



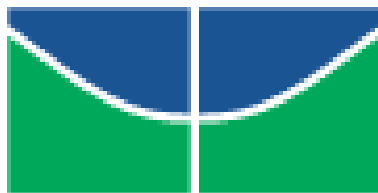
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

**Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de
Anadenanthera falcata Benth por métodos indiretos de
determinação da viabilidade**

Estudante: Thalline Rodrigues da Silva
Matrícula 11/0077580
Orientador: Ildeu Soares Martins
Co-Orientadora: Taís Augusto Pitta Garcia Cotta

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

Brasília - DF, Março de 2013.



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

**Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de
Anadenanthera falcata Benth por métodos indiretos de
determinação da viabilidade**

Discente: Thalline Rodrigues da Silva

Menção: _____

Banca Examinadora

Prof.º Dr. Ildeu Soares Martins
Orientador

Prof.ª Dra. Taís Augusto Pitta Garcia Cotta
Co-orientadora

MSc. Juliana Martins de Mesquita Matos
Examinadora

Brasília, 07 de março de 2013.

Dedico este trabalho à minha família,
a todos os meus amigos e orientadores.

AGRADECIMENTOS

Agradeço á Deus e aos meus pais, Flora Rodrigues da Silva e Carlos Alberto da Silva, por permitirem a minha existência, pelo carinho, amor, paciência e dedicação incondicionais e por sempre me apoiarem e me guiarem na tomada de decisões da minha vida; ao meu anjo da guarda por sempre me proteger.

Agradeço a minha irmã Thallita Rodrigues da Silva e ao meu cunhadinho Felipe Martins (Pipo), por sempre me aconselharem e por permitirem o meu amadurecimento enquanto pessoa.

Agradeço á paciência e dedicação dos meus orientadores em me auxiliarem na execução deste sonho, agradeço não somente pelos conhecimentos acadêmicos, mas também pelos conselhos que levarei comigo para o resto da vida.

Agradeço ao meu orientador, Ildeu Martins pelo tempo oferecido a mim nas análises estatísticas para esse trabalho e pelo auxílio e conhecimento oferecido ao longo do curso.

Agradeço a minha co-orientadora, professora Taís Pitta Cotta pela paciência e dedicação incondicional a execução deste sonho e por nunca permitir que pequenos erros atrapalhassem o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço a Juliana Martins, que me auxiliou com muito amor, atenção e compreensão na execução deste trabalho, além ter me ajudado com conselhos valiosos que carregarei comigo por onde eu for.

Agradeço aos técnicos de Laboratórios Fernando, Rosangela, Myller e Nádia Alves Viana pela ajuda incondicional e atenção durante a realização dos experimentos.

Agradeço aos meus amigos pelo apoio e paciência com os meus “chiliques” e a Frida por sempre tentar me alegrar durante todos os dias.

À todos o meu muito obrigada!

“Todo conhecimento implica em poder”.

Friedrich Nietzsche

RESUMO

Com o passar do tempo, as sementes passam a sofrer um processo contínuo e irreversível de deterioração ou senescência. O conhecimento deste processo é essencial porque é através dele que a pesquisa tem desenvolvido métodos de determinação do potencial fisiológico dos lotes ou vigor de sementes. Durante o processo de envelhecimento ou deterioração das sementes, pode ocorrer degradação ou desorganização em suas membranas celulares, permitindo que nutrientes sejam lixiviados de seus tecidos para a água em que estejam imersas.

Em razão do exposto, este trabalho teve por objetivo, verificar a relação entre os dados obtidos na aplicação do método de análise de lixiviação de potássio, magnésio e cálcio com o estado de deterioração em sementes recém-colhidas de Angico - vermelho (*Anadenanthera falcata* Benth) com os resultados obtidos pela aplicação dos testes de germinação, tetrazólio e condutividade elétrica.

Para os testes de condutividade elétrica e determinação dos teores de potássio, magnésio e cálcio nas sementes, estas, foram submetidas a um período de embebição de 4 horas em 150 ml de água MilliQ nas temperaturas 20°C, 25°C, 30°C e 35°C , e suas alíquotas foram lidas em um condutivímetro de bancada e no AAS e no ICP-AES .

O estudo realizado demonstrou uma forte relação entre o aumento da temperatura e a elevação da condutividade elétrica da solução, além da efetiva “perda” de nutrientes pelas sementes, comprovada pela relação entre aumento da temperatura e elevação da lixiviação de potássio, magnésio e cálcio. A taxa de germinação da espécie para este estudo não sofreu influência com a perda de compostos como cálcio, magnésio e potássio para a solução, porém com novos estudos poder-se-ia verificar a perda de íons da semente com possíveis anomalias na germinação.

Palavras-chave: deterioração das sementes, lixiviação, íons.

ABSTRACT

Over time seeds begin to suffer a continuous and irreversible process of deterioration or aging. Gathering information about this process is essential because through it research has developed methods for determining the physiological potential or seed vigor. During the aging or the deterioration process degradation or disruption in their cell membranes may occur, allowing nutrients to be leached from their tissue into the water in which they are immersed.

Given the above, this study aimed to verify the relationship between the data obtained in the application of the method of analysis of leaching of potassium, magnesium and calcium with the state of deterioration of fresh seeds of Angico - red (*Anadenanthera falcata* Benth) with the results obtained by the application of germination, tetrazolium and electrical conductivity tests.

For testing electrical conductivity, potassium, magnesium and calcium in the seeds, they were subjected to a soaking period of 4 hours in 150 ml of MilliQ water at temperatures 20 ° C, 25 ° C, 30 ° C and 35 ° C. Its rates were read in AAS and ICP-AES and a conductivity bench.

The study of the Angico - red (*Anadenanthera falcata* Benth) demonstrated a strong relationship between temperature rise and the increase of the electrical conductivity of the solution and the actual "loss" of nutrients for the seed proven relationship between temperature rise and increased leaching of potassium, magnesium and calcium. The germination rate of the species for this study was not influenced by the loss of compounds such as calcium, magnesium and potassium to the solution, but with new studies could try to relate the loss with possible anomalies in germination.

Keywords: Seed deterioration, leaching, ions.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS E GRÁFICOS	9
LISTA DE FIGURAS	10
1-INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS	13
2.1 OBJETIVO GERAL.....	13
2.2- OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3-REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
3.1 TESTE DE GERMINAÇÃO.....	14
3.1.1- Alguns fatores que afetam a germinação	14
3.1.1.1 Luz e temperatura	14
3.1.1.2 Substrato e água.....	15
3.2 DETERIORAÇÃO DE SEMENTES	16
3.3 TESTES DE VERIFICAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DA SEMENTE.....	16
3.3.2 Teste de tetrazólio.....	17
3.3.3 Teste de Condutividade elétrica	18
3.3.4 Teste de lixiviação de K^+ , Mg^{++} e Ca^{++}	19
4.CARACTERIZAÇÃO DA ESPÉCIE ESTUDADA.....	19
4.1- ANADENANTHERA FALCATA BENTH –ANGICO VERMELHO	19
4.1.1 Biometria das sementes	20
4.1.2 Porcentagem de água nas sementes	21
5.MATERIAIS E MÉTODOS.....	21
5.1 COLETA E BENEFICIAMENTO DE SEMENTES	21
5.2 DETERMINAÇÃO DA BIOMETRIA DA SEMENTE	22
5.3 DETERMINAÇÃO DA UMIDADE DA SEMENTE	22
5.4 TESTE PADRÃO DE GERMINAÇÃO.....	22
5.5 TESTE DE TETRAZÓLIO	23
5.6 TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA	24
5.7 TESTE DE LIXIVIAÇÃO K^+ , Mg^{2+} E Ca^{2+} NO MEIO DE EMBEBIÇÃO.	25
5.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA	27
6-RESULTADOS E DISCUSSÕES	28
6.1 DETERMINAÇÃO DA BIOMETRIA DA SEMENTE E DO PESO ÚMIDO	28
6.2 TESTE PADRÃO DE GERMINAÇÃO.....	28
6.3 TESTE DE TETRAZÓLIO	29
6.4 TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA	30
6.5 TESTE DE LIXIVIAÇÃO K^+ , Mg^{2+} E Ca^{2+} NO MEIO DE EMBEBIÇÃO.	31
7-CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

LISTA DE TABELAS E GRÁFICOS

Tabela1: Peso seco e Biometria de Sementes de Angico vermelho.....	28
Tabela 2: Resultado da germinação padrão.....	29
Tabela 3: Valor médio da condutividade elétrica do lixiviado em função da temperatura.....	30
Tabela 4:Concentração média de k^+ no lixiviado em função da temperatura.....	31
Tabela 5: Concentração média de Ca^{++} no lixiviado em função da temperatura.....	31
Tabela 6: Concentração média de Mg^{++} no lixiviado em função da temperatura.....	32
Tabela 7: Anova para o efeito de temperatura com decomposição em polinômios ortogonais sobre as variáveis, cálcio, magnésio, potássio, condutividade elétrica, germinação, e peso.....	33
Tabela 8:Modelos de regressão polinomial para os efeitos de temperatura sobre as variáveis.....	33
Tabela 9: Correlação entre as variáveis.....	34
Tabela 10: Concentração média (em ppm) de 20 elementos em sementes de angico "in natura".....	40
Gráfico 1: Relação entre temperatura e condutividade elétrica.....	35
Gráfico 2: Relação entre temperatura e germinação.....	36
Gráfico 3: Relação entre temperatura e Cálcio.....	36
Gráfico 4: Relação entre temperatura e Magnésio.....	37
Gráfico 5: Relação entre temperatura e potássio.....	37
Gráfico 6: Relação entre liberação de potássio e germinação.....	38
Gráfico 7: Relação entre liberação de cálcio e germinação.....	39
Gráfico 8: Relação entre liberação de magnésio e germinação.....	39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Árvore de <i>Anadenanthera falcata</i> Benth.	20
Figura 2. Homogeneização das sementes de Angico- vermelho recém-colhidas.....	21
Figura 3. Medição das dimensões das sementes de Angico-vermelho.....	22
Figura 4. Avaliação da germinação de sementes de Angico- vermelho.....	23
Figura 5. Preparação das sementes para o teste de tetrazólio.....	24
Figura 6. Sementes em embebição em água de MilliQ.....	25
Figura 7. Condutímetro de bancada usado para medição da condutividade elétrica....	25
Figura 8. Digestão ácida das sementes de angico- vermelho	26
Figura 9. Espectrofotômetro de Absorção Atômica (AAS)	26
Figura 10. Espectrômetro de Emissão Atômica com fonte de plasma de argônio (ICP- AES)	27
Figura 11. Semente de angico- vermelho germinada.	29
Figura 12. Teste de tetrazólio em sementes de Angico – vermelho	30

1-Introdução

O Cerrado brasileiro ocupa 24% da área total do País (204 milhões de hectares), estando presente em 13 estados brasileiros e no Distrito Federal. É a segunda maior biodiversidade da América do Sul, superada apenas pela Amazônia. Toda essa riqueza natural demonstra a importância dos estudos para conservação e manejo da biodiversidade do Cerrado (PEREIRA *et al.*, 2001).

