



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE**  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO

UNIDADE ACADÊMICA ESPECIALIZADA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS - UAECIA  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**

---



**TESTES BIOQUÍMICOS PARA AVALIAÇÃO DO VIGOR EM SEMENTES DE**  
***Mimosa caesalpiniaefolia* BENTH.**

**MIRELLA CARVALHO SOUZA AVELINO**

**MACAÍBA, RN**

**Março/2014**

**MIRELLA CARVALHO SOUZA AVELINO**

**TESTES BIOQUÍMICOS PARA AVALIAÇÃO DO VIGOR EM SEMENTES DE  
*Mimosa caesalpiniaefolia* BENTH.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, Macaíba-RN, como parte integrante dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências

**ORIENTADOR: Prof. Dr. Mauro Vasconcelos Pacheco**

**CO-ORIENTADORA: Dra. Katiane da Rosa Gomes da Silva**

**CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. José Augusto da Silva Santana**

**MACAÍBA, RN**

**Março/2014**

Divisão de Serviços Técnicos  
Catalogação da Publicação na Fonte.  
Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias Campus Macaíba  
Biblioteca Setorial Professor Rodolfo Helinski

Avelino, Mirella Carvalho Souza.

Testes bioquímicos para avaliação do vigor em sementes de Mimosa  
caesalpiniaefolia BENTH / Mirella Carvalho Souza Avelino. - Macaíba, RN, 2014.

65 f.

Orientador (a): Prof. Dr. Mauro Vasconcelos Pacheco.

Co-Orientador (a): Dra. Katiane da Rosa Gomes da Silva.

Co-Orientador (a): Prof. Dr. José Augusto da Silva Santana.

Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias Campus Macaíba. Programa de Pós- Graduação em Ciências Florestais.

1. Sementes Florestais - Dissertação. 2. Sabiá - Dissertação. 3. Germinação –  
Dissertação. 4. Condutividade Elétrica - Dissertação. 5. Lixiviação de Potássio –  
Dissertação. I. Pacheco, Mauro Vasconcelos. II. Silva, Katiane da Rosa Gomes. III.  
Santana, José Augusto da Silva. IV. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.  
V. Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias Campus Macaíba.  
VI. Título.

RN/UFRN/BSPRH

CDU: 631.53.02

**TESTES BIOQUÍMICOS PARA AVALIAÇÃO DO VIGOR EM SEMENTES DE*****Mimosa caesalpiniaefolia* BENTH.****Mirella Carvalho Souza Avelino**

Dissertação julgada para obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais, área de *Manejo e Utilização dos Recursos Florestais*, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

---

**Prof. Dr. Alexandre Santos Pimenta**  
Coordenador do Programa de Pós-Graduação  
em Ciências Florestais

**Banca Examinadora:**

---

**Prof. Dr. Mauro Vasconcelos Pacheco**  
(UFRN/UAECIA)  
Orientador

---

**Prof<sup>a</sup>. Dra. Clarissa Santos da Silva**  
(URCAMP)  
Examinador Externo

---

**Prof. Dr. Márcio Dias Pereira**  
(UFRN/UAECIA)  
Examinador Interno

**MACÁIBA, RN**

**Março/2014**

*“A semente é o insumo mais nobre da Agricultura, é o organismo vivo, é depositária, direta ou indiretamente, de praticamente todos os avanços tecnológicos conquistados pelos pesquisadores, é um eficiente meio de disseminação de tecnologia, garantindo qualidade e produtividade, que beneficia os elos da cadeia, a indústria e os consumidores”.*

**Ywao Miyamoto.**

***Ao único que é digno de receber toda honra e toda glória!***

***DEUS!***

***Aos meus pais,***

*Por terem me ensinado a descobrir o valor da disciplina, da persistência e da  
responsabilidade, indispensáveis para viver.*

*À minha mãe, por ter abdicado de sua vida pela família, pela rica influência dispensada à  
nossa formação pessoal e profissional, pelo amor concedido, pela paz e confiança.*

*Com todo amor e carinho dedico.*

***Às minhas irmãs,***

*Maryellen Carvalho e Meilene Carvalho, pelo amor incondicional!*

***Ao meu noivo,***

*Humberto César Justo Fernandes,  
Incentivador de forma dedicada e incansável na busca do  
meu engrandecimento pessoal, intelectual e espiritual.  
Pela amizade, paciência, apoio e carinho.*

*Dedico.*

## AGRADECIMENTOS

A DEUS acima de todas as coisas!! Pois cheguei até aqui por obra D'ele! Pela força concedida, pela segurança dispensada e orientação diária!!!

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais (PPGCFL), da Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias (UAECIA) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), pela oportunidade confiada.

À CAPES, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelo apoio financeiro.

Ao Prof. Dr. Mauro Vasconcelos Pacheco, pelo incentivo e, valiosa oportunidade que me foi conferida, sua indispensável orientação, a qual fez toda diferença nessa formação.

À Dr<sup>a</sup>. Katiane da Rosa Gomes da Silva pela dedicação, paciência, incentivo e principalmente pela amizade, companheirismo e respeito.

À todos os professores que contribuíram decisivamente para a nossa formação acadêmica, profissional, pessoal e pelos ensinamentos valorosos.

Aos professores que gentilmente aceitaram participar das bancas de qualificação e de defesa, obrigada pela rica contribuição. Prof. Dr. Eduardo Luiz Voigt (UFRN), prof. Dr. Sydney Carlos Praxedes (UFRN), prof. Dr. Márcio Dias Pereira (UFRN) e profa. Dra. Clarissa Santos da Silva (URCAMP).

Ao Laboratório de Análises de Solo e Vegetal da UAECIA/UFRN, pelo espaço cedido para realização das análises no fotômetro de Chama, em especial à confiança e humilde atenção do professor Dr. Apolino José Nogueira da Silva.

Ao essencial "apoio estatístico" de Severino do Ramo Nascimento dos Santos, Fernando dos Santos Araújo, e ao prof. Dr. Fábio de Almeida Vieira.

Aos amigos da primeira turma do PPGCFL, Rodrigo, Adna, Gilton, Áurea e Mário, pelo convívio harmonioso, pelo companheirismo e amizade.

Aos estagiários, bolsistas e mestrandos do Laboratório de Sementes Florestais, pela colaboração e paciência para o desenvolvimento desse trabalho, em especial ao fundamental apoio dos amigos, Fernando, Francival e Juinho.

À família Campo Santo, pelo apoio espiritual e amizade.

Aos meus amigos, pois consegui vários, durante essa caminhada e não teria espaço suficiente para mencionar todos.

Na verdade, torna-se difícil mencionar e agradecer a todas as pessoas que de uma forma direta ou indireta, participaram, já que são tantas e tão diversas as maneiras de colaboração.

**Obrigado a todos!**

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS - Capítulo 1</b> .....	ix
<b>LISTA DE TABELAS - Capítulo 1</b> .....	x
<b>LISTA DE TABELAS - Capítulo 2</b> .....	xi
<b>RESUMO</b> .....	01
<b>ABSTRACT</b> .....	02
<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	03
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	06
<b>CAPÍTULO 1 - Adequação do teste de condutividade elétrica para sementes de <i>Mimosa caesalpiniaefolia</i> Benth.</b> .....	08
<b>RESUMO</b> .....	09
<b>ABSTRACT</b> .....	10
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	13
Curva de Embebição das sementes .....	13
Condutividade Elétrica .....	14
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	15
Curva de embebição das sementes .....	15
Teste de condutividade elétrica .....	18
<b>CONCLUSÕES</b> .....	21
<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	22
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	22
<b>CAPÍTULO 2 - Testes bioquímicos para a avaliação do potencial fisiológico de sementes de <i>Mimosa caesalpiniaefolia</i> Benth.</b> .....	25
<b>RESUMO</b> .....	26
<b>ABSTRACT</b> .....	27
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	28
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	30
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	33
<b>CONCLUSÕES</b> .....	37
<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	37
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	38



<b>ANEXO 1 – Normas da REVISTA CIÊNCIA AGRONÔMICA (Capítulo 1).....</b>	<b>42</b>
<b>ANEXO 2 – Normas da REVISTA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA (Capítulo 2) .....</b>	<b>48</b>

