados em comparação ao teste de germinação padrão (Tabela 2).

**TABELA 3** Porcentagem de germinação e comparação das médias nos tratamentos em sementes de *Anadenanthera falcata*, submetidas a diferentes tipos de tratamentos.

Tratamento	G% s	*M HpEx	G% pHEx	*M Tetraz	CE	*MCE	G% pósCE	*M pósCE
T1 (RC-M)	94,5	-	58,5	5,85 B	29,43	29,43 A	41,0	4,10 C
T2 (RC-I)	50,0	5,0 B	55,0	5,55 B	12,86	12,86 B	51,0	5,10 B
T3 (ENV-M)	100,0	-	65,5	6,55 A	14,45	14,45 B	62,0	6,20 A
T4 (ENV-I)	62,5	6,25 A	63,5	6,35 A	9,21	9,21 B	65,0	6,50 A
CV%		10,79		7,16		29,83		14,49

Legenda: G% Hp = porcentagem de germinação do teste pH de exsudato pelo método do colorimétrico; M pH Ex = médias do teste de pH de exsudato pelo método do colorimétrico; G% Tetraz = porcentagem de germinação do teste de tetrazólio; M Tetraz = média do teste de tetrazólio; CE = leitura condutividade elétrica; M CE = média condutividade elétrica; G% pós CE = porcentagem de germinação pós teste de condutividade; e M pós CE = média de germinação pós teste de condutividade.

\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si.

Estes resultados indicam que praticamente todas as sementes submetidas ao método massal foram consideradas vigorosas, mascarando os resultados, não identificando prováveis injúrias nas sementes, quando analisadas em conjunto. Isto provavelmente ocorreu devido a pequena quantidade de material lixiviado pelas sementes com algum tipo de injúria, não possuindo concentrações suficientes para modificar o pH do volume de 100 mL da solução de embebição onde foram colocadas as sementes. Estudos realizados com as espécies *Anadenanthera falcata*, *Copaisfera langsdorffii* e *Enterolobium contortisiliquum*, por MATOS (2009) ratificam as informações encontradas, onde as sementes contendo injúrias não foram identificadas pelo método massal, em solução de embebição com volume de 200 mL.

MATOS (2014) relata que as sementes das espécies florestais apresentam grande diversidade morfológica e devido a isto ao se utilizar o teste de pH de exsudato, alguns ajustes devem ser feitos para que isto não ocorra, como: separar as sementes em classes de tamanho, teor de umidade, tamanho de sementes por amostra e volume da solução de embebição.

Com base nos resultados obtidos pelo teste de pH de exsudato massal em sementes de angico do cerrado, não foi necessário realizar a análise de variância, pois neste método que praticamente todas do T1 (RC-M) e todas as sementes do tratamento T3 (ENV-M) foram lidas como viáveis. Sendo assim, analisou-se estatisticamente apenas o tratamento 2, estado fisiológico recém-colhidas, método individual (RC-I) e o tratamento 4 estado fisiológico envelhecimento acelerado (artificial), método individual (ENV-I), tabela 3.

Observou-se que o T4 (ENV-I) apresentou diferenças estatísticas pelo teste de SCOTT-KNOTT (1974), a 1% do T2 (RC-I) com médias 6,25 e 5,0 respectivamente (Tabela 3). As sementes do T4 (ENV-I) foram as que apresentaram maior viabilidade no teste de germinação padrão, confirmando a viabilidade no teste de pH de exsudato.

O teste do pH de exsudato se baseia na alteração do pH provocado pela exsudação de lixiviados (SANTANA et al., 1998). A perda da integridade das membranas, com a consequente lixiviação de íons, em quantidades diferentes, se dá em função do grau de deterioração das sementes. Então, as sementes com baixa viabilidade e vigor apresentam maior lixiviação de solutos do que sementes vigorosas e com alta germinação (CABRERA & PESKE, 2002).

Através dos resultados obtidos pelo teste de pH de exsudato para *Anadenanthera falcata*, pode-se considerar o teste confiável para ser realizado em sementes desta espécie, uma vez que os resultados se aproximaram dos encontrados na germinação padrão (Tabela 2), pois o mesmo tem mostrado correlações significativas com o teste padrão de germinação para espécies florestais (SANTANA et al., 1998).