Conservar um bioma é garantir a manutenção das espécies que nele se estabeleceram e, em consequência, a sua existência para as gerações atuais e futuras. Além de sua importância ambiental, o Cerrado tornou-se capaz de gerar riquezas, contribuindo para a produção permanente de alimentos, fibras e outros produtos, em quantidade e qualidade adequadas às necessidades e exigências do mercado, e de promover o desenvolvimento integrado e sustentável, garantindo qualidade de vida para a população (PEÑALOZA, 2005; RODRIGUES, 2006).

No parâmetro atual, os recursos florestais têm sofrido grande pressão, por meio do desmatamento para fins agropecuários, como da extração de matéria-prima para suprir as diferentes necessidades da indústria (AZEVEDO *et al.*, 2003). Nas regiões em que tais recursos já foram explorados por demasiado, a solução para reverter esse quadro são os plantios florestais, e nesse sentido, as sementes constituem o ponto de partida para a produção de mudas.

Para Custódio (2005), com o passar do tempo, as sementes passam a sofrer um processo contínuo e irreversível de deterioração ou envelhecimento. O conhecimento deste processo é essencial porque é através dele que a pesquisa tem desenvolvido métodos de determinação do potencial fisiológico dos lotes ou vigor de sementes.

Segundo Alves *et al.* (2004) e Marcos Filho (1999), o vigor é o reflexo de um conjunto de fatores que determina o potencial fisiológico das sementes, sendo que a deterioração, processo que o influencia diretamente, tem início imediatamente após a maturidade fisiológica e prossegue enquanto as sementes permanecem no campo, durante a colheita, beneficiamento e armazenamento.

A avaliação do vigor de sementes é de fundamental 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, principalmente no que se refere às operações de colheita, processamento, armazenamento e comercialização, o que diminui riscos e custos. (BARBIERI *et al.*, 2012).

Segundo Medeiros (2006), o teste de germinação é usado como rotina para avaliar a qualidade de um lote de sementes que será destinado à produção de mudas. No entanto o teste de germinação demora a fornecer resultados, que por vezes podem estar mascarados pelo processo de dormência.

Para uma análise mais completa da qualidade de sementes, há necessidade de se complementar as informações fornecidas pelo teste de germinação com a utilização de testes de vigor, que possibilitem selecionar os melhores lotes para comercialização e que forneçam, com maior precisão, informações para a semeadura. Os testes rápidos, dentro deste contexto, são importantes para a avaliação da qualidade fisiológica, pois demandam um período de tempo relativamente curto para fornecerem resultados (ALBURQUERQUE *et al.*, 2001).

Os métodos para testar o vigor das sementes devem ser rápidos, de fácil execução, não exigir equipamentos complexos, devendo ser igualmente aplicáveis para determinar o vigor, tanto de uma semente, como de um lote delas e com eficiência para detectar pequenas como grandes diferenças de vigor (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

Para Tekrony (1977) e Hampton & Coolbear (1990); um teste de vigor deve basicamente: I) registrar índices de qualidade de sementes mais sensíveis que o teste de germinação; II) separar lotes de sementes em termos de potencial de desempenho; III) ser objetivo, rápido, simples e economicamente viável; IV) ser reproduzível e interpretável de maneira objetiva.

No entanto, para Matthews (1971), os testes de vigor devem possuir boa receptividade entre os tecnologistas de sementes serem reproduzível e relacionar-se com a emergência em campo, além de rápido, não oneroso, objetivo e de fácil execução.

Segundo Pollock & Roos (1972) & Abdul-Baki & Anderson (1973), dentre os testes rápidos, estão inseridos aqueles relacionados com os processos fisiológicos da deterioração como, por exemplo, as atividades enzimáticas e respiratórias e a integridade das membranas celulares, como os testes de condutividade elétrica e de lixiviação de potássio.

De acordo com Marcos Filho (2005), o teste de lixiviação de potássio vem se destacando para a avaliação do potencial fisiológico de sementes, produzindo resultados satisfatórios para várias espécies, este teste tem princípio semelhante ao de condutividade elétrica, baseando-se na análise da integridade das membranas celulares das sementes. A diferença entre os dois testes está no fato de que no teste de condutividade elétrica ocorre à determinação da quantidade total de íons liberados durante a embebição e no teste de lixiviação de potássio, somente ocorre a quantificação de potássio lixiviado na solução, uma vez que, segundo Loomis & Smith (1980), o potássio é o principal íon inorgânico lixiviado pelas sementes durante a embebição.

Em suma, para Marcos Filho (1999a), os testes de vigor têm sido usados em complementação às informações obtidas no teste de germinação e seus resultados se assemelham mais aos obtidos em campo do que aos obtidos do teste de germinação.

Assim sendo, a aplicação de testes de vigor em sementes de espécies florestais é uma prática que permite estimar e comparar lotes de sementes para diferentes objetivos, tornando-os de utilização promissora em vários campos de pesquisa (PANDEY, 1989b).

2. Objetivos

2.1 Objetivo Geral

Verificar a relação entre os dados obtidos na aplicação do método de análise de lixiviação de potássio, magnésio e cálcio com o estado de deterioração de sementes recém-colhidas de Angico - vermelho (*Anadenanthera falcata* Benth) com os resultados obtidos pela aplicação dos testes de germinação, tetrazólio e condutividade elétrica.

2.2- Objetivos específicos

Determinar a concentração de potássio, cálcio e magnésio lixiviados pelas sementes de Angico - vermelho (*Anadenanthera falcata* Benth) em solução de embebição e nas sementes após o processo de lixiviação.

- I. Relacionar os dados obtidos pelo teste de tetrazólio e condutividade elétrica com os resultados do teste de germinação.
- II. Verificar se há correlação entre os valores de condutividade elétrica e o aumento da concentração da lixiviação de potássio, cálcio e magnésio

pelas sementes de Angico-vermelho (*Anadenanthera falcata* Benth) em solução de embebição.

- III. Verificar se há correlação entre o aumento da temperatura e os valores de condutividade elétrica.
- IV. Verificar se há correlação entre a lixiviação de potássio, cálcio e magnésio com o aumento da condutividade elétrica.

3-Revisão Bibliográfica

3.1 Teste de Germinação

De acordo com o Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais - IPEF (1998), a germinação é um fenômeno biológico que pode ser considerado pelos botânicos como a retomada do crescimento do embrião, com o subsequente rompimento do tegumento pela radícula. Já para os tecnologistas de sementes, a germinação é definida como a emergência e o desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião ao ponto de gerar uma plântula normal, sob condições ambientais favoráveis.

O processo que inicia com a retomada do crescimento pelo embrião das sementes, desenvolvendo-se até o ponto em que forma uma nova planta com plenas condições de nutrir-se por si só, tornando-se independente, é chamado de germinação (HOPPE, 2004).

A avaliação da germinação de sementes é efetuada pelo teste de germinação, conduzido em laboratório sob condições controladas e por meio de métodos padronizados que visam avaliar o valor das sementes para a semeadura e comparar a qualidade de diferentes lotes, servindo como base para a comercialização das sementes. (NOVEMBRE, 1994).

3.1.1- Alguns fatores que afetam a germinação

3.1.1.1 Luz e temperatura

A germinação das sementes é influenciada por fatores ambientais, como temperatura, substrato, luz e água, os quais podem ser manipulados, a fim de otimizar a porcentagem, velocidade e uniformidade de germinação, resultando na obtenção de plântulas mais vigorosas e na redução de gastos de produção (GUIMARÃES, 1999).

A temperatura é um dos fatores que apresentam grande influência tanto na porcentagem de germinação quanto na determinação do vigor das plântulas,

influenciando a absorção de água pela semente e as reações bioquímicas que regulam todo o processo metabólico (BEWLEY e BLACK, 1994).

O comportamento das sementes em relação à temperatura ótima é bastante variável entre as espécies de bom desempenho germinativo, na faixa de 20 a 30°C (BORGES e RENA, 1993), podendo variar de acordo com as temperaturas encontradas em sua região de origem. Para determinadas espécies, o desempenho germinativo das sementes é favorecido por temperaturas constantes, essas características estão diretamente associadas ao comportamento ecológico das espécies nos seus “habitats” (CARVALHO *et al.*, 1983).

A luz nem sempre é um fator imprescindível e limitante para a germinação das sementes. A capacidade de germinação, em relação à luminosidade, também varia de espécie para espécie. Há sementes cuja germinação é influenciada, positivamente ou negativamente pela luz, e as indiferentes a ela (RIZZINI, 1997).