## LISTA DE FIGURAS

## Capítulo 1

- Figura 1.** Curva de embebição das sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth., escarificadas (---●---) e não escarificadas (---○---).....16
- Figura 2.** Leitura da condutividade elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ ) da água de embebição das sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. em diferentes volumes (50 e 75 mL), submetidos a diferentes períodos de imersão, a 30 °C.....21

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo 1

- Tabela 1.** Quadrados médios da leitura da condutividade elétrica da água de embebição das sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth., provenientes de diferentes períodos de embebição, temperaturas, volumes de água e número de sementes.....18
- Tabela 2.** Leitura da condutividade elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ ) da água de embebição das sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. para as diferentes temperaturas de embebição.....19
- Tabela 3.** Desdobramento da interação significativa entre volume (V) e o número de sementes (NS) de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. para leitura da condutividade elétrica da água de embebição das sementes.....20

## Capítulo 2

- Tabela 1.** Resumo da análise de variância para a porcentagem de emergência (E), porcentagem de germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de plântula (CP) e massa seca (MS) em sementes de diferentes lotes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth...33
- Tabela 2.** Caracterização fisiológica de sementes de diferentes lotes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. para teor de água (TA), porcentagem de emergência (E), porcentagem de germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento (CP) e massa seca (MS) de plântulas.....34
- Tabela 3.** Resumo da análise de variância para os diferentes períodos avaliados (4 e 8 h) nos testes de condutividade elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ ) e de lixiviação de potássio ( $\text{ppm k}^+ \cdot \text{g}^{-1}\text{sementes}$ ) em sementes de diferentes lotes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. ....35
- Tabela 4.** Condutividade elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ ) e lixiviação de potássio ( $\text{ppm k}^+ \cdot \text{g}^{-1}$ ) da água de embebição de sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. em função da interação entre períodos (4 e 8 h) e lotes (1, 2, 3, 4 e 5).....36

## RESUMO

*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. é uma espécie florestal pertencente à família Mimosaceae, recomendada para recomposição de áreas degradadas. A avaliação do vigor por meio de testes bioquímicos tem sido importante ferramenta dentro de programas de controle de qualidade de sementes, sendo os testes de condutividade elétrica e lixiviação de potássio um dos mais utilizados na verificação do potencial fisiológico. Objetivou-se, portanto, adequar a metodologia do teste de condutividade elétrica para sementes de *M. caesalpiniaefolia*, para então comparar a eficiência deste teste com o de lixiviação de potássio na avaliação de vigor das sementes dos diferentes lotes de *M. caesalpiniaefolia*. Para o teste de adequação da condutividade elétrica foram utilizadas diferentes combinações de temperaturas, 25 e 30 °C, de número de sementes, 25 e 50, de períodos de tempo de embebição, 4, 8, 12, 16 e 24 horas, e de volumes de água deionizada, 50 e 75 mL. Para o teste de lixiviação de potássio, que foi realizado a partir dos resultados alcançados pela metodologia da adequação do teste de condutividade elétrica, pôde-se comparar a eficiência de ambos os testes, na classificação dos lotes das sementes em diferentes níveis de vigor, sendo o período de 4 horas também avaliado devido o teste de lixiviação de potássio poder ser mais eficiente em menor espaço de tempo. A melhor combinação obtida no experimento de adequação da condutividade elétrica é a combinação de 25 sementes embebidas em 50 mL de água deionizada durante 8 horas a uma temperatura de 30 °C. Os dados foram submetidos à análise de variância, as médias comparadas entre si pelos testes F e de Tukey a 5% de probabilidade, e quando necessário foi realizada análise de regressão polinomial. O teste de condutividade elétrica realizado no período de oito horas mostra ser mais eficiente na separação de lotes de sementes de *M. caesalpiniaefolia* em diferentes níveis de vigor comparativamente ao teste de lixiviação de potássio.

**Palavras-chave:** sementes florestais, sabiá, germinação, condutividade elétrica, lixiviação de potássio, qualidade fisiológica.

## ABSTRACT

*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. is a forest species of the Mimosaceae family, recommended for recovery of degraded areas. The evaluation of vigor by biochemical tests have been an important tool in the control of seed quality programs, and the electrical conductivity and potassium leaching the most efficient in the verifying the physiological potential. The objective, therefore, to adjust the methodology of the electrical conductivity test for seeds of *M. caesalpiniaefolia*, for then compare the efficiency of this test with the potassium in the evaluation of seed vigor of different lots of seeds *M. caesalpiniaefolia*. To test the adequacy of the electrical conductivity were used different combinations of temperatures , 25 °C and 30 °C, number of seeds , 25 and 50, periods of imbibition , 4 , 8 , 12 , 16 and 24 hours , and volumes deionized water, 50 mL and 75mL. For potassium leaching test, which was conducted from the results achieved by the methodology of the adequacy of the electrical conductivity test, to compare the efficiency of both tests , in the classification of seeds at different levels of vigor, and the period 4 hours also evaluated because the potassium leaching test can be more efficient in the shortest time . The best combination obtained in experiment of electrical conductivity is 25 seeds soaked in 50 mL deionized or distilled water for 8 hours at a temperature of 30 ° C. Data were subjected to analysis of variance, the means were compared with each other by F tests and Tukey at 5 % probability, and when necessary polynomial regression analysis was performed. The electrical conductivity test performed at period eight hour proved to be more efficient in the separation of seed lots *M. caesalpiniaefolia* at different levels of vigor compared to the potassium test.

**Keywords:** forest seed, sabiá species, germination, electric conductivity, potassium leaching, physiological quality.

## INTRODUÇÃO GERAL

Há preocupação com determinadas espécies nativas do bioma Caatinga, que já enfrentam sérios problemas de conservação por sofrerem extrativismo predatório, uma vez que são utilizadas como madeira, fonte de energia, ou na medicina popular (SANTOS, 2010). Em longo prazo, tal modelo exploratório pode acarretar problemas de erosão genética e ameaça à extinção das espécies, a exemplo de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.

*M. caesalpiniaefolia*, pertencente à família Mimosaceae, é uma espécie arbórea que ocorre naturalmente no Maranhão e na Caatinga nordestina brasileira, sendo conhecida popularmente por sabiá ou sansão-do-campo (RIBASKI, 2003). Trata-se de espécie de rápido crescimento, que pode ser cortada com apenas três anos de idade e aceita cortes subsequentes, produz madeira densa, resistente à umidade e excelente para estacas, lenha, carvão, forquilha e esteios (FREITAS, 2012), além de ser empregada como cerca viva defensiva e recomendada para a recuperação de áreas degradadas. A folhagem constitui valiosa forragem para o gado durante a longa estiagem do sertão semiárido (BARBOSA et al., 2008).

Várias plantações de *Mimosa caesalpiniaefolia* são realizadas no Nordeste em decorrência do interesse despertado pela espécie, sendo, para isso, necessário conhecer os fatores que limitam a propagação desta (FREITAS, 2012). A adoção de qualquer espécie em plantios com finalidade produtiva e/ou ambiental requer o desenvolvimento de tecnologia adequada de produção, iniciando pelo conhecimento do desempenho germinativo da semente (ARAÚJO et al., 2011).

A germinação e a expressão do vigor das sementes de um lote depende tanto de fatores intrínsecos à planta (tais como maturação fisiológica e dormência) como de fatores extrínsecos (faixa adequada de temperatura, substrato apropriado, quantidade de água e luz). Assim, torna-se importante o conhecimento dos fatores que influenciam a germinação das sementes, para que possam ser controlados e manipulados de forma a otimizar a porcentagem, velocidade e uniformidade de germinação, resultando na produção de mudas mais vigorosas para plantio e minimização dos gastos (FREITAS, 2012).

O teste de germinação, utilizado para avaliar a capacidade das sementes de produzirem plântulas normais sob condições favoráveis é fundamental para avaliação do potencial fisiológico das sementes, porém pode superestimar o desempenho destas, por ser conduzido em condições ideais de temperatura e umidade (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

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 que os do teste de germinação (KIKUTI et al., 2008). Segundo Marcos Filho (2005) o uso de

apenas um teste de vigor pode gerar informações incompletas, assim a tendência predominante é a combinação de testes para se obter informações mais consistentes.