Para *Anadenanthera falcata*, *Copaifera langsdorffii* e *Enterolobium contortisiliquum*, MATOS (2009) utilizou o teste e concluiu que o mesmo apresentou os melhores resultados, quando comparado com o teste de tetrazólio. Sendo considerado pela autora economicamente viável, com rapidez na obtenção de resultados e facilidade na execução, sendo uma boa ferramenta de certificação de sementes. MATOS (2014) mostrou que o método quantitativo do teste de ph de exsudato foi o método mais apropriado para avaliar o vigor das sementes de *Dalbergia miscolobium*.

Para *Tabebuia serratifolia* e *Tabebuia ochracea*, o método do pH de exsudato mostrou-se eficiente para análise destas sementes (MELO & MARTINS, 2010). Os autores concluíram que além de rápido e economicamente viável, em comparação com outros métodos, não destrói o embrião submetido ao teste e é um método promissor no que diz respeito a aperfeiçoar a avaliação da qualidade de sementes florestais no Brasil.

### Teste de Tetrazólio

O teste de tetrazólio foi realizado após o teste de pH de exsudato, para verificar se a percentagem de germinação se aproximaria dos resultados deste teste. Para o teste de pH de exsudato pelo método massal, observou-se que o tratamento 1, estado fisiológico recém-colhidas, método massal (RC-M) apresentou 94,5% e o tratamento 3, estado fisiológico envelhecimento acelerado (artificial), método massal (ENV-M) 100% de sementes viáveis (Tabela 3). Estes resultados não foram confirmados pelo teste de tetrazólio aplicado nas sementes avaliadas logo após o teste de pH de exsudato, onde T1 (RC-M) apresentou 58,5% e T3 (ENV-M) 65,5% de sementes viáveis (Tabela 3). Como foi discutido no teste de envelhecimento acelerado (artificial), o teste de pH de exsudato pelo método massal também apresentou a desvantagem de não distinguir em um lote de sementes a presença de sementes sem viabilidade, devido a pequena quantidade de material lixiviado pelas sementes com algum tipo de injúria, não possuindo concentrações suficientes para modificar o pH do volume de 100 mL da solução de embebição onde foram colocadas as sementes.

MATOS (2014) relata que para a realização do teste de ph de exsudato

utilizando espécies florestais devem-se considerar as variações morfológicas existentes nas sementes florestais, como por exemplo, a espessura do tegumento das sementes para expô-las ao processo de embebição, utilizando uma quantidade suficiente de solução.

As sementes dos tratamentos 2, estado fisiológico recém-colhidas, método individual (RC-I) e o tratamento 4, estado fisiológico envelhecimento acelerado (artificial), método individual (ENV-I) que passaram pelo teste de tetrazólio apresentaram maior viabilidade que os resultados do teste de pH de exsudato, sendo essa diferença atribuída ao teste de pH de exsudato apontar como inviáveis sementes que continham injúrias do tipo broca ou quebra. Todas as sementes nestas condições são vistas como inviáveis pelo teste de pH de exsudato, entretanto, algumas das sementes quando avaliadas pelo teste de tetrazólio, são consideradas viáveis por colorirem o eixo embrionário uniformemente. As injúrias podem ser locais de passagem dos íons que acidificam a solução de embebição, gerando a leitura do teste de pH de exsudato como falso inviável (MATOS, 2009).

Os valores médios de germinação das sementes de angico do cerrado pelo método individual encontrados no teste de tetrazólio {T2 (RC-I) e T4 (ENV-I)}, tabela 3, são próximos dos valores obtidos no teste de germinação padrão (Tabela 2). Este fato demonstra que o teste de tetrazólio na concentração 0,5% a 25°C por 24 horas foi capaz de verificar a viabilidade em sementes de *Anadenanthera falcata*.

ABBADE et al. (2014) observaram que para as sementes de *Tabebuia roseoalba* o teste de tetrazólio na concentração de 0,05% a 36 °C durante 24 h foi indicado para avaliar a viabilidade destas sementes. GIMENEZ et al., (2014) avaliaram diferentes concentrações de sal de tetrazólio e verificaram que a concentração de 1% por duas horas de exposição ao sal de tetrazólio é a mais adequada para a avaliação da viabilidade de sementes de *Annona cherimola*.

FOGAÇA et al. (2011) avaliaram metodologias eficientes para avaliação da qualidade fisiológica das sementes de *Copaifera langsdorffii* e *Schizolobium parahyba*, onde o teste de tetrazólio apontou valores satisfatórios quando comparados a germinação.