3.1.1.2 Substrato e água

O substrato tem a função de suprir as sementes de umidade e proporcionar condições adequadas à germinação delas e ao posterior desenvolvimento das plântulas (FIGLIOLIA *et al.*, 1993), devendo manter uma proporção ideal entre a disponibilidade de água e a aeração e, assim, evitar a formação de uma película aquosa sobre a semente, que impede a penetração de oxigênio (POPINIGIS, 1977) e contribui para a proliferação de patógenos.

Na escolha de um substrato, alguns aspectos devem ser considerados, como o tamanho da semente, a exigência com relação à umidade e à luz, a facilidade que ele oferece durante a instalação do experimento, a realização das contagens e a avaliação das plântulas (BRASIL, 1992).

Alguns dos substratos recomendados nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992) são: papel-toalha, papel-de-filtro, mata-borrão, solo e areia. Entretanto, existem poucas recomendações para as espécies florestais, e outros tipos de substratos tem sido testado como o a vermiculita (ALVES *et al.*, 2004) e ágar (MEDEIROS, 1996). Em sementes de *Drimys brasiliensis* Miers. obtiveram-se maiores valores de porcentagem e velocidade de germinação na temperatura de 17°C e com o uso dos substratos ágar, areia e papel-de-filtro (ABREU *et al.*, 2005).

A falta ou excesso de umidade no substrato pode resultar em efeito negativo sobre a germinação (CARVALHO *et al.*, 2007).

Nos testes de germinação realizados em laboratório, o substrato deve permanecer uniformemente úmido, a fim de suprir as sementes da quantidade de água necessária para sua germinação e desenvolvimento (FRANZINI, 2002).

3.2 Deterioração de sementes

De acordo com Marcos Filho (1999), o vigor é o reflexo de um conjunto de fatores que determina o potencial fisiológico das sementes sendo que a deterioração, processo que o influencia diretamente, tem início imediatamente após a maturidade fisiológica e prossegue enquanto as sementes permanecem no campo, durante a colheita, beneficiamento e armazenamento.

A ocorrência da deterioração das sementes pode ser considerada como o principal causa da redução do vigor. A deterioração das sementes durante a colheita, beneficiamento e armazenamento ocorre numa taxa fortemente influenciada pela genética, fatores produtivos e ambientais. Esse tempo pode levar poucos dias a muitos anos, sendo geralmente progressivo e sequencial, embora seja muito difícil a distinção das causas primárias e efeitos secundários (Franzin *et al.*, 2002).

O aumento da lixiviação de compostos orgânicos na solução de embebição, está diretamente relacionado com o decréscimo da viabilidade e do vigor destas sementes (Abdel Samad & Pearce, 1978).

A deterioração proporciona alterações fisiológicas, bioquímicas, físicas e citológicas, determinando a queda do vigor, culminando com a morte da semente (Marcos Filho, 2005 *apud* Lamarca, 2009).

3.3 Testes de verificação da qualidade fisiológica da semente

A ocorrência da deterioração das sementes pode ser considerada como o principal causa da redução do vigor. A deterioração das sementes durante a colheita, beneficiamento e armazenamento ocorre numa taxa fortemente influenciada pela genética, fatores produtivos e ambientais. (FRANZIN *et al.*, 2002).

A deterioração proporciona alterações fisiológicas, bioquímicas, físicas e citológicas, determinando a queda do vigor, culminando com a morte da semente (MARCOS FILHO, 2005).

Os primeiros sinais da deterioração estão relacionados com a danificação ou perda da integridade dos sistemas de membranas, permitindo a perda mais acentuada de eletrólitos, açúcares, aminoácidos e muitas outras substâncias (LAMARCA, 2009).

Durante a deterioração há um decréscimo das atividades enzimáticas, os mecanismos energéticos e de síntese são afetados, reduzindo o consumo de oxigênio e aumentando a liberação de dióxido de carbono (MARCOS FILHO, 2005).

3.3.1 Teste de germinação

O estudo de espécies florestais, em análise de sementes, tem merecido atenção no meio científico, visando à obtenção de informações, atualmente escassas, que expressem a qualidade fisiológica das sementes, tanto para sua preservação como para a utilização dessas espécies vegetais com os mais variados interesses. No entanto, poucas espécies florestais nativas do Brasil estão incluídas nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992 *apud* V. H. V. Mondo *et al.*, 2008), o que dificulta a realização dos testes de germinação.

As sementes, em geral, apresentam um desempenho variável, quanto à germinação, em diferentes temperaturas e substratos, que são componentes básicos do teste de germinação; assim, o conhecimento da influência desses componentes na germinação de cada espécie é de importância fundamental (MONDO *et al.*, 2008).

As condições ambientais irão determinar o vigor de um lote de sementes, primeiro durante o seu desenvolvimento, e posteriormente, durante o beneficiamento e o armazenamento. As informações acerca da influência destas condições na qualidade fisiológica das sementes têm sido avaliadas principalmente, através do teste de germinação (TOMER e MAGUIRE, 1990).

3.3.2 Teste de tetrazólio

Segundo Viana (2011), para que ocorra a determinação da viabilidade de sementes vários testes podem ser utilizados, porém, o teste de tetrazólio, por ser rápido e simples é uma alternativa viável para fornecer informações aos agricultores ou viveiristas, o qual vem sendo empregado rotineiramente na avaliação rápida da viabilidade de sementes de várias espécies, principalmente daquelas que necessitam de longos períodos para germinar, como é o caso das florestais e frutíferas.

O teste de tetrazólio reflete a atividade das enzimas desidrogenases envolvidas no processo de respiração. Pela hidrogenação do 2,3,5 trifenil cloreto de tetrazólio é produzida nas células vivas uma substância vermelha, estável e não difusível, o trifetilformazan. Isto torna possível distinguir as partes vivas, coloridas de vermelho, daquelas mortas que mantêm a sua cor original (BIANCHETTI, 1981).

A interpretação do teste exige que as sementes sejam avaliadas individualmente, quanto ao exame das partes vitais, a localização e intensidade da coloração indicarão a condição da semente (OLIVEIRA, 2004).

3.3.3 Teste de Condutividade elétrica

A condutividade elétrica tem como princípio o aumento da permeabilidade da membrana, à medida que a semente se deteriora, aumento este causado pela desestruturação das membranas. O teste baseia-se na modificação da resistência elétrica, causada pela lixiviação de eletrólitos dos tecidos das sementes para a água destilada em que ficou imersa (POPINIGIS, 1977), ou seja, a capacidade da membrana em regular o fluxo de entrada e saída de solutos (CARVALHO, 1994).

A extensão da desorganização das membranas celulares pode ser estimada pela quantidade de solutos lixiviados nas sementes embebidas em água destilada. Concentrações médias e baixas de lixiviados não implicam em alterações na integridade das membranas, mas quantidades maiores de lixiviados e liberação de moléculas maiores (polipeptídeos e policucleotídeos) podem implicar em ruptura das membranas.

Para Matthews & Carver (1971), o valor da condutividade elétrica da solução de embebição das sementes varia na quantidade e no tipo de lixiviados na solução, sendo perdidos compostos orgânicos, tais como açúcares, aminoácidos, ácidos orgânicos e proteínas, além de compostos inorgânicos como íons fosfatos, Ca^{++} , K^+ , Mg^{++} e Na^+ .

A liberação inicial de eletrólitos é intensa tanto nas sementes intactas e vigorosas como pela danificadas, torna-se difícil a identificação de possíveis diferenças de qualidade entre os lotes de sementes logo no início da embebição (SANTOS, 2004). Contudo, com o decorrer deste processo, a quantidade de exudatos liberados pelas sementes vigorosas vai se estabilizando, principalmente em decorrência da reorganização das membranas, favorecendo a ordenação dos lotes em níveis de qualidade (ROSA, 2000).

Dessa forma, o teste de condutividade elétrica tem sido utilizado para avaliar o vigor das sementes. Porém, como todo teste existe alguns fatores que afetam os resultados da condutividade elétrica como: características da própria semente (danos mecânicos, injúrias, por insetos, tamanho e genótipo); tratamentos químicos; tempo de embebição; teor de água, qualidade e quantidade de volume de água e tamanho do recipiente para embebição. Esses fatores devem ser considerados para não

comprometer, quando da utilização deste teste para a avaliação da qualidade fisiológica de lotes de sementes (VIEIRA e KRYZANOWKI, 1999).

3.3.4 Teste de lixiviação de K^+ , Mg^{++} e Ca^{++}

Os testes de condutividade elétrica e lixiviação de K baseiam-se na permeabilidade das membranas, avaliando características relacionadas à liberação de metabólitos durante a embebição das sementes. (BARROS & MARCOS-FILHO, 1997).

O teste de lixiviação de potássio tem apresentado resultados relevantes para discriminar o potencial fisiológico de lotes de sementes (MATTHEWS & ROGERSON, 1976). A perda de K também tem sido usada para verificar o efeito do revigoramento das sementes ou "priming" (DONI FILHO, 1992).

A maioria dos trabalhos relaciona a maior lixiviação de K com sementes de menor qualidade fisiológica, quer essa perda de qualidade tenha sido provocada por envelhecimento natural ou artificial, ou ainda por dano térmico durante a embebição. (LOOMIS & SMITH, 1980; GIVELBERG, 1984).

Uma outra variável presente, na metodologia do teste de lixiviação de potássio é a quantidade de água e a quantidade de sementes utilizadas, que se apresentam interdependentes, pois estão diretamente relacionadas com a concentração da solução que será submetida à leitura e do método utilizado para a mesma, sendo interessante uma combinação que possibilite leitura direta, sem diluição da solução (CUSTÓDIO *et al.*, 2005).