Testes de vigor procuram detectar diferenças significativas no potencial fisiológico de sementes de lotes com germinação semelhante, fornecendo informações adicionais às proporcionadas pelo teste de germinação. Paralelamente, espera-se que os resultados permitam distinguir com segurança os lotes de alto dos de baixo vigor e que as diferenças detectadas estejam relacionadas ao desempenho das sementes durante o armazenamento e após a sementeira (MARCOS FILHO, 2005).

Tem sido atribuído a McDonald (1975) a classificação mais completa para testes de vigor, pois além de precisa, tem permitido a inclusão de novos métodos, sem se tornar desatualizada. Assim, os testes são distribuídos em testes físicos, testes fisiológicos, testes bioquímicos e testes de resistência a estresse.

Os testes físicos avaliam aspectos morfológicos ou características físicas das sementes possivelmente associadas ao vigor; testes fisiológicos procuram determinar atividade (s) fisiológica (s) específica (s), cuja manifestação depende do vigor; testes bioquímicos avaliam alterações bioquímicas associadas ao vigor das sementes; e testes de resistência a estresse avaliam o desempenho de sementes expostas a condições desfavoráveis do ambiente (MARCOS FILHO, 2005). Segundo este autor, os testes bioquímicos que se baseiam na integridade das membranas celulares, como o de condutividade elétrica e o de lixiviação de potássio, são os procedimentos mais recomendados para a avaliação do vigor das sementes, em função da demonstração de sua eficiência.

O teste de condutividade elétrica, padronizado pela ISTA (International Seed Testing Association) apenas para sementes de ervilha, baseia-se no princípio de que o vigor está diretamente relacionado com a integridade do sistema de membranas celulares, ou seja, em um processo de embebição de sementes, ocorre lixiviação dos constituintes celulares devido ao processo de reorganização dos sistemas de membranas. Consequentemente sementes mais vigorosas, com membranas celulares mais íntegras ou com maior capacidade de restabelecer sua integridade durante a imersão, liberam menor quantidade de lixiviados para o meio externo (BEWLEY; BLACK, 1994; VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999). Dessa forma, a condutividade elétrica, medida por meio de um condutímetro, quantifica o teor de lixiviados na água de embebição, sendo a qualidade da semente inversamente proporcional à leitura da condutividade elétrica (LOPES; FRANKE, 2010).

A desorganização das membranas celulares pode ser entendida através do desempenho de sementes em meio aos processos que envolvem a perda de água pelas células, pois as membranas alteram seu estado físico, passando do estado cristalino líquido,



mais fluido, para o estado de gel, menos fluido. Ao serem reidratadas, ocorre nova transição entre os estados de gel para cristalino líquido nas membranas celulares das sementes, e é nesse meio tempo que ocorre a lixiviação de eletrólitos e de outras substâncias intracelulares (COSTA, 2008).

Os lixiviados incluem açúcares, aminoácidos, ácidos graxos, proteínas, enzimas e íons inorgânicos ( $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{+2}$ ,  $Mg^{+2}$ ,  $Mn^{+2}$ ). No início do processo é intensa a liberação dos lixiviados, tanto pelas sementes intactas e vigorosas, como pelas danificadas, tornando-se difícil a identificação de possíveis diferenças de qualidade entre lotes. No entanto, a quantidade de lixiviados liberados pelas sementes vigorosas vai se estabilizando, em razão, principalmente, da reorganização de suas membranas, o que favorece a ordenação dos lotes em níveis de qualidade (MENEZES et al., 2007).

O teste de lixiviação de potássio, que também se baseia na integridade das membranas celulares das sementes, é realizado por meio da determinação da quantidade de íons de potássio liberados durante o processo de imersão em água, sendo este o principal íon inorgânico lixiviado pelas sementes durante a embebição (DIAS ; MARCOS FILHO, 1995). Através desse teste é possível, num período mais curto que o recomendado para o teste de condutividade elétrica, obter o ranqueamento de lotes de sementes em diferentes níveis de vigor.

Neste sentido, o trabalho foi realizado com o objetivo de adequar a metodologia do teste de condutividade elétrica para sementes da espécie *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth, e após comparar a eficiência deste teste com o de lixiviação de potássio na avaliação de vigor de sementes dos diferentes lotes de *M. caesalpiniaefolia*.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAUJO, R.F.; ZONTA, J.B.; ARAUJO, E.F.; DONZELES, S.M.L.; COSTA, G.M. Teste de condutividade elétrica para sementes de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). **IDESIA** (Chile), v. 29, n. 2. p. 79-86. 2011.

BARBOSA, T.R.L.; SOARES, M.P.; BARROSO, D.G. **Plantio do sabiazeiro (*Mimosa caesalpiniiifolia*) em pequenas e médias propriedades**. Niterói: Programa Rio Rural, 2008.

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

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. Sementes: Ciência, tecnologia e produção. 4ª ed. Jaboticabal: FUNESP, 588p. 2012.

COSTA, C.J.; VILLELA, F.A.; BERTONCELLO, M.R.; TILLMANN, M.A.A.; MENEZES, N.L. Pré-hidratação de sementes de ervilha e sua interferência na avaliação do potencial fisiológico. **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.1, p. 198-207, 2008.

DIAS, D.C.F.S.; MARCOS FILHO, J. Teste de vigor baseados na permeabilidade das membranas celulares: I. Condutividade elétrica. **Informativo ABRATES**, v.5, n.1, p. 26-36, 1995.

FREITAS, N.W.N. **Maturação, germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* BENTH.)**. Dissertação de Mestrado em Fitotecnia. Mossoró, Universidade Federal Rural do Semi-Árido. 93f, 2012.

KIKUTI, H.; MEDINA, P.F.; KIKUTI, A.L.P.; RAMOS, N.P. Teste de lixiviação de potássio para avaliação do vigor de sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 1, p. 10-18. 2008.

LOPES, R.R.; FRANKE, L.B. Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de azevém (*Lolium multiflorum* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.1, p. 123-130, 2010.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 496p. 2005.

MCDONALD, M.B. **A review and evaluation of seed vigor tests**. Proceedings of the Association of Official Seed Analysts, v.65, p. 109-139, 1975.

MENEZES, N.L.; GARCIA, D.C.; BAHRY, C.A.; MAT-TIONI, N.M. Teste de condutividade elétrica em aveia preta. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, p.138-1427, 2007.

RIBASKI, J.; LIMA, P.C.F.; OLIVEIRA, V.R.; DRUMOND, M.A. Sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*): árvore de múltiplo uso no Brasil. **Colombo: Embrapa Florestas**, 4p. 2003.

SANTOS, S.R.N. **Qualidade de diásporos de *Schinopsis brasiliensis* Engl. de uma área da caatinga paraibana**. 2010. 97f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Areia/PB, 2010.

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

## **Capítulo 1**

**Adequação do teste de condutividade elétrica para  
sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.**

**Adequação do teste de condutividade elétrica para sementes  
de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.<sup>1</sup>**

**Adequacy of the electrical conductivity test  
for *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. Seeds**

Mirella Carvalho Souza Avelino<sup>2</sup>, Katiane da Rosa Gomes da Silva<sup>2</sup>, Fernando dos Santos  
Araújo<sup>2</sup>, Francival Cardoso Felix<sup>2</sup>, Mauro Vasconcelos Pacheco<sup>2\*</sup>

**RESUMO**

A avaliação do vigor tem sido ferramenta fundamental dentro de programas de controle de qualidade de sementes, sendo o teste de condutividade elétrica parte importante do processo. Esse teste de vigor mede os exudatos liberados pelas sementes durante sua condução refletindo a integridade do sistema de membranas. O objetivo deste trabalho foi adequar a metodologia do teste de condutividade elétrica para sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.. A curva de embebição foi obtida a fim de se indicar o período inicial das leituras da água de embebição no teste de condutividade elétrica, e para verificar a existência ou não de dormência nas sementes. Por meio de quatro repetições de 25 sementes escarificadas e de 25 sementes não escarificadas colocadas a embeber água em substrato umedecido, obteve-se a curva de embebição a partir de diferentes períodos de pesagens das mesmas. Para o teste de

---

\* Autor para correspondência

<sup>1</sup>Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias.