### Teste de Condutividade Elétrica

Para o teste de condutividade elétrica o tratamento 1, estado fisiológico recém-colhidas, método massal (RC-M) apresentou diferenças estatísticas, pelo teste de SCOTT-KNOTT (1974), a 1%, quando comparado aos demais tratamentos. Os tratamentos 2, estado fisiológico recém-colhidas, método individual (RC-I), tratamento 3, estado fisiológico envelhecimento acelerado (artificial), método massal (ENV-M) e tratamento 4, estado fisiológico envelhecimento acelerado (artificial), método individual (ENV-I) apresentaram valores de condutividade elétrica de 12,86; 14,45 e 9,21  $\mu$ S/g/cm, respectivamente (Tabela 3). As leituras obtidas representam a quantidade de exsudatos liberados, sendo que os valores menores indicam maior reorganização das membranas celulares e um alto potencial fisiológico, ou seja, maior vigor (VIEIRA & KRZYZANOWSKI, 1999).

A liberação de eletrólitos ocorre de forma intensa nas sementes intactas e vigorosas, tornando-se difícil a identificação de possíveis diferenças de qualidade entre os lotes de sementes logo no início da embebição. Com o decorrer deste processo, a quantidade de exsudatos liberados pelas sementes vigorosas vai se estabilizando, principalmente em decorrência da reorganização das membranas, favorecendo a ordenação dos lotes em níveis de qualidade (KRZYZANOWSKY et

al., 1991). Sendo assim, de acordo com a tabela 3, o T4 (ENV-I) apresentou maior potencial fisiológico, seguido pelo T2 (RC-I) e T3 (ENV-M). Resultados semelhantes foram observados por MARQUES et al. (2002) para *Dalbergia nigra*, que relataram que o decréscimo nos valores de condutividade elétrica proporcionaram aumento na viabilidade das sementes.

GUEDES et al. (2011) observaram que para *Dalbergia nigra* o vigor das sementes foi afetado durante o envelhecimento, constatado pelo aumento na quantidade de lixiviados, observados pelo teste de condutividade elétrica. De acordo com a tabela 3, os maiores valores de condutividade elétrica foram observados no tratamento T1 (RC-M), indicando menor reorganização das membranas celulares e um baixo potencial fisiológico, ou seja, menor vigor (VIEIRA & KRZYZANOWSKI, 1999). CABRERA & PESKE (2002) relatam que as sementes com baixa viabilidade e vigor apresentam maior lixiviação de solutos do que sementes vigorosas e com alta germinação, o que foi confirmado durante a realização do teste de condutividade para sementes de angico do cerrado no tratamento T1 (RC-M).

SANTOS & PAULA (2009) analisaram o vigor entre lotes de sementes de *Sebastiania commersoniana* pelo teste de condutividade elétrica e conseguiram separar os lotes mesmo com pequenas diferenças de qualidade. Para RAMOS (2011) o teste de condutividade elétrica forneceu uma boa confiabilidade e rapidez para avaliação da qualidade das sementes de *Kielmeyera coriacea*. GONZALES & VALERI (2011) sugeriram o emprego 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. Para a espécie florestal *Pterogyne nitens*, o teste de condutividade elétrica foi eficiente na avaliação da qualidade fisiológica, considerando um tempo de embebição de 24 horas (ATAIDE et al., 2012).

O teste de condutividade elétrica por ser fácil de realizar, rápido e capaz de identificar a deterioração das sementes em seu estádio inicial, tem grande potencialidade para ser utilizado em sementes florestais, conforme sugerido por BONNER (1998) para sementes florestais em geral.

### **Teste de Germinação pós Teste de Condutividade Elétrica**

Através da porcentagem de sementes germinadas pós-teste de condutividade elétrica (Tabela 3), observou-se que o tratamento 4, estado fisiológico envelhecimento acelerado (artificial), método individual (ENV-I) apresentou 65% das sementes germinadas, o mesmo sendo confirmados no teste de condutividade elétrica, cujo T4 (ENV-I) apresentou menores valores na leitura (Tabela 3). Como relatado anteriormente, os menores valores na leitura de condutividade elétrica indicam maior reorganização das membranas celulares e um alto potencial fisiológico, o que implica em menor quantidade de lixiviação de solutos, consequentemente indicam sementes mais vigorosas e maior porcentagem de sementes germinadas.