Não foram achadas, pesquisas sobre a influência de magnésio e cálcio lixiviados em solução de embebição de sementes.

4. Caracterização da espécie estudada

4.1- *Anadenanthera falcata* Benth –Angico vermelho

A espécie conhecida como angico-vermelho (*Anadenanthera falcata* Benth), distribui-se naturalmente em todos os estados do Nordeste com exceção do estado do Ceará, podendo ser encontrada em diversos biomas, como caatinga, florestas decíduas, Mata Atlântica, Cerrado e Pantanal Mato-Grossense (SANTOS *et al.*, 2004).

O angico - vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* Benth.) é uma espécie heliófita com potencial para reflorestamento ambiental e recuperação de áreas degradadas (LORENZI, 2002). Nas regiões de Cerrado e Caatinga, o angico apresenta porte menor (**Figura 1**), com altura variando de 3 m a 15 m (CARVALHO, 1994).



Figura 1. Árvore de *Anadenanthera falcata* Benth.
Fonte: Google imagens.

O angico-vermelho é uma árvore da família Mimosaceae e apresenta expressiva regeneração natural, ocorrendo indiferentemente em solos secos e úmidos; é tolerante a solos rasos, compactados, mal drenados e até encharcados, de textura média a argilosa. Apresenta crescimento de moderado a rápido, podendo atingir, quando em ótimas condições, produtividades de até $25,55 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}$ (CARVALHO, 2003). O fruto é vagem plana, membranácea, coriácea, articulada de 12 a 15 cm de comprimento e a maturação ocorre nos meses de junho e julho (SCIPIONI, 2011).

De acordo Lorenzi (2000), a característica de rápido crescimento a torna interessante para ser aproveitada em reflorestamentos de áreas degradadas. Sua madeira pode ser empregada na construção rural, para produção de caibros, esquadrias, batentes, vigas, postes, mourões, tacos, dormentes, além de fornecer lenha e carvão de boa qualidade (RIZZINI, 1987).

4.1.1 Biometria das sementes

A biometria da semente também está relacionada a características da dispersão e do estabelecimento de plântulas (Fenner, 1993), sendo também utilizada para diferenciar espécies pioneiras e não pioneiras em florestas tropicais (BASKIN & BASKIN, 1998).

Durante a maturação, as sementes crescem em tamanho até atingir o valor característico para a espécie (Carvalho & Nakagawa, 2000). Dentro da mesma espécie existe, porém, variações individuais devido às influências durante o desenvolvimento das sementes e da variabilidade genética (TURNBULL, 1975). Sendo assim, o tamanho das sementes pode variar entre lotes.

4.1.2 Porcentagem de água nas sementes

De acordo com Marcos Filho *et al.*, (1987) para se obter sementes de alta qualidade, um dos aspectos mais importantes é o teor de água, visto que, a umidade é um dos fatores que mais influenciam na deterioração das sementes; a determinação da umidade visa obter a conteúdo de água presente nas sementes para manutenção da qualidade fisiológica das sementes para fins de armazenamento e principalmente comercialização.

5. Materiais e Métodos

5.1 Coleta e beneficiamento de sementes

As sementes de angico - vermelho (*Anadenanthera falcata* Benth) foram coletadas de 10 matrizes em áreas de Cerrado natural do Distrito Federal e Goiás. As sementes puras coletadas de dez matrizes georreferenciadas foram misturadas e homogeneizadas, constituindo um lote representativo da população (**Figura 2**).



Figura 2. Homogeneização das sementes de Angico- vermelho recém-colhidas.

O beneficiamento ocorreu com a retirada das sementes das vagens e posterior armazenamento em sacos de papel do tipo “Kraft” no Laboratório de Viveiros e

Sementes Florestais, LASIFLOR, em condições controladas com temperatura oscilando entre 24 – 25°C e Umidade relativa em torno de 58%.

Antes de se realizar o processo de germinação, o lote de sementes escolhido passou por um processo de desinfecção, na qual as sementes foram postas em imersão por 5 min em uma solução de hipoclorídrico á 60% e detergente comum.

5.2 Determinação da biometria da semente

Foram determinados o tamanho (comprimento, largura e espessura) em 10 repetições de 10 sementes. As avaliações do tamanho foram realizadas com auxílio de paquímetro digital (0,01 mm) como o mostrado na **Figura 3**.



Figura 3. Medição das dimensões das sementes de Angico-vermelho

5.3 Determinação da umidade da semente

Foi determinado pelo método de estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$, por 24 h, de acordo com BRASIL (1992), utilizando-se 100 sementes. Para a pesagem das sementes se utilizou uma balança analítica com precisão de 0,0001 g.

Os resultados foram calculados e expressos em porcentagem com base no peso das sementes úmidas (base úmida).

5.4 Teste padrão de germinação

Os testes de germinação foram conduzidos em germinadores de câmara tipo BOD, da marca Solab, modelo SI 224; na temperatura de 25°C na presença de fotoperíodo de 12 horas, utilizando como substrato papel-de-filtro (SP).

Para este teste foram usadas 10 repetições de 10 sementes e o critério adotado

para verificação da germinação fora o critério botânico, onde se considera germinada a semente que tenha emitido a radícula de pelo menos 2,0 mm de comprimento. A avaliação ocorreu a cada dois dias (**Figura 4**).



Figura 4. Avaliação da germinação de sementes de Angico- vermelho

Nos experimentos propostos foram avaliados, a capacidade germinativa (porcentagem de plântulas normais no final do teste de germinação) e o vigor (índice de velocidade e tempo médio de germinação das sementes). Para o cálculo do tempo médio (T), as contagens de plântulas normais foram realizadas em dias alternados. Foi utilizada a equação adotada por Walters (1998): $T = \frac{\sum (t * n)}{\sum n}$, onde n = número de sementes germinadas e t = tempo de germinação (dias).

Para as variáveis mencionadas, foram determinadas as estatísticas descritivas da amostra: médias, variâncias, coeficientes de variação, covariâncias e correlações.

5.5 Teste de tetrazólio

Para o teste de tetrazólio as sementes foram hidratadas em papel filtro a 25°C por 24 horas (BRASIL,1992). Após esse procedimento de reativação metabólica, as sementes tiveram seus tegumentos removidos e colocadas em solução de 1% de sal de tetrazólio (**Figura 5**).



Figura 5. Preparação das sementes para o teste de tetrazólio

Após 24 horas ocorreram às leituras, onde sementes que não apresentarem nenhuma coloração foram consideradas inviáveis e sementes que colorirem uniformemente foram consideradas viáveis. Ao total foram realizadas dez repetições de dez sementes cada.

Para o número de sementes viáveis foram determinados à média, variância e o coeficiente de variação para uma maior clareza na apresentação dos dados.

5.6 Teste de condutividade elétrica

Para o teste de condutividade elétrica foram usados 4 tratamentos formados por diferentes temperaturas como 20°C, 25°C, 30°C e 35°C, e dentro de cada tratamento contendo 50 repetições formadas por copinhos de plástico descartável com capacidade de 200ml, dentro de cada copinho foram colocadas 10 sementes para embeber em 150 ml de água MilliQ por 4 horas (**Figura 6**), em câmara de temperatura constante calibrada para as temperaturas 20°C, 25°C, 30°C e 35°C e em seguida foram medidas a condutividade com auxílio de um condutivímetro de bancada (**Figura 7**).

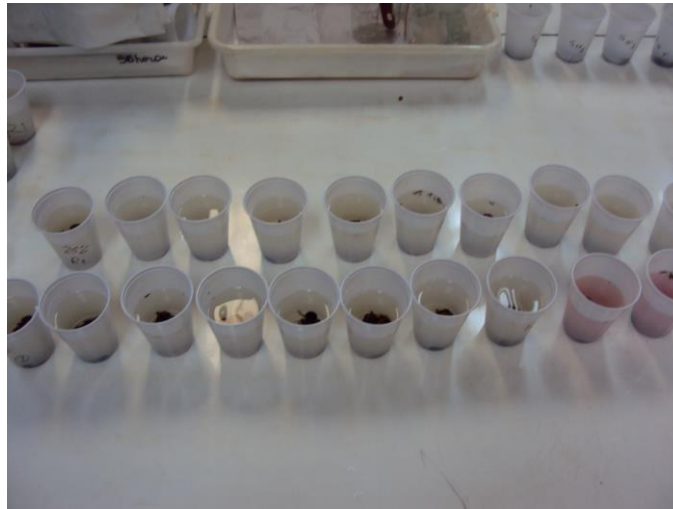


Figura 6. Sementes em embebição em água de MilliQ



Figura 7. Condutímetro de bancada usado para medição da condutividade elétrica.

Após as análises de condutividade, pelo método massal, as sementes foram postas para germinar em rolos de papel filtro que foram acondicionados em sacolas plásticas e depositados em câmara de germinação calibrada para 25°C, com fotoperíodo de 12 horas. O critério adotado para verificação da germinação foi o critério botânico, onde se considera germinada a semente que tenha emitido a radícula de pelo menos 2,0 mm de comprimento.

5.7 Teste de lixiviação K^+ , Mg^{2+} e Ca^{2+} no meio de embebição.

Para determinar a concentração de potássio, magnésio e cálcio nas sementes foi realizada uma digestão ácida, para qual foram utilizados 30 gramas de sementes, para o ataque com HNO_3 concentrado a quente até a completa digestão das sementes. (**Figura 8**).



Figura 8. Digestão ácida das sementes de angico- vermelho

A determinação quantitativa de K^+ foi realizada no Espectrofotômetro de Absorção Atômica Marca Perkin Elmer (AAS) modelo 603 (**Figura 9**) e os teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} no Espectrômetro de Emissão Atômica com fonte de plasma de argônio (ICP-AES), marca Spectro modelo FVM03(**Figura 10**).