<sup>2</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias. RN 160, Km 03, Distrito de Jundiá, CEP 59.280-000, C.P. 07, Macaíba, RN, Brasil. mirella.avelino@gmail.com, katrgs@gmail.com, nandosantos005@hotmail.com, francival007@gmail.com, pachecomv@hotmail.com\*

adequação da condutividade elétrica foram utilizadas diferentes combinações de temperaturas, 25 e 30 °C, de número de sementes, 25 e 50, de períodos de tempo de embebição em água deionizada, 4, 8, 12, 16 e 24 horas e de volumes de água, 50 e 75 mL. A embebição das sementes em substrato umedecido proporciona a obtenção do padrão trifásico de absorção apenas para as sementes escarificadas, demonstrando existência de dormência tegumentar. Os resultados da curva apontaram o período de quatro horas em substrato umedecido, como o indicado para o início da leitura da condutividade elétrica da água de embebição. A condição mais eficaz para a realização do teste de condutividade elétrica em sementes de *M. caesalpiniaefolia* é a utilização de 25 sementes embebidas em 50 mL de água deionizada, durante oito horas a 30 °C em câmara de germinação.

**Palavras-chave:** Sementes florestais. Sabiazeiro. Lixiviação. Vigor.

## **ABSTRACT**

The vigor has been a fundamental tool for quality control of seed programs, and the electrical conductivity important part of the process. This test measures the effect of exudates released by the seeds during their driving reflecting the integrity of the membrane system. The aim of this study was to adapt the methodology of the electrical conductivity test for seeds of *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.. The imbibition curve was obtained to indicate the initial period of the readings in the soaking water in the electrical conductivity test, and to verify the existence or absence of seed dormancy. Through four replicates of 25 scarified seeds and 25 seeds scarified not put the soaking in substrate with water, gave the imbibition curve from different intervals of the weighing of the seed. To test the adequacy of the electrical conductivity different combinations of temperatures were used, 25 °C and 30 °C, number of seeds, 25 and 50, periods of immersion in water, 4, 8, 12, 16 and 24 hours, and volumes of deionized water, 50 mL and 75 mL. The soaking of seeds in substrate with water provides

obtaining triephasic absorption pattern only for scarified seeds, demonstrating the existence of dormancy. The results of the curve showed the four-hour period of seeds immersed in water, as indicated for the beginning of the reading of the electrical conductivity of the soaking water. The most effective condition for the realization of electrical conductivity test for seeds *M. caesalpiniaefolia* is using 25 seeds soaked in 50 mL of deionized water for eight hours at 30 °C in a growth chamber.

**Keywords:** Forest seeds. Sabiazeiro species. Leaching. Vigor.

## INTRODUÇÃO

*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth., espécie florestal nativa, encontrada no bioma Caatinga, pertencente à família Mimosaceae, e popularmente conhecida como sabiá ou sabiazeiro possui madeira bastante utilizada para cercas e como fonte de energia (RIBASKI *et al.*, 2003). Contribui para fixação de nitrogênio devido presença de associações simbióticas, sendo importante também na recuperação de áreas degradadas (MAIA, 2004).

Devido à sua extensa utilização regional, foi explorada de forma predatória por muitos anos (FREITAS *et al.*, 2011), o que, a longo prazo, pode acarretar problemas de erosão genética e ameaça à extinção. Portanto faz-se necessário o desenvolvimento de tecnologias adequadas de produção, iniciando pelo conhecimento do desempenho germinativo da semente (ARAÚJO *et al.*, 2011).

Sementes dessa espécie apresentam problemas de dormência, provavelmente, por impermeabilidade do tegumento à água, que é a causa mais comum de dormência nas sementes de plantas leguminosas (KRAMER; KOZLOWSKI, 1972).

Sementes viáveis e sem dormência, ou seja, que germinam em condições favoráveis, quando fornecidas umidade adequada, reiniciam seu metabolismo, culminando com a protrusão da raiz. Nesse sentido, a curva de embebição é um importante meio utilizado para

indicar a existência ou não de dormência, bem como o período específico no qual a semente atinge a rápida absorção de água (Fase I) e passa para as Fases II e III do processo.

Assim, o processo de embebição segue um padrão trifásico, no qual a fase inicial (Fase I) constitui um fenômeno essencialmente físico, com rápida transferência de água do substrato para a semente, independentemente de sua qualidade fisiológica (MARCOS FILHO, 2005). Na Fase II os processos metabólicos requeridos para o crescimento do embrião são ativados e em paralelo ocorre parcialmente a degradação de algumas reservas nutritivas (CASTRO *et al.*, 2004). Já na Fase III se torna visível a retomada do crescimento do eixo embrionário, caracterizada pela protrusão da raiz (MARCOS FILHO, 2005). A partir do período inicial de embebição de água pelas sementes, obtido por meio da curva de embebição pode-se dar início ao teste de vigor.

Testes de vigor são importantes porque o teste de germinação avalia apenas a capacidade das sementes de produzirem plântulas normais em condições ideais, mas nem sempre revela diferenças de desempenho entre lotes durante o armazenamento ou em condições ambientais encontradas no campo (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Entre os testes de vigor, destaca-se o de condutividade elétrica, no qual o vigor está diretamente relacionado com a integridade do sistema de membranas celulares, ou seja, sementes menos vigorosas (mais deterioradas) possuem menor capacidade de restabelecer a integridade de suas membranas durante a imersão e, em consequência, liberam maiores quantidades de solutos para o meio exterior (MARCOS FILHO, 2005).

Atualmente o teste de condutividade elétrica tem sua padronização apenas para sementes de ervilha (ISTA, 2006). Existe, portanto, a necessidade de estudar e analisar a aplicação e adequação deste teste para sementes de outras espécies, como as florestais, com a finalidade de avaliar a qualidade fisiológica das mesmas.



Objetivou-se então verificar a presença de dormência tegumentar nas sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia*, além de determinar o período inicial de leitura da condutividade elétrica da água de imersão a partir da obtenção da curva de embebição das sementes. Após essa determinação foram realizados os testes com diferentes combinações de variáveis para encontrar/verificar a combinação mais adequada dessas variáveis: temperatura, volume de água, número de sementes e tempo de imersão para a adequação do teste de condutividade elétrica em sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia*.

## MATERIAL E MÉTODOS

Frutos de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. foram colhidos de cinco árvores matrizes localizadas na Área de Experimentação Florestal pertencente à Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias (5°53'7"S e 35°21'38"W) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UAECIA/UFRN), no município de Macaíba, RN, em dezembro de 2013. No momento da colheita, os frutos apresentavam-se com a coloração marrom escuro, secos e desprendendo-se com facilidade da planta.

Em seguida, os frutos foram encaminhados ao Laboratório de Sementes Florestais da UAECIA/UFRN para beneficiamento por meio de extração manual das sementes, eliminando-se as deterioradas, mal formadas, danificadas e atacadas por insetos. As sementes foram acondicionadas em sacos de papel do tipo kraft e mantidas em ambiente de laboratório (25 °C e 31% U.R.) durante 45 dias até o início da realização dos experimentos.

### **Curva de embebição das sementes**

Inicialmente determinou-se o teor de água das sementes com duas subamostras de 50 sementes, as quais foram pesadas em balança com precisão de 0,001g e, posteriormente, colocadas em estufa a 105±3 °C por 24 horas, sendo os resultados expressos em percentagem (BRASIL, 2009).

O teste de embebição foi conduzido em germinador tipo *Biochemical Oxygen Demand* - Demanda Bioquímica de Oxigênio (B.O.D.) regulado à temperatura de 25 °C sob fotoperíodo de oito horas. Quatro repetições de 25 sementes escarificadas mecanicamente por meio do desponte (BRUNO *et al.*, 2001) e quatro repetições de 25 sementes não escarificadas foram distribuídas entre papéis toalhas (tipo Germitest<sup>®</sup>) e organizados em sistema de rolos umedecidos com água destilada, na quantidade de 2,5 vezes a massa seca do papel.

A curva de embebição foi obtida a partir da pesagem das sementes em balança com precisão de 0,001g, antes (0h – sem hidratação) e após os períodos de umedecimento (a cada duas horas nas 12 primeiras horas, de seis em seis horas até completar 36h, e de doze em doze horas até completar 72h) em germinador do tipo B.O.D..