Quando foram comparados os valores obtidos no teste de germinação pós-teste de condutividade elétrica com os valores da leitura de condutividade elétrica, observou-se que quanto maior a média no teste de germinação após condutividade elétrica (Tabela 3), menor o valor da condutividade elétrica (Tabela 3), devido sua menor quantidade de lixiviados. A baixa porcentagem de germinação de sementes é diretamente proporcional ao aumento da lixiviação de eletrólitos das sementes para

a solução de embebição, indicando que a condutividade elétrica é um método eficaz para avaliação do vigor de sementes (DIAS & MARCOS FILHO, 1996), uma vez que permitem identificar possíveis diferenças de qualidade entre os lotes, confirmando-se os valores com teste de germinação.

Em trabalho realizado com *Dalbergia nigra*, MARQUES et al. (2002) observaram a eficiência na diferenciação dos lotes de sementes apresentando uma alta associação do teste de condutividade elétrica com teste de germinação, em condições de laboratório e viveiro.

## CONCLUSÕES

Os testes de pH de exsudato pelo método individual e de condutividade elétrica aplicados às sementes de *Anadanthera falcata* são compatíveis com os testes de germinação padrão, tetrazólio e germinação pós teste de condutividade elétrica, podendo ser adotados para a avaliação do vigor dessas sementes, apresentando rapidez na obtenção dos resultados e facilidade para sua execução.

## REFERÊNCIAS

- ABBADE, L. C.; TAKAKI, M. Teste de tetrazólio para avaliação da qualidade de sementes de *Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith - Bignoniaceae, submetidas ao armazenamento. **Revista Árvore**, v.38, n.2, p.233-240, 2014.
- AMARAL, A.S., PESKE, S.T. pH do exsudato para estimar, em 30 minutos, a viabilidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 6, n.3, p. 85-92, 1984.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS (AOSA). **Seed vigour testing hand book**. AOSA, East Lansing, 1983. 93 p. (Contribution, 32).
- ATAIDE, G. M.; FLORES, A. V.; BORGES, E. E. L.; RESENDE, R. T. Adequação da metodologia do teste de condutividade elétrica para sementes de *Pterogyne nitens* Tull. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, V. 7, N.4, p. 635-640. 2012.
- BONNER, F. T. Testing tree seeds for vigor: a review. **Seed Technology**, v.20, n.1, p.5-17, 1998.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Regras para Análise de Sementes**. MAPA/ACS, Brasília, Brasil. 2009. 399 p.
- CABRERA, A. C., PESKE, S. T. Testes de pH de exsudato para sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, V. 24, n.1, 134-140, 2002.
- CALDEIRA, S. F., PEREZ, S. C. J. G. A. Envelhecimento acelerado como teste de vigor para diásporos de aroeira. **Revista Árvore**, v. 34, n.2, p. 215-221, 2010.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Embrapa Informações tecnológicas: Brasília; Embrapa Florestas: Colombo, Brasil. 1039 p. 2003.
- CH AISURISRI, 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 *Melanoxyylon brauna* envelhecidas natural e artificialmente. **Scientia Forestalis**, v. 38, n.86, p. 181-189. 2010.

DIAS, D.C.F.S., MARCOS FILHO, J. Testes de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Scientia Agricola**, v. 53, n.1, p. 31-42. 1996.

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.

GASPARIN, E. Substrates for germination and physiological quality of storage seeds of *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan. **Journal of Seeds Science**, v. 35, n.1, p. 77-85, 2013.

GIMENEZ, J. L.; FERREIRA, G.; CAVARIANI, C. Teste de tetrazólio para a avaliação da viabilidade de sementes de atemoia (*Annona cherimola* Mill. x *A. squamosa* L.). **Journal of Seed Science**, v.36, n.3, p.357-361, 2014.

GIRARDI, L. B.; LAZAROTTO, M.; DURIGON, M. R.; PEDROSO, D. C.; MÜLLER, J.; MUNIZ, M. F. B. Envelhecimento acelerado em sementes de cártamo. **Revista da FZVA**, v. 19, n.1, p. 43-54, 2013.

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

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.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; OLIVEIRA, L. S. B.; ANDRADE, L. A.; GONÇALVES, E. P.; MELO, P. A. R. F. Envelhecimento acelerado na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n.2, p. 443-450, 2011.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; OLIVEIRA, L. S. B. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de *Chorisia glaziovii* (Kuntze) (Malvaceae). **Bioscience Journal**, v. 29, n.2, p. 378-385, 2013.