Figura 9. Espectrofotômetro de Absorção Atômica (AAS)



Figura 10. Espectrômetro de Emissão Atômica com fonte de plasma de argônio (ICP-AES)

Para a análise dos teores de K, Ca e Mg no lixiviado, as sementes foram postas em conjunto de 10 unidades por recipiente (método massal) para embeber em 100 mL de água Mili-Q, durante 4 horas em câmara de germinação calibrada para as temperaturas de 20°, 25°, 30° e 35°C. Após o processo de embebição, foram extraídas alíquotas de 15 mL da solução de embebição. As alíquotas foram armazenadas em geladeira até o momento da determinação dos teores de K^+ , Mg^{2+} e Ca^{2+} .

Os teste de lixiviação foram realizados em quatro temperaturas e com 50 repetições. 10 sementes foram colocadas em copinhos de plástico descartável com capacidade de 200ml, para embeber em 150 ml de água MilliQ por 4 horas, em câmara de temperatura constante calibrada para as temperaturas 20°C, 25°C, 30°C e 35°C e em seguida coletadas alíquotas de 20 mL de cada copinho e estocadas na geladeira até a leitura no AAS e no ICP-AES.

Foram realizadas análise multi-elementos nas semestres "in natura" e após, o teste de lixiviação por meio do ICP-AES. As sementes foram digeridas e determinados os teores de Fe, Si, Al, Sr, La, Cd, Ti, V, Ni, Zr, Cu, Cr, Mn, Ba, Co, Zn, Be, Mo além de Ca e Mg.

5.8 Análise estatística

Foi efetuada uma análise de variância para o efeito de temperatura, considerando o modelo inteiramente ao acaso, com quatro tratamentos (20°, 25°, 30° e 35°C), constando de cinco repetições para cada tratamento. Utilizar-se-á a técnica dos

polinômios ortogonais, de acordo com Pimentel Gomes e Garcia (2003), para a obtenção da melhor equação de regressão que explique a melhor relação da temperatura em função da eficiência de lixiviação de íons K na solução de embebição, com o processamento de dados no programa GENES (2006).

6-Resultados e discussões

6.1 Determinação da biometria da semente e do peso úmido

As sementes da espécie Angico – vermelho (*Anadenanthera falcata* Benth), apresentaram médias de comprimento equivalente á 19,03 mm; de largura equivalente á 17,02mm e de espessura 0,3mm.

Em relação ao peso úmido da amostra constatou-se um percentual de 10% de perda de agua pela semente, como analisado na tabela 1.

Tabela 1. Peso seco e Biometria de Sementes de Angico vermelho

Teor de umidade			Peso seco e Biometria de Sementes de Angico vermelho		
Peso úmido	Peso seco	Teor de umidade em %.	Biometria		
11,88gr	10,86gr	10%	Média do comprimento	Média da largura	Média da espessura
			19,03 mm	17,02mm	0,3mm

6.2 Teste padrão de germinação

Para o teste de germinação aplicado observou-se uma média de 85% da germinação das sementes de Angico – vermelho isto aponta que o lote coletado possui uma boa qualidade fisiológica, sendo base para analisar os resultados obtidos pelos testes de tetrazólio, condutividade elétrica e teste de lixiviação de magnésio, cálcio e potássio (**tabela 2**) e (**Figura 11**).

Tabela 2. Germinação padrão

Germinação padrão	
Repetições	Porcentagem de germinação por repetição
1	90%
2	90%
3	80%
4	100%
5	80%
6	100%
7	80%
8	80%
9	90%
10	70%
Média	85%



Figura 11. Semente de angico- vermelho germinada.

6.3 Teste de tetrazólio

Para o teste de tetrazólio notou-se uma chance de germinação de 70% das sementes de lote, como mostra a **figura 12**. Em relação ao teste padrão de germinação pode-se observar uma pequena diferença entre estes testes, comprovando a qualidade do lote de sementes.

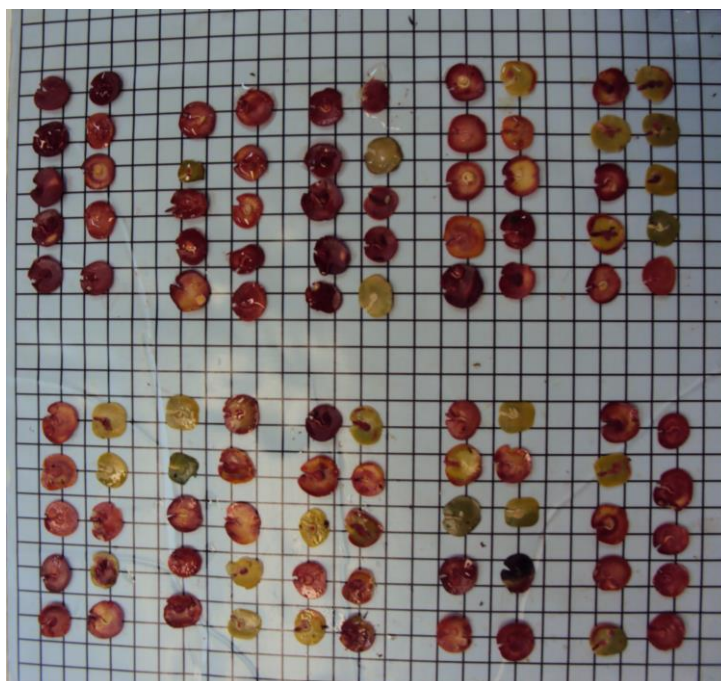


Figura 12. Teste de tetrazólio em sementes de Angico – vermelho

6.4 Teste de condutividade elétrica

Os resultados encontrados pelo teste de condutividade elétrica para sementes de angico- vermelho encontram-se discriminados na Tabela 3, pode-se observar que com o aumento da temperatura ocorre um aumento do valor médio da condutividade elétrica da solução de embebição, isto se justifica pela maior liberação de íons e outras substâncias pelas sementes com o aumento da temperatura, esse efeito já fora descrito por Doni Filho (1992) para sementes de feijão.

Tabela 3- Valor médio da condutividade elétrica do lixiviado em função da temperatura.

Temperatura (em °C)	Média da condutividade elétrica(μs/cm/g)
20	29,7
25	42,1
30	57,2
35	61,25

Vale ressaltar que após a medição da condutividade elétrica, as sementes foram postas para germinar em papel filtro em câmaras do tipo BOD a 25°C, porém uma contaminação da câmara devido à presença de outros materiais de outros alunos não permitiu a verificação da germinação destas sementes.

6.5 Teste de lixiviação K^+ , Mg^{2+} e Ca^{2+} no meio de embebição.

A determinação dos teores de K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} foram obtidos por meio de curva de calibração, tanto para o AAS como no ICP-AES. Na tabela 4 encontram-se os valores médios obtidos para o K^+ nas alíquotas de lixiviado. Na tabela 5 os valores médios de Ca^{2+} e na tabela 6 os valores médios de Mg^{2+} .

Tabela 4- Concentração média de k^+ no lixiviado em função da temperatura.

Temperatura (em °C)	[K^+] (em ppm)
20	4,69
25	8,00
30	10,75
35	14,20

Ao se analisar a tabela 4 pode-se observar uma relação entre o aumento da temperatura em função da concentração do íon potássio na solução de embebição, isto é justificado devido ao processo de deterioração que as sementes de angico- vermelho sofrem em função da elevação da temperatura, com isso há maior liberação de íons para a solução, sendo que um dos principais íons liberados é o potássio devido á sua estreita relação com a constituição da membrana celular e suas funções homeostáticas.

Tabela 5- Concentração média de Ca^{++} no lixiviado em função da temperatura.

Temperatura (em °C)	[Ca^{++}] (em ppm)
20	0,21495
25	0,2379
30	0,35665
35	0,40045

Com o íon Ca^{++} acontece efeito semelhante ao que ocorre com o potássio, um aumento da temperatura gera um aumento na concentração deste íon na solução de embebição, devido a sua importância com fonte de armazenamento na célula.

Tabela 6- Concentração média de Mg^{++} no lixiviado em função da temperatura.

Temperatura (em $^{\circ}\text{C}$)	$[\text{Mg}^{++}]$ (em ppm)
20	0,2101
25	0,3564
30	0,38115
35	0,46435

A partir da análise da tabela 6 pode-se observar que com um aumento da temperatura ocorre também um aumento da concentração de Mg^{2+} na solução de embebição, isto é esperado uma vez que este efeito fora descrito por Vanzolini (2003) em sementes de Amendoim e por Alves (2004) em sementes de milho.

A tabela 7 apresenta os resultados para à análise de variância (Anova), com decomposições de polinômios ortogonais, para o efeito de temperatura sobre as variáveis analisadas, a saber: cálcio (Ca^{2+}), potássio (K^{+}), magnésio (Mg^{2+}), condutividade elétrica (CE), germinação (Germ.) e peso das sementes.

Tabela 7. Anova para o efeito de temperatura com decomposição em polinômios ortogonais sobre as variáveis, cálcio, magnésio, potássio, condutividade elétrica, germinação, e peso.

FV	GL																		
Temp.	λ	Ca ²⁺			Mg ²⁺			K ⁺			CE			Germ.			Peso		
		R ²	F*	CV**	R ²	F*	CV	R ²	F*	CV	R ²	F*	CV	R ²	F*	CV	R ²	F*	CV
Linear	1	0,66	62,92		0,75	158,39		0,96	54,52		0,98	445,9		0,8	35,3	22,9	0,09	12,78	
Quadrático	1	0,68	1,38	34,5	0,86	22,63	42,8	1	2,07	77,1	0,99	3,09	17,7	0,98	7,8		0,39	42,4	12,5
Cúbico	1	1	30,86		1	29,02		1	0,08		1	6,36		1	1,04		1	87,7	
Resíduo	196																		

* Significativo do nível de 1%.