#### **Teste de condutividade elétrica**

Para o teste de condutividade elétrica utilizaram-se cinco períodos de embebição (4, 8, 12, 16 e 24h), duas quantidades de sementes escarificadas mecanicamente por meio do desponte (25 e 50 sementes por repetição), embebidas em 50 e 75 mL de água deionizada, à temperatura de 25 e 30 °C, organizadas em substrato umedecido e postas em germinador do tipo B.O.D. Antes da sementeira, as sementes foram previamente pesadas em balança com precisão de 0,001 g, e colocadas em recipientes (copos) plásticos com capacidade para 200 mL, cobertos com papel alumínio. Após cada período, fez-se a leitura da água de embebição com o auxílio de um condutímetro da marca Tecnal<sup>®</sup> modelo TEC-4MP. Antes do início das leituras foi calculada a prova em branco (testemunha). Os resultados das leituras foram diminuídos dos valores da condutividade elétrica obtidos da prova em branco e então divididos pelos respectivos valores de massa das amostras das sementes, sendo os resultados expressos em  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$  de semente.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2 x 2 x 2 x 5 (duas temperaturas x dois volumes x dois números de sementes x cinco

períodos de embebição). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas entre si pelo teste F. Quando necessário foi realizada análise de regressão polinomial. As análises estatísticas foram feitas com o auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2008).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sementes de *M. caesalpiniaefolia* possuíam, em média, teor de água inicial de 11,3%, fato importante visto que sementes com teores de água abaixo de 10% são mais susceptíveis a danos por embebição (COSTA *et al.*, 2008).

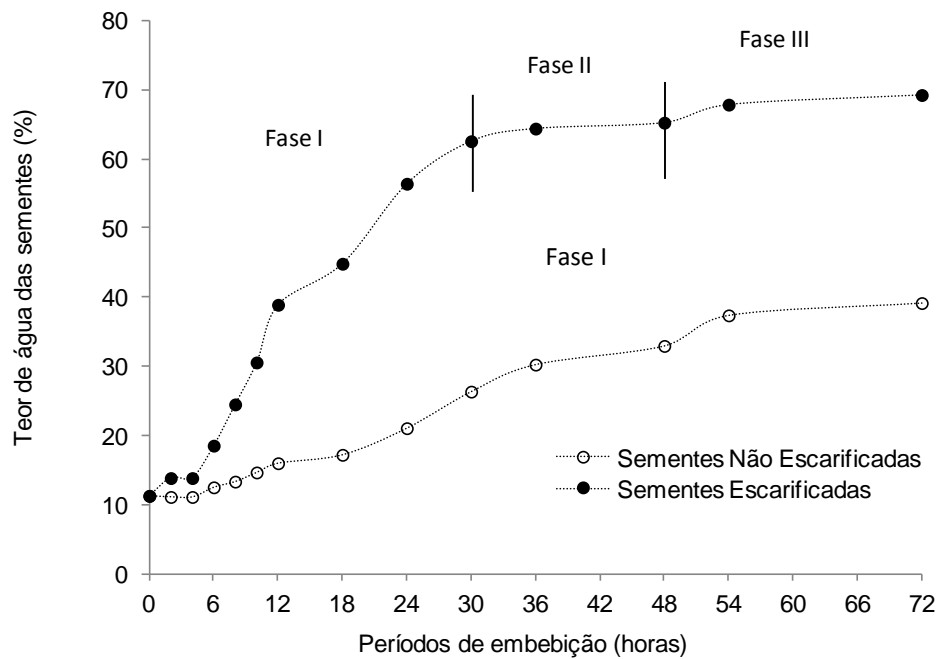
### Curva de embebição das sementes

A curva de embebição constitui importante ensaio no auxílio da identificação da existência ou não de dormência nas sementes, principalmente tegumentar, característica esta encontrada nas sementes de *M. caesalpiniaefolia*.

Ao observar a Figura 1, verifica-se que com duas horas após a instalação da curva de embebição, as sementes de *M. caesalpiniaefolia* escarificadas já apresentaram intumescimento significativo, comparativamente às não escarificadas, caracterizando a primeira manifestação perceptível do processo de embebição das mesmas. Assim, na Fase I houve crescente incremento no grau de umidade das sementes nas primeiras 30 horas de embebição, consistindo a fase mais longa para a espécie em estudo (Figura 1). Esta fase é caracterizada por ser um processo físico, pois independe da atividade metabólica das sementes, podendo ocorrer em sementes viáveis ou inviáveis (MARCOS FILHO, 2005). Ainda segundo este autor, nesta fase, a rápida e elevada absorção de água pelas sementes dá-se devido à diferença acentuada entre os potenciais hídricos do substrato e da semente. Além disso, na Fase I já podem ocorrer os primeiros sinais do aumento das atividades metabólicas,

pois com a elevação do processo respiratório há liberação de energia para germinação e ativação de enzimas, ou seja, há maior ganho de água para a realização desses processos.

**Figura 1** - Curva de embebição das sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia*, escarificadas (---●---) e não escarificadas (---○---).



A Fase II é caracterizada pela redução drástica da velocidade de absorção de água e da intensidade de respiração (MARCOS FILHO, 2005), a qual teve menor duração em relação à Fase I para as sementes escarificadas de *M. caesalpiniaefolia*, durando 18 horas (Figura 1). Nesta fase, as paredes celulares das células estão muito rígidas e, por isso, não podem absorver mais água porque não conseguem mais se expandir (CASTRO *et al.*, 2004). Após esse período mais curto (Fase II), o eixo embrionário retomou seu crescimento e as sementes voltaram a ganhar umidade, culminando com a protrusão da raiz, caracterizando então a Fase III que, para as sementes escarificadas, ocorreu após 48 horas de embebição, com 92% das sementes emitindo raiz. Para as sementes não escarificadas, observou-se a protrusão da raiz em apenas 9% delas, provavelmente devido à fissuras ou à permeabilidade dos tegumentos

das sementes desta fração. Esse baixo percentual de protrusão radicular se deve, principalmente, ao estado de dormência tegumentar apresentado pela maior parte das sementes não escarificadas.

A impermeabilidade das sementes com dormência física pode estar relacionada com as diferentes espessuras das camadas do tegumento, como a serosidade da cutícula, os níveis de lignificação das células da lamela média e da camada paliçádica, além de outros mecanismos bioquímicos que estão envolvidos e variam de acordo com a espécie e genótipo (MANZANO, 2012).

Diante dos resultados obtidos, pode-se afirmar que as sementes de *M. caesalpiniaefolia* possuem baixa capacidade de absorção de água através do tegumento, causa mais comum de dormência encontrada nas sementes de Mimosaceae, Caesalpiniaceae e Papilionaceae. A dureza tegumentar é um tipo de dormência também frequentemente constatado em sementes das famílias Malvaceae, Geraniaceae, Chenopodiaceae, Convolvulaceae, Solanaceae e Liliaceae (RIBEIRO, 2008).

Dessa forma, a importância da curva de embebição está relacionada tanto a estudos de impermeabilidade do tegumento, como na determinação do período de absorção de água pelas sementes, sendo este um importante fator para a adequação do teste de condutividade elétrica (ZUCHI *et al.*, 2012). Ainda segundo estes autores, o período de 24h de embebição tem sido recomendado, de forma geral para avaliação da condutividade, entretanto, existe possibilidade de redução deste período, de acordo com a espécie, para facilitar e otimizar a obtenção de informações.

Assim o período inicial para a realização da leitura do teste de condutividade elétrica nas sementes de *M. caesalpiniaefolia* foi definido a partir da curva de embebição das mesmas. O período de duas e quatro horas apresentaram distanciamento semelhante entre as curvas, porém logo após o de quatro horas observou-se uma absorção significativa de água pelas

sementes, determinando portanto este período como o inicial para as leituras da água de embebição no teste de condutividade elétrica.

### Teste de condutividade elétrica

Houve efeito significativo ( $P \leq 0,01$ ) dos fatores isolados, período de embebição (PE), temperatura (T), volume (V) e das interações PE x V e V x NS (número de sementes) em relação aos valores da variável condutividade elétrica. O fator isolado NS e as demais interações não foram significativas ( $P > 0,05$ ) para as variáveis analisada (Tabela 1).

**Tabela 1** - Quadrados médios da leitura da condutividade elétrica da água de embebição das sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth., provenientes de diferentes períodos de embebição, temperaturas, volumes de água e número de sementes.