HAMPTON, J.G., TEKRONY, D. M. **Handbook of vigour test methods**. Zürich: ISTA, 1995. 117 p.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A. Relato dos testes de vigor disponíveis para grandes culturas. **Informativo ABRATES**, v. 1, n.2, p. 15-50, 1991.

LIMA, C.R.; BRUNO, R.L.A.; SILVA, K.R.G.; PACHECO, M.V.; ALVES, E.U. Qualidade fisiológica de sementes de diferentes árvores matrizes de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n.2, p. 370-378, 2014.

LIMA, P. R.; MALAVASI, U. C.; ECCO, M.; ROSSET, J. S. Espécies lenhosas nativas com potencial de uso em sistema silvipastoril em Mato Grosso do Sul. **Revista Agrogeoambiental**, v. 5, n.2, caderno II, p.67-78, 2013.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 4 ed. Nova Odessa, São Paulo, Brasil. 2002. 189 p.

MARCOS FILHO, J. Testes de envelhecimento acelerado. In: Krzyzanowsky, F.C., Vieira, R.D., França Neto, J.B. (Ed). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. ABRATES, Londrina, Brasil. 1999. 218 p.

MARQUES, M. A.; PAULA, R. C.; RODRIGUES, T. J. D. Efeito do número de sementes e do volume de água na condutividade elétrica de sementes de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr.All. ex Benth. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 24, n.1, p. 254-262, 2002.

MATOS, J.C. **Avaliação da eficiência do teste de pH de exsudato na verificação de viabilidade de sementes florestais**. 2009. 75 f. Tese (Mestrado) Programa de Pós Graduação em Ciências Florestais, Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

MATOS, J.M.M. **Indicadores Bioquímicos Aplicados para Verificação da Qualidade Fisiológica de Sementes de *Dalbergia miscolobium* Benth.** 2014. 86 f. Tese (Doutorado) Programa de Pós Graduação em Ciências Florestais, Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

MEDEIROS, N.C.; SANGALLI, A. Diversidade Vegetal do Cerrado e Possibilidades de Usos na Agroecologia. **Cadernos de Agroecologia**, v. 9, n.4, 2014.

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.

RAMOS, K.M.O. **Avaliação da qualidade das sementes de *Kielmeyera coriaceae* Mart. através da técnica de condutividade elétrica, teste de tetrazólio e germinação**. 2011. 78 f. Tese (Mestrado) Programa de Pós Graduação em Ciências Florestais, Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

SANTANA, D. C.; VIEIRA, M. D. G. G. C.; CARVALHO, M. L. M.; OLIVEIRA, M.S. Testes de pH de exsudato-fenolftaleína para rápida definição sobre o destino de

lotes de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 20, n.1, p. 160-166, 1998.

SANTOS, J.P.V.; SILVA, L.A.; SANTOS, D.Q.; GOULART, S.M.; GOULART, A.C. Estudo da propriedade antioxidante do “Angico do Cerrado” (*Anadenanthera falcata*). **Anais** 52º Congresso Brasileiro de Química – Química e Inovação: Caminho para a Sustentabilidade. 2012.

SANTOS, S. R. G., PAULA, R. C. Testes de vigor para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs. **Scientia Forestalis**, v. 37, n.81, p. 07-16, 2009.

SCOTT, A., KNOTT, M. Cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, v. 30, n.3, p. 507-512, 1974.

SILVA, S. M.; SOUZA, A. C., BRITO, M.; PEREIRA, Z. V.; FERNANDES, S. S. L.; PADOVAN, M. P.; MOITINHO, M. R. Sistemas Agroflorestais Diversificados no Cerrado: um estudo de caso no assentamento Lagoa Grande, em Mato Grosso do Sul. **Cadernos de Agroecologia**, v. 9, n. 4, 2014.

SOUZA, J. O.; SOUZA, B. O.; REIS, L. C.; DIAS, S. S.; SANTOS, C.C.; VIEIRA, M. C. Conhecimento Popular e Uso de Plantas Medicinais na Comunidade do Novo Pinheiro, Glória de Dourados – MS. **Cadernos de Agroecologia**, v. 9, n.4, 2014.

VIEIRA, R. D., KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKY, F.C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇAMENTO, J. B.(Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. ABRATES, Londrina, Brasil. cap.4, p.1-12, 1999.