** CV valores em porcentagem.

Vale ressaltar que existe um efeito significativo de temperatura para cálcio, tornando-o um modelo cúbico, e também para o magnésio e para o peso da semente antes da embebição. Para o potássio e para a condutividade elétrica o modelo que melhor explica a sua distribuição é um modelo do tipo linear, e para a germinação o modelo é quadrático.

A partir da análise da tabela 7 pode-se notar que o potássio possui o maior coeficiente de variação em relação aos demais analisados, isto se justifica pela sua alta inter-relação com o efeito da mudança de temperatura. Os valores de R² que mais se aproximam do valor de 1 definiram o modelo aceito para a geração das equações de regressão da tabela 8.

Tabela 8. Modelos de regressão polinomial para os efeitos de temperatura sobre as variáveis

Variável	Modelo	R ²
Ca ⁺	Ca=0,8442-1,0143*temp + 0,4931*temp ² - 0,067* temp ³	1
Mg ²⁺	Mg= 1,1163-1,4492*temp+0,6422*temp ² - 0,07936* temp ³	1
K ⁺	K=1,014+3,6646*temp	0,96
CE	CE=19,95+11,6506*temp	0,98
Germ.	Germ.=3,505+1,9669*temp-0,2850*temp ²	0,98
Peso	Peso= -0,6746+3,022+2*temp-1,2804*temp ² +0,16707*temp ³	1

A partir da análise da tabela 8, pode-se observar que cada variável possui um modelo próprio que explica a sua influencia em relação aos efeitos propostos; sendo observado que o cálcio, o magnésio e o peso possuem um modelo cúbico. Para o potássio e a condutividade elétrica o modelo que melhor explica a sua distribuição é um do tipo linear e para a germinação o modelo de melhor aceitação é o quadrático. Após a geração dos modelos criou-se uma tabela com a suas possíveis correlações (Tabela 9).

Tabela 9. Correlação entre as variáveis.

Variáveis	Var(X)	Var(Y)	Cov X,Y	N.dados	Correlação	Alfa (%)
TEMP x CA	1.2563	.0192	0721	200	.4649	** .0
TEMP x MG	1.2821	.038	.038	200	.195	** .0
TEMP x K	1.2563	78.182	4.6038	200	.4645	** .0
TEMP x CE	1.2563	249.09	14.6364	200	.8274	** .0
TEMP x GER	1.2563	2.5063	6809	200	.3837	** .0
TEMP x PESO	1.2563	.0451	-.046	200	-.1942	** .5862
CA x MG	0188	.038	.0193	200	.7226	** .0
CA x K	0192	78.182	.4698	200	.3839	** .0
CA x CE	0192	249.09	1.1227	200	.514	** .0
CA x GER	0192	2.5063	.0342	200	.1561	* 2.5866
CA x PESO	0192	.0451	-.0059	200	-.2008	** .4433
MG x K	.038	80.026	.8345	200	.4783	** .0
MG x CE	.038	254.27	1.8165	200	.5841	** .0
MG x GER	.038	2.5343	.059	200	.19	** .767
MG x PESO	.038	.0418	-.0109	200	-.2736	** .0166
K x CE	78.182	249.09	67.9961	200	.4872	** .0
K x GER	78.182	2.5063	1.8231	200	.1302	6.2675
K x PESO	78.182	.0451	-.1112	200	-.0592	59.0236
CE x GER	249.09	2.5063	7.9992	200	.3201	** .001
CE x PESO	249.09	.0451	-.6323	200	-.1886	** .7375
GER x PESO	2.5063	.0451	-.0009	200	-.0026	96.9738

** Significativo a 1%.

*5% de probabilidade, pelo teste t.

Ao se analisar a tabela 9 observa-se que de acordo com o “teste t”, as correlações potássio e germinação, potássio e peso, e germinação e peso não foram significativas, não possuindo alguma relação entre si.

A partir dos dados da correlação entre as variáveis geram-se gráficos para melhor visualização e compressão dos dados obtidos. Os gráficos 1, 2, 3, 4 e 5 se relacionam com a influência da temperatura sobre a condutividade elétrica, germinação, cálcio, magnésio e potássio, respectivamente.

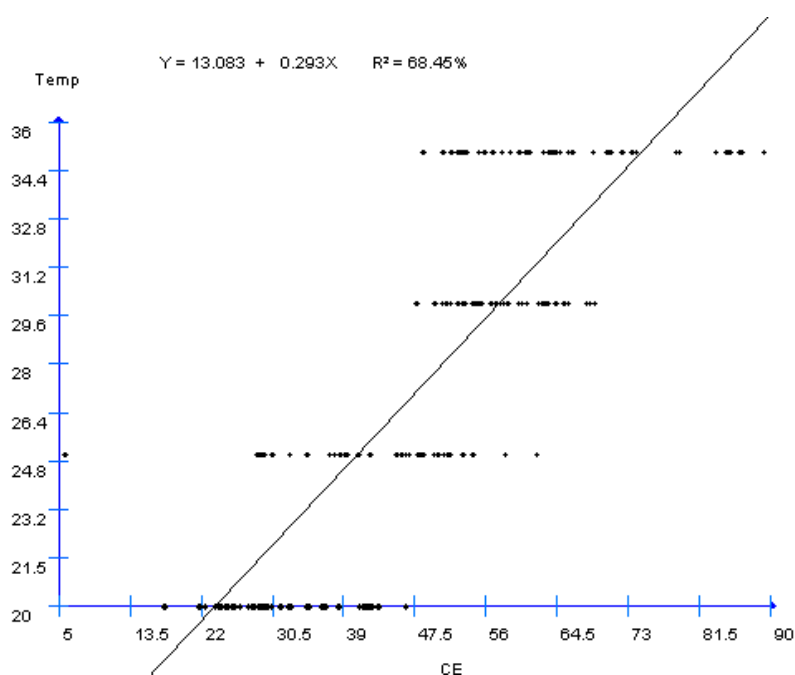


Gráfico 1. Relação entre temperatura e condutividade elétrica.

Com a interpretação do gráfico 1 pode-se observar que com um aumento da temperatura ocorre um aumento da condutividade elétrica, isto é esperado como descrito anteriormente por Doni Filho (1992) para sementes de feijão.

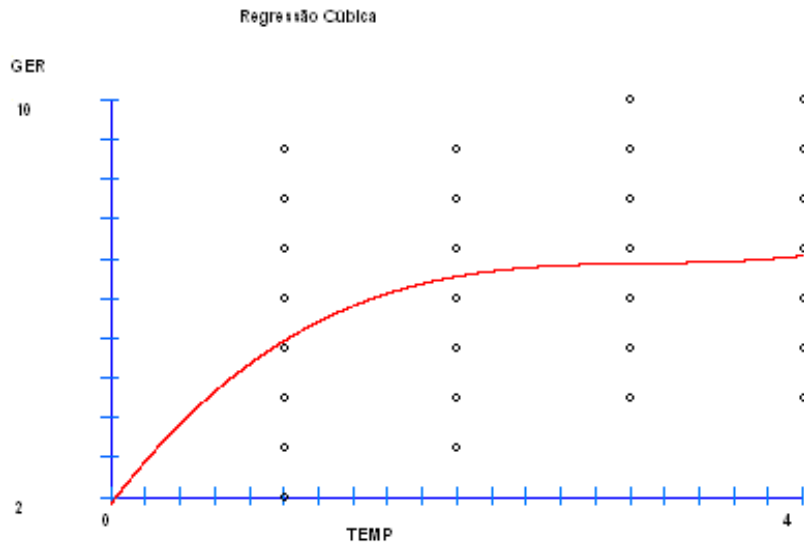


Gráfico 2. Relação entre temperatura e germinação.

Para a análise do gráfico 2 pode-se notar que existe uma relação entre aumento da temperatura e aumento da taxa de germinação para esta espécie, isto ocorre provavelmente devido ao “hábito” desta espécie que prefere ambientes mais quentes para o seu crescimento.

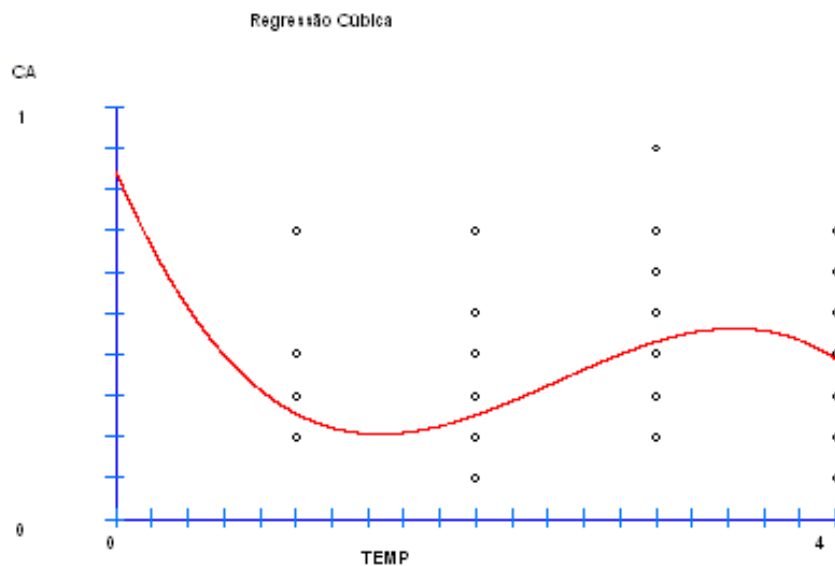


Gráfico 3. Relação entre temperatura e Cálcio.

O gráfico 3 relaciona o aumento da temperatura em função do aumento da concentração de cálcio na solução de embebição, porém nota-se que o cálcio não se relaciona com a temperatura devido a sua baixa concentração no lixiviado.