FV	GL	Quadrados Médios
Período de Embebição (PE)	4	54281,324000**
Temperatura (T)	1	13830,961000**
Volume (V)	1	72071,610250**
Número de Sementes (NS)	1	6,972250 <sup>NS</sup>
PE x T	4	62,190063 <sup>NS</sup>
PE x V	4	2085,991813**
PE x NS	4	27,169750 <sup>NS</sup>
T x V	1	12,210250 <sup>NS</sup>
T x NS	1	522,006250 <sup>NS</sup>
V x NS	1	1408,969000**
PE x T x V	4	69,384000 <sup>NS</sup>
PE x T x NS	4	6,694063 <sup>NS</sup>
PE x V x NS	4	17,049937 <sup>NS</sup>
T x V x NS	1	378,225000 <sup>NS</sup>
PE x T x V x NS	4	3,819375 <sup>NS</sup>
Erro	117	185,343825
Média	130,405	
CV (%)	10,44	

<sup>NS</sup> não significativo, \*\* significativo a 1% de probabilidade.

O teste de condutividade elétrica avalia a concentração de eletrólitos liberados pelas sementes durante a embebição. A redução e a perda da qualidade fisiológica das sementes podem ser diretamente proporcionais ou estar relacionadas ao aumento da concentração de eletrólitos liberados pelas sementes durante a embebição. Assim, a lixiviação de exsudatos

das sementes pode ser influenciada pelo grau de deterioração das mesmas, pelo estágio de desenvolvimento no momento da colheita, pela incidência de danos causados pela velocidade, temperatura e tempo de embebição, bem como por injúrias no tegumento da semente (GONZALES *et al.*, 2011).

Houve diferença significativa entre os valores de condutividade elétrica, obtidos nas duas temperaturas de embebição, 25 e 30 °C, sendo observados maiores valores de condutividade elétrica na temperatura mais elevada (Tabela 2). Este dado está relacionado, provavelmente, com a elevação do processo metabólico da semente, que quando submetida a maiores temperaturas durante a embebição, aumentam a quantidade e a velocidade de liberação de eletrólitos para o meio externo (MARQUES *et al.*, 2002).

**Tabela 2** - Leitura da condutividade elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ ) da água de embebição das sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. para as diferentes temperaturas de embebição.

Temperatura (T °C)	Médias
25	121,1 b
30	139,7 a

\*Médias seguidas por uma mesma letra não diferem entre si pelo teste F.

O teste de condutividade elétrica se mostrou eficiente na separação de sementes de diferentes lotes de *Senna siamea* (Lam.) quando o mesmo foi realizado também a 30 °C (DUTRA *et al.*, 2007). A determinação da temperatura ideal de embebição das sementes é importante no teste de condutividade elétrica, pois possibilita a diferenciação mais precisa de lotes de sementes, em menor período de tempo.

Maiores valores de condutividade elétrica foram observados no menor volume (50 mL) o qual proporcionou maior concentração de eletrólitos na água de embebição comparado ao volume de 75 mL, independente do número de sementes utilizadas (Tabela 3). Resultados semelhantes foram obtidos em sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) (SANTOS; PAULA, 2005), *Guazuma ulmifolia* (Lam.) (GONÇALVES *et al.*, 2008), e *Dictyoloma*

*vandelianum* (Juss.) (FLÁVIO; PAULA, 2010), nas quais maiores concentrações de eletrólitos foram observados também nos menores volumes de água avaliados.

**Tabela 3** - Desdobramento da interação significativa entre volume (V) e o número de sementes (NS) de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. para leitura da condutividade elétrica da água de embebição das sementes.

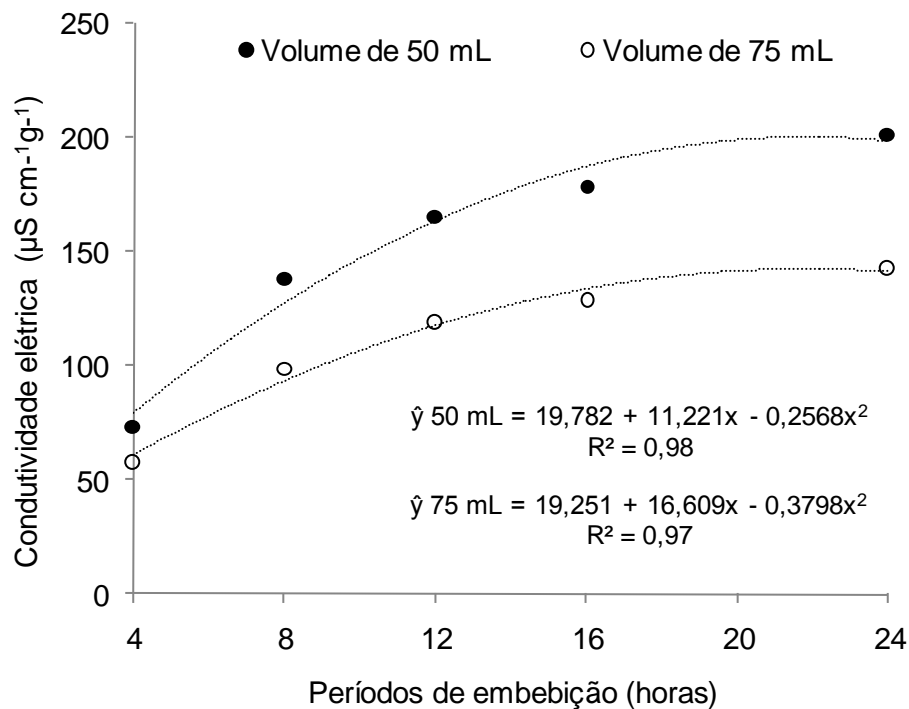
Volumes (V)	Número de Sementes	
	25	50
50 ml	148,8 aA	154,3 aA
75 ml	112,3 bA	106,0 bA

\*Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste F.

Em ambos os volumes de água utilizados houve tendência de comportamento polinomial crescente da condutividade elétrica com o aumento do período de embebição, sendo este acréscimo mais acentuado no menor volume de água empregado, 50 mL, no qual houve maior concentração de lixiviados, quando comparado com as sementes imersas em 75 mL, na temperatura de 30 °C (Figura 2).

**Figura 2** - Leitura da condutividade elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ ) da água de embebição das sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. em diferentes volumes (50 e 75 mL), submetidos a diferentes períodos de imersão, a 30 °C.





Nas combinações estudadas, para as sementes de *M. caesalpiniaefolia*, constataram-se valores mais acentuados nas leituras para condução do teste de condutividade elétrica utilizando-se 25 sementes imersas em 50 mL de água no período de oito horas de embebição. Para Milani *et al.* (2012) esse período reduzido de imersão é vantajoso para a indústria de sementes, que em seus programas de controle de qualidade buscam informações sobre o vigor dos lotes em período de tempo relativamente curto, como oito ou 16 horas.

## CONCLUSÕES

Há dormência tegumentar nas sementes de *M. caesalpiniaefolia*.

O período de quatro horas pode ser indicado para o início das leituras do teste de condutividade elétrica.

O teste de condutividade elétrica é eficiente para a avaliação do potencial fisiológico de sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia*, quando utilizadas 25 sementes imersas em 50 mL de água deionizada, na temperatura de 30 °C, durante o período de 8 horas de embebição.

## AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pelo apoio e concessão de bolsas ao primeiro, segundo e terceiro autores.

## REFERÊNCIAS

- ARAUJO, R.F. *et al.* Teste de condutividade elétrica para sementes de pinhão-mansô (*Jatropha curcas* L.). **IDESIA**, v.24, n.2, p. 79-86, 2011.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399 p.
- BRUNO, R.L.A. *et al.* Tratamentos pré-germinativos para superar a dormência de sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 23, n. 2, p. 136-143, 2001.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4a ed. Jaboticabal, FUNEP. 424p, 2000.
- CASTRO, R.D.; BRADFORD, K.J.; HILHORST, H.W.M. Embebição e reativação do metabolismo. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. **Germinação – do básico ao aplicado**. Porto Alegre: ARTMED, p.149-162, 2004.
- COSTA, C.J. *et al.* Pré-hidratação de sementes de ervilha e sua interferência na avaliação do potencial fisiológico. **Revista Brasileira de sementes**, v. 30, n.1, p.198-207, 2008.
- DUTRA, A.S.; FILHO, S.M.; DINIZ, F.O. Teste de condutividade elétrica em sementes de *Senna siamea* (Lam.) H.S. Irwin & Barneby. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.38, n.3, p.280-285, 2007.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v.6, p. 36-41, 2008.