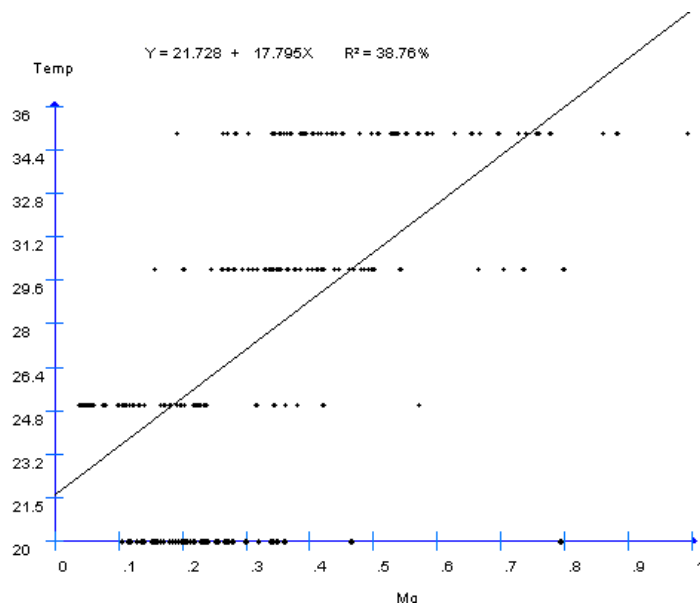


Gráfico 4. Relação entre temperatura e Magnésio.

Para a relação existente entre temperatura e magnésio pode-se observar uma excelente inter-relação entre as variáveis, com um valor de 38,75% de R^2 , sendo esta relação significativa e comprovando que quando há um aumento da temperatura ocorre maior liberação de magnésio na solução do lixiviado, o mesmo ocorre com o potássio de acordo com o gráfico 5, porém esta correlação é mais “significativa” devido ao maior valor de R^2 sendo este igual 53,9%.

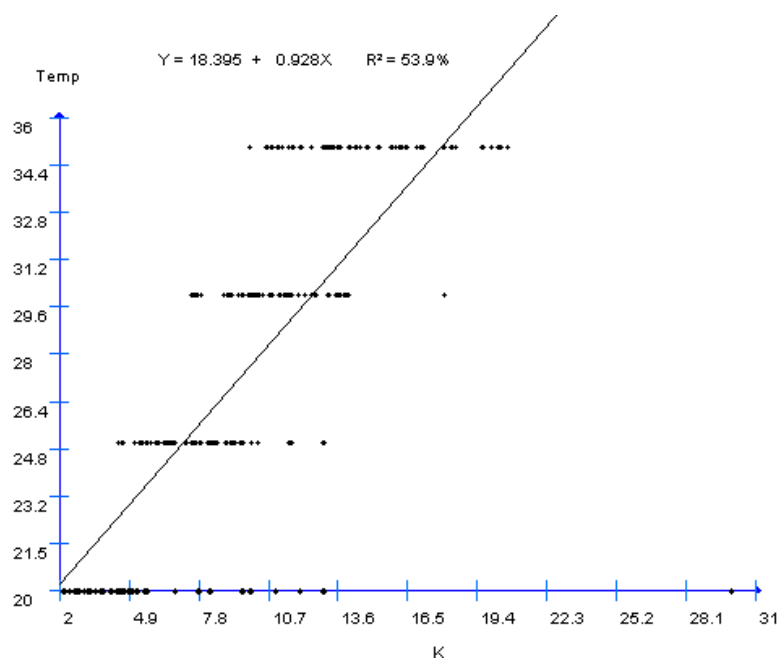


Gráfico 5. Relação entre temperatura e potássio.

Ao analisar os gráficos 1 á 5 deduz-se que com o aumento da temperatura houve também um aumento dos valores de condutividade elétrica, germinação e lixiviação de magnésio e potássio, o que fora descrito por Marcos Filho (1999) em seu livro intitulado “**Vigor de sementes: conceitos e testes**”, na qual ocorre um embasamento teórico de que com o aumento da temperatura da solução ocorre uma serie de quebras de moléculas e liberação de íons na solução, aumentando assim o seu valor de condutividade elétrica, os principais íons liberados são o potássio que se relaciona a integridade da membrana celular e o magnésio; o cálcio não demonstrou padrão de distribuição em relação à temperatura.

Para os gráficos 6, 7 e 8 se relacionam com a influência da liberação de potássio cálcio e magnésio em relação à germinação.

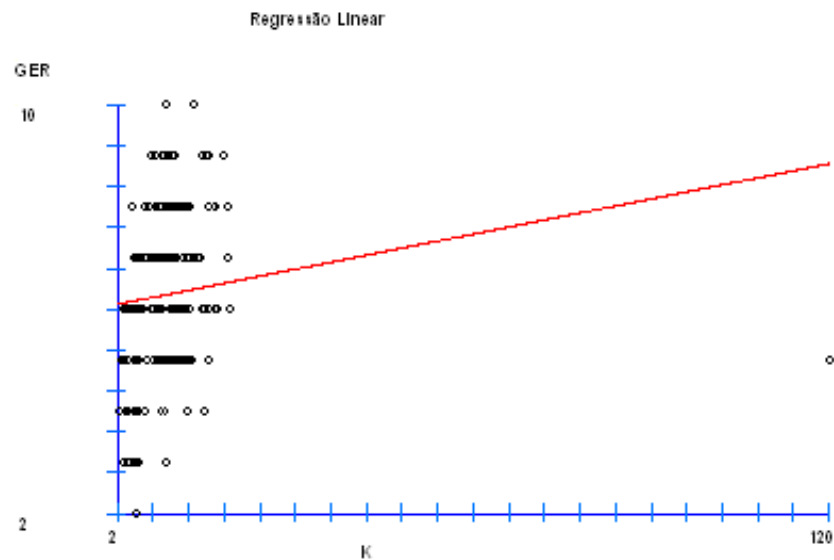


Gráfico 6. Relação entre liberação de potássio e germinação

Ao se observar o gráfico 6 pode-se notar que o aumento ou redução da taxa de germinação não é explicado pela variação de potássio da solução de embebição, não existe uma correlação significativa entre essas duas variáveis.

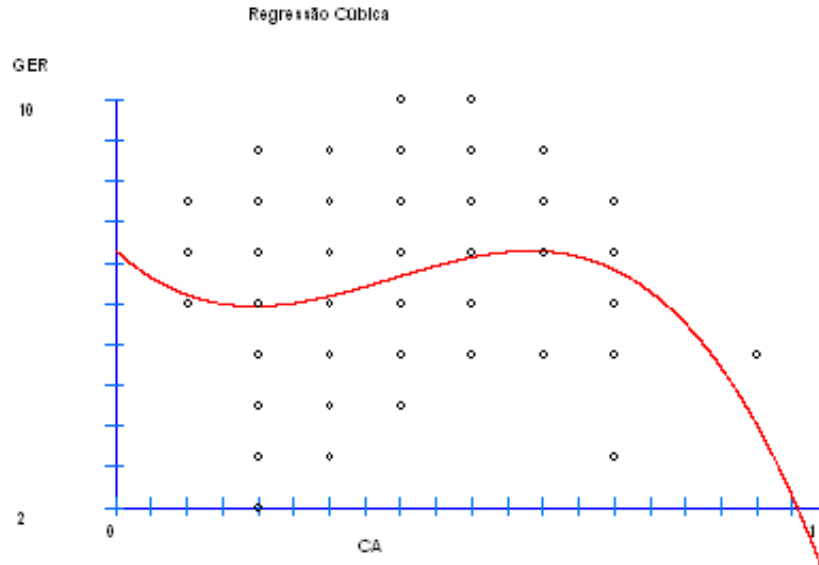


Gráfico 7. Relação entre liberação de cálcio e germinação

Para o gráfico 7 nota-se que apesar de se utilizar uma regressão cubica para tentar explicar a relação entre liberação de cálcio na solução de embebição com a possível influencia na taxa de germinação , não pode-se afirmar que existe uma relação entre estes dois parâmetros. Ocorre algo semelhante à relação entre taxa de germinação e liberação de magnésio na solução, apesar de haver uma pequena significância entre essas duas variáveis como valor de R^2 sendo 2,48%, mesmo assim a correlação é muito baixa e não se pode afirmar que existe certamente influencia de uma variável sobre a outra, como visto no gráfico 8.

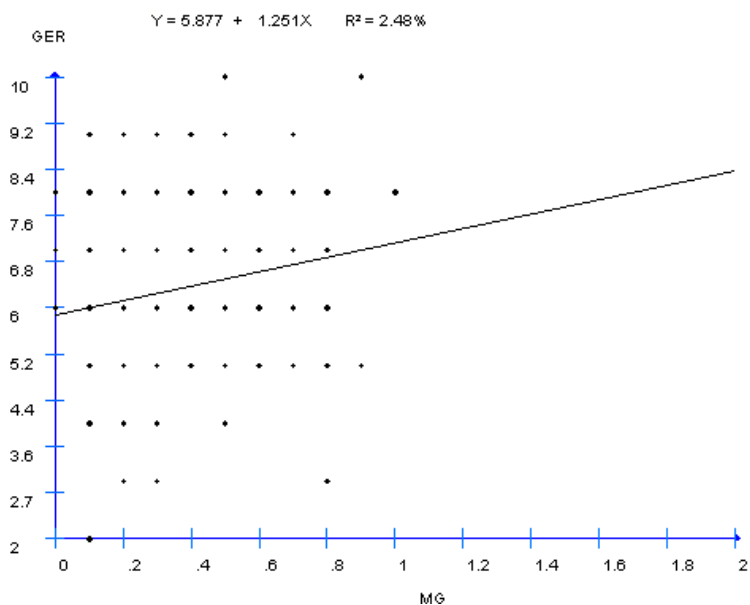


Gráfico 8. Relação entre liberação de magnésio e germinação

Para título de uma maior confiabilidade dos dados obtidos pela análise do lixiviado houve uma determinação de multi-elementos das sementes "in natura" para comprovar a perda de elementos da semente para a solução de embebição. Tabela 10.