FLÁVIO, J.J.P.; PAULA, R.C. Testes de envelhecimento acelerado e de condutividade elétrica em sementes de *Dictyoloma vandellianum* A. Juss. **Scientia Forestalis**, v.38, n.87, p.391- 399, 2010.

FREITAS, R.M.O. *et al.* Gibberellic acid stimulus on seed and seedling performance is dependent on pod position in *Mimosa caesalpiniiifolia*. **Seed Science & Technology**, v. 39, n.2, p. 660-665, 2011.

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.; PAULA, R.C. Qualidade fisiológica de sementes de diferentes árvores matrizes de *Corymbia citriodora* (Hook.) K.D.Hill & L.A.S. Johnson. **Scientia Forestalis**, v.39, n.90, p.171-181, 2011.

ISTA. International Seed Testing Association. International Rules for Testing Seeds, 2004. **Seed Science and Technology**, v. 32, n. 2, p. 403, 2006.

KRAMER, P.J. & KOZLOZWISKI, T.T. **Fisiologia das árvores**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1972. 745p.

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

MANZANO, M.D. **Estabelecimento e superação de dormência em sementes de *Erythrina speciosa* Andrews**. 2012. 77f. Dissertação. (Mestrado em Agronomia) Universidade Estadual Paulista, Botucatu, Instituto de Biociências de Botucatu. 2012.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 496p.

MARQUES, M.A.; PAULA, R.C.; RODRIGUES, T.J.D. Adequação do teste de condutividade elétrica para determinar a qualidade fisiológica de sementes de jacarandá-da-

bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex. Benth.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.24, n.1, p.271-278, 2002.

MILANI, M.; MENEZES, N.L.; LOPES, S. J. Teste de condutividade elétrica para avaliação do potencial fisiológico de sementes de canola. **Revista Ceres**, v. 59, n.3, p. 374-379, 2012.

RIBASKI, J. *et al.* Sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*): árvore de múltiplo uso no Brasil. Colombo: **Embrapa Florestas**, 2003. 4p.

RIBEIRO, M.C.C. *et al.* Tolerância do sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) à salinidade durante a germinação e o desenvolvimento de plântulas. **Caatinga**, v.21, n.5, p.123-126, 2008.

SANTOS, S.R.G.; PAULA, R.C. Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Bail.) Smith & Downs (branquilha) – Euphorbiaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, v.27, n.2, p.136-145, 2005.

ZUCHI, J. Curva de embebição e condutividade elétrica de sementes de mamona classificadas por tamanho. **Revista Brasileira de Sementes**. v.34, n.3, p.504-509, 2012.

## **Capítulo 2**

**Testes bioquímicos para a avaliação do potencial  
fisiológico de sementes de  
*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.**

**Testes bioquímicos para a avaliação do potencial fisiológico  
de sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.**

**Biochemical tests to evaluate the physiological potential  
of *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. seeds**

Mirella Carvalho Souza Avelino<sup>1</sup>, Katiane da Rosa Gomes da Silva<sup>2</sup>, Fernando dos Santos Araújo<sup>3</sup>, Francival Cardoso Felix<sup>4</sup>, José Augusto da Silva Santana<sup>5</sup>, Mauro Vasconcelos Pacheco<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Ecóloga, Mestranda em Ciências Florestais, Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias/ Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UAECIA/UFRN), RN 160, Km 03, Distrito de Jundiá, CEP 59.280-000, C.P. 07, Macaíba – RN, e-mail: mirella.avelino@gmail.com;

<sup>2</sup>Bióloga, Pós-doutoranda em Ciências Florestais, (UAECIA/UFRN), e-mail: katrgs@gmail.com;

<sup>3</sup>Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Ciências Florestais, (UAECIA/UFRN), e-mail: nandosantos005@hotmail.com;

<sup>4</sup>Graduando em Engenharia Florestal, (UAECIA/UFRN), e-mail: francival007@gmail.com;

<sup>5</sup>Engenheiro Florestal. Prof. Dr. do curso de Engenharia Florestal, (UAECIA/UFRN), e-mail: augusto@ufrnet.br;

<sup>6</sup>Biólogo. Prof. Dr. do curso de Engenharia Florestal, (UAECIA/UFRN), e-mail: [pachecomv@hotmail.com](mailto:pachecomv@hotmail.com).

## **RESUMO**

A obtenção de sementes de alta qualidade é fundamental para o estabelecimento de populações adequadas em campo. Para a análise completa da qualidade das sementes é necessário maiores informações além do teste de germinação, que é limitado em detectar pequenas diferenças fisiológicas entre lotes de sementes com germinação semelhante. Dentro deste contexto os testes de vigor fornecem informações complementares ao teste de germinação por serem mais sensíveis. O presente trabalho teve por objetivo comparar a eficiência dos testes de condutividade elétrica e de lixiviação de potássio na avaliação do

vigor de sementes de diferentes lotes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. Sementes de cinco lotes foram submetidas aos testes de condutividade elétrica e lixiviação de potássio, cuja eficiência foi comparada à dos testes de germinação, primeira contagem, velocidade de germinação, comprimento de plântulas, massa seca e emergência em campo. A quantidade de exsudatos totais e de potássio foi determinada respectivamente por condutímetro e fotômetro de chama, após 4 e 8 horas de embebição de 25 sementes escarificadas, em 50 mL de água deionizada, à 30 °C. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com quatro repetições de sementes para cada lote estudado. As médias foram submetidas ao teste de Tukey a 5% de probabilidade. O teste de lixiviação de potássio não proporciona diferenciação das sementes de lotes de *Mimosa caesalpiniaefolia* em níveis de vigor. O teste de condutividade elétrica, após o período de 8 horas de embebição em água, é mais eficaz na classificação fisiológica de sementes de diferentes lotes de *M. caesalpiniaefolia*.

**Palavras-chave:** condutividade elétrica, lixiviação de potássio, sabiá, sementes florestais, qualidade fisiológica.

## ABSTRACT

Obtaining high-quality seeds is crucial for the establishment of appropriate populations in the field. For a full analysis of seed quality more information beyond the germination test, which is limited in detecting small physiological differences between seed lots with high germination percentage is required. Within this context the vigor tests provide complementary information to the germination test to be more sensitive. This study aimed to compare the efficiency of electrical conductivity and potassium leaching tests in the vigor evaluation of different lots of *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.. Seeds of five lots were subjected to electrical conductivity and potassium leaching tests, whose efficiency was compared to that of germination, first count, speed of germination, seedling length, dry weight and field emergence. The total amount of exudates and potassium were determined respectively by conductivity and flame photometer after 4 and 8 hours of soaking of 25 seeds scarified in 50 mL of deionized water at 30 °C. The design was completely randomized with four replications for each lot studied. The data were submitted to Tukey test at 5 % probability. The potassium leaching test provides no differentiation of seed lots at *Mimosa caesalpiniaefolia* levels of vigor. The electrical conductivity, after 8 hours of immersion in

water, is more effective at physiological classification of seeds of different lots of *M. caesalpiniaefolia*.

**Keywords:** electrical conductivity, potassium leaching, sabiá species, forest seed, physiological quality.

## INTRODUÇÃO

*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. (Mimosaceae), conhecida por sabiá ou sabiazeiro no Nordeste brasileiro, e por sansão-do-campo no sul do país, é uma espécie florestal nativa do bioma Caatinga, bastante resistente à seca e bem adaptada à regiões úmidas, solos pobres e salinos. Sua madeira é uma das principais fontes de estacas para cercas no Nordeste, sendo utilizada também para energia (lenha e carvão), e como tutores de sustentação. A leguminosa possui alto potencial forrageiro, inclusive para exploração apícola, e é frequentemente utilizado como cerca-viva e quebra-vento (Ribaski *et al.*, 2003).

É uma espécie pioneira, com capacidade de associação simbiótica com *Rhizobium* sp que fixa o nitrogênio atmosférico, o que a torna importante para florestas em regeneração e, principalmente na utilização da recuperação de áreas degradadas. Sua utilização na medicina caseira (chás) e alimentação animal tem sido bastante recomendada (Maia, 2004). Desta forma, devido suas inúmeras características, e principalmente às propriedades de resistência e durabilidade da madeira, esta espécie tem sido explorada regionalmente de forma indiscriminada (Freitas *et al.*, 2011).

Portanto, faz-se necessário conhecer os fatores que interferem na propagação desta espécie, a fim de investir em tecnologias mais adequadas à sua produção, iniciando pelo conhecimento do desempenho germinativo da semente (Araújo *et al.*, 2011) e consequente exploração sustentável de *M. caesalpiniaefolia*.

Nesse contexto, o crescente avanço tecnológico verificado na indústria sementeira nas últimas décadas, com o uso de sementes de alta qualidade passou a ser fundamental. Assim, o teste de vigor, capaz de avaliar o grau de deterioração das sementes, tornou-se importante componente na avaliação da qualidade fisiológica, contribuindo na solução de problemas enfrentados pelas empresas produtoras deste órgão de propagação. A aplicação deste teste traz benefícios a todos os segmentos da produção de sementes, tanto de grandes culturas como de hortaliças (Spinola *et al.*, 2000), sendo necessário também sua adequação para as sementes florestais, principalmente para as espécies de importância econômica.



O teste de germinação, utilizado para determinar a capacidade das sementes de produzirem plântulas normais sob condições favoráveis é fundamental para avaliação do potencial fisiológico das sementes, porém pode superestimar o desempenho destas, por ser conduzido em condições ideais de temperatura e umidade (Carvalho e Nakagawa, 2012). Os testes de vigor têm sido usados para complementação das informações obtidas no teste de germinação, e seus resultados se assemelham mais aos obtidos em campo que os do teste de germinação (Kikuti *et al.*, 2008). O uso de apenas um teste de vigor pode gerar informações incompletas, assim a tendência predominante é a combinação de testes para se obter informações mais consistentes (Marcos Filho, 2005).

O vigor da semente pode ser entendido como o nível de energia que uma semente dispõe para realizar as tarefas do processo germinativo. Sua avaliação permite a detecção de possíveis diferenças na qualidade fisiológica de lotes que apresentem poder germinativo semelhante e que podem exibir desempenho distintos, em condição de campo ou mesmo durante o armazenamento (Marcos Filho, 2005). Tais diferenças podem ser explicadas pelo fato de que as primeiras alterações nos processos bioquímicos associados à deterioração, normalmente, ocorrem antes que se observe o declínio na capacidade germinativa (Santos e Paula, 2009). Segundo os autores, a simplicidade, inerente a vários destes testes, aliada aos bons resultados, tornam-os de utilização promissora em vários campos de pesquisa.

Entre os testes de vigor, têm-se os bioquímicos, os quais estão associados à integridade da membrana celular, como os testes de condutividade elétrica e o de lixiviação de íons (Barbieri *et al.*, 2012).

O teste de condutividade elétrica, padronizado pela ISTA (International Seed Testing Association) apenas para sementes de ervilha, baseia-se no princípio de que com o processo de deterioração ocorre a lixiviação dos constituintes celulares das sementes embebidas em água devido à perda da integridade dos sistemas de membranas (Vieira e Krzyzanowski, 1999).

Essa perda de lixiviados inclui açúcares, aminoácidos, ácidos graxos, proteínas, enzimas e íons inorgânicos ( $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{+2}$ ,  $Mg^{+2}$ ,  $Mn^{+2}$ ). Em condições de campo, a liberação desses solutos após semeadura, além de provocar a perda da compartimentalização celular, estimula o crescimento de microorganismos nocivos à emergência das plântulas. O vigor é avaliado indiretamente através da comparação entre os valores das leituras da liberação de solutos durante o tempo de embebição, indicando possíveis diferenças no vigor. Assim, lotes

de sementes menos vigorosas, ou seja, com sistema de membranas mais desorganizado, resultam em leituras de condutividade elétrica superiores (Marcos Filho, 2005).

O teste de lixiviação de potássio tem princípio semelhante ao de condutividade elétrica, baseando-se na integridade das membranas celulares das sementes. A diferença entre eles é que, no de condutividade elétrica determina-se a quantidade total de íons liberados durante a embebição e, no de lixiviação de potássio, somente quantifica-se o teor de potássio lixiviado na solução, visto que este é o principal íon inorgânico lixiviado pelas sementes durante a embebição (Dias e Marcos Filho, 1995). Através desse teste é possível, em período de tempo mais curto que o recomendado para teste de condutividade elétrica, obter o ranqueamento de lotes de sementes em diferentes níveis de vigor.

Diante do exposto, objetivou-se neste trabalho comparar a eficiência dos testes de condutividade elétrica e de lixiviação de potássio, na otimização da identificação de diferentes níveis de qualidade fisiológica de sementes de lotes de *Mimosa caesalpiniaefolia*.

## MATERIAL E MÉTODOS

Frutos de *M. caesalpiniaefolia* foram colhidos de cinco árvores matrizes, em dezembro de 2013, na Área de Experimentação Florestal (5°53'7"S e 35°21'38"W) pertencente à Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UAECIA/UFRN), no município de Macaíba, RN.

No momento da colheita, os frutos apresentavam-se com a coloração marrom escuro, secos e desprendendo-se com facilidade da planta. No Laboratório de Sementes Florestais da UAECIA/UFRN os frutos foram beneficiamentos através de extração manual das sementes, eliminando-se as deterioradas, mal formadas, danificadas e atacadas por insetos.

Cada matriz correspondeu a um lote diferente, cujas sementes foram acondicionadas em sacos de papel do tipo kraft e mantidas em ambiente de laboratório (25 °C e 31% U.R.) durante 45 dias até a realização dos experimentos.

Para a realização dos testes, em razão da dormência das sementes de *M. caesalpiniaefolia*, causada pela impermeabilidade do tegumento, promoveu-se a escarificação mecânica por meio do desponte (Bruno et al., 2001).

Inicialmente foi determinado o teor de água das sementes e em seguida, os lotes foram caracterizados quanto à qualidade fisiológica inicial por meio dos testes de germinação, primeira contagem, índice de velocidade de germinação, comprimento de plântulas, massa

seca e emergência em campo. Posteriormente deu-se início aos testes de condutividade elétrica e de lixiviação de potássio.

Para determinação do **teor de água** das sementes utilizou-se o método de estufa ( $105\pm 3$  °C, por 24 horas), conforme Brasil (2009), com duas subamostras de 50 sementes de cada lote, cujos resultados foram expressos em porcentagem.

O **teste de germinação** foi conduzido com quatro repetições de 25 sementes de cada lote, semeadas em três folhas de papel toalha (tipo Germitest<sup>®</sup>) organizadas no sistema de rolo, umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco, acondicionados em sacos plásticos transparentes e mantidos em câmara de germinação do tipo B.O.D. (*Biochemical Oxygen Demand* - Demanda Bioquímica de oxigênio) à temperatura de 25 °C e fotoperíodo de 12 h. No sétimo dia após a semeadura foram computadas as sementes germinadas (plântula normal), e os resultados expressos em porcentagem (Brasil, 2009);

A **primeira contagem** foi realizada juntamente com o teste de germinação, determinando-se a porcentagem de plântulas normais no terceiro dia após a instalação do teste, sendo os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais;

O **índice de velocidade de germinação** foi calculado através da soma do número de sementes germinadas a cada dia, dividido pelo respectivo número de dias transcorridos a partir da semeadura (Maguire, 1962);

O **comprimento de plântula** obteve-se com sete dias após a instalação do experimento, no qual todas as plântulas normais da unidade experimental foram coletadas, sendo então determinado o comprimento da raiz e da parte aérea, por meio da medição da base do colo à extremidade da raiz e ao ápice da gema apical da plântula, respectivamente, realizada com o auxílio de régua graduada em milímetros, cujos resultados foram expressos em centímetros por plântula ( $\text{cm.plântula}^{-1}$ );

O teste de **massa seca** foi determinado após todas as plântulas normais terem sido postas para secar em estufa de circulação de ar forçado, regulada a 65 °C, até que obtivessem peso constante, sendo posteriormente pesadas em balança de precisão (0,001 g), cujos resultados foram expressos em miligramas por plântula ( $\text{mg.plântula}^{-1}$ );

A **emergência de