Tabela 10 - Concentração média (em ppm) de 20 elementos em sementes de angico "in natura"

Elemento	Ca	Mg	Fe	Si	Al	Sr	La	Cd	Ti	V
Média	140,94	66,43	3,67	1,01	1,94	0,69	0,04	0,02	0,11	0,01
Elemento	Ni	Zr	Cu	Cr	Mn	Ba	Co	Zn	Be	Mo
Média	0,37	0,02	0,53	0,1	4,95	2,04	0,28	2,31	0	0,12

Ao se observar a tabela 10 pode-se notar a elevada concentração dos íons Ca^{++} e Mg^+ nas sementes, isto é o esperado uma vez que, apenas uma pequena quantidade destes íons fora liberado na solução de embebição pelo aumento da temperatura.

7-Considerações finais

Com a realização de testes de vigor em sementes de Angico – vermelho observou-se uma boa qualidade do lote adquirido, com uma taxa de germinação padrão entorno dos 85%

Ao se realizar o teste de correlação entre as variáveis: temperatura, germinação, teores de cálcio, magnésio, potássio e condutividade elétrica percebeu-se que existe uma relação entre aumento da temperatura e elevação da condutividade elétrica da solução e aumento das concentrações de potássio e magnésio na solução de embebição, o que não aconteceu com o cálcio devido a sua baixa concentração inicial na semente e por este íon ser usado na forma de oxalato de cálcio como substância de reserva .

A taxa de germinação não se relacionou com a quantidade de cálcio, potássio e magnésio lixiviados das sementes. Sendo necessária a realização de outros estudos que possam tentar relacionar a perda íons das sementes com possíveis anomalias durante o processo de germinação.

Referências Bibliográficas

ABDUL-BAKI, A.A. & ANDERSON, J.D.; Vigor determination in soybean seed by multiple criteria. **Crop Science**, Madison, v.13,n.6, p.6300-6633, 1973.

ABREU, D.C.A.; NOGUEIRA, A.C.; MEDEIROS, A.C.S.; Efeito do substrato e da temperatura na germinação de sementes de cataia (*Drimys brasiliensis* Miers. Winteraceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.27, n.1, p.149-157, 2005.

ALBUQUERQUE, M.C. de F.E.; MORO, F.V.; FAGIOLI, M.; RIBEIRO, M.C. Testes de condutividade elétrica e de lixiviação de potássio na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de girassol. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 23, nº 1, p.1-8, 2001.

ALVES, E.; CAVARIANI, C.; CORRÊA, M.R. Efeito dos períodos de envelhecimento na lixiviação de íons e de proteínas solúveis em sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 26, nº 2, p.119-125, 2004.

AZEVEDO, G.A.; BRUNO, R.L.A.; ANDRADE, L.A.; CUNHA, A.O. Germinação em sementes de espécies florestais da mata atlântica (Leguminosae) sob condições de casa de vegetação. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.33, n.1, p.11-16, 2003.

BARBIERI, A.P.P.; MENEZES, N.L. de; CONCEIÇÃO, G.M.; TUNES, L.M. de. Teste de lixiviação de potássio para a avaliação do vigor de sementes de arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 34, nº 1 p. 117 - 124, 2012.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of developed and germination**. New York: Plenum Press, 1994, 367 p.

BIANCHETTI, A. **Tecnologia de sementes de essências florestais**. Revista Brasileira de Sementes, vol. 03, nº3, p.27-46, 1981.

BORGES, E. E. L.; RENA, B. A. B. Germinação de Sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. **Sementes Florestais Tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p. 83-136.

BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análises de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1983. 429 p.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ; Brasília, DF: EMBRAPA-CNPQ, 1994. 672 p.

CARVALHO, N. M. de; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Campinas: Fundação Cargill, 2000. 588 p.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 1039p.

- CARVALHO, M.P.; DORNELES, M.C.; BORGES, K.C.F. Emergência de Plântulas de *Copaifera Langsdorffii* Desf. Nota científica, **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl. 2, p. 1005-1007, Porto Alegre, julho, 2007.
- CRUZ, C. D. Programa GENES: **biometria**. Viçosa, Editora da UFV (Universidade Federal de Viçosa), 2006, 382p.
- CUSTODIO, C.C. Testes rápidos para avaliação do vigor de sementes: uma revisão. *Colloquium Agrariae*, v.1, n.1, set. 2005, p. 29-41.
- DONI FILHO, L. **Efeitos do condicionamento fisiológico no comportamento de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Piracicaba, 1992. 108p. (Doutorado - ESALQ/USP).
- FIGLIOLIA, M. B.; OLIVEIRA, E. de C.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Análise de sementes. In: AGUIAR, I. B. de; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. (Coord.) **Sementes Florestais Tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p. 137-174.
- FRANZIN, S.M.; ROVERSI, T. Vigor de sementes. 2002.
- GUIMARÃES, R. M. **Fisiologia de sementes**. Lavras: UFLA, 1999. 132 p.
- HAMPTON, J.G. & COOLBEAR, P. Potential versus actual seed performance - can vigour testing provide an answer? **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 18, n. 2, p. 215-228, 1990.
- HOPPE, J. M. Produção de sementes e mudas florestais. **Caderno didático**, nº 01. Universidade federal de Santa Maria, p. 107, Santa Maria, 2004.
- IPEF. Informativo sementes IPEF - Abril/98. 1999. 2p. Disponível em: www.ipef.br/especies/germinação.html. Acesso em: 03/11/2012.
- LAMARCA, E. V. Taxas respiratórias e velocidade de deterioração de sementes de *Caesalpinia echinata* Lam. em função de variações hídricas e térmicas. **Dissertação de Pós- graduação**, Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, p. 8 São Paulo, 2009.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras**. Nova Odessa: Plantarum, 2000. v.1. 352p.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. vol 1. 4ª ed. São Paulo: Ed. Nova Odessa, 2002.
- LOOMIS, E.L., SMITH, O.E. The effect of artificial ageing on the concentration of Ca, Mg, Mn, K, and Cl in imbibing cabbage seed. **Journal of American society of Horticultural Science**, v.105, n.5, p.647-650, 1980.
- LOOMIS, E.L. & SMITH, O.E. The effect of artificial ageing on the concentration of Ca, Mg, Mn, K, and Cl in imbibing cabbage seed. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.**, S. Joseph, v. 105, n. 5, p. 647-650, 1980.

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**. Londrina: ABRATES,1999. p.1-24.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.;FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999a. cap.1, p.1-21. MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495p.

MATTHEWS, S. & CARVER, M.F.F. Further studies on rapid seed exudate tests indicative of potential field emergence. **Proc. Int. Seed Test. Ass.**, Norway, v. 36, n. 2, p. 307-312, 1971.

MATTHEWS, S. & ROGERSON, N.E. The influence of embryo condition on the leaching of solutes from pea seeds. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 27, n. 100, p. 961-968, 1976.

MEDEIROS, A.C.S. **Comportamento fisiológico, conservação de germoplasma longo prazo e previsão de longevidade de sementes de aroeira (*Astronium urundeuva* (Fr. All.) Engl.)**. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Departamento de Agronomia, Universidade Paulista – Faculdades de Ciências Agrárias e Veterinárias – Campus Jaboticabal, 1996. 121p.

MEDEIROS, A.S.; EIRA, M.T.S. Comportamento fisiológico, Secagem e Armazenamento de sementes florestais nativas. **Circular técnica 127**, P.7-8, Paraná, Dezembro, 2006.

NOVEMBRE,A.D.L.**Estudo da metodologia para a condução do teste de germinação em sementes de algodão(*Gossypium hirsutum* L.)deslintadas mecanicamente**.1994.133p.Tese(Doutorado em Agronomia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

PANDEY, D.K. Ageing of French bean seeds at ambient temperature in relation to vigour and viability. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 17, n. 1, p. 41-47, 1989b.

PEÑALOZA, A.P.S. **II Curso de citogenética aplicada a recursos genéticos vegetais**. Brasília: Embrapa recursos genéticos e biotecnologia. 89p. 2005.

PEREIRA, A.V.; PEREIRA, E.B.C.; JUNQUEIRA, N.T.V. Propagação e domesticação de plantas nativas do cerrado com potencial econômico. **Horticultura Brasileira**, v.19, 2001. Suplemento. CD-ROM.

PIMENTEL-GOMES, F., GARCIA, C. H. **Estatística experimental aplicada a experimentos florestais e agrônômicos**. Piracicaba, FEALQ, 2002, 305 p.

POLLOCK, B.M. & ROOS, E.E. Seed and seedling vigor. In:KOZLOWSKI, T.T. **Seed biology**. New York: Academic Press,1972. v.1, p.313-387.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da Semente**. Brasília, AGIPLAN, 1977, 289 p.

RIBEIRO, R. A.; RODRIGUES, F. M. Genética da conservação em espécies vegetais do cerrado. **Revista de Ciências médicas e biológicas**, v. 5, p. 253-260, 2006.

RIZZINI, C.T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil: manual de dendrologia brasileira**. 2ª Ed. São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 1987.

RIZZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos**. Âmbito Cultural Edições Ltda., 1997, 747p.

TEKRONY, D.M. & EGLI, D.B.; Relationship between laboratory indices of soybean seed vigor and field emergence. **Crop Science**, Madison, v. 17, n. 4, p. 573-577, 1977.

VANZOLINI,S.;NAKAGAWA,J.; Lixiviação de potássio na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 25, nº 2, p.7-12, 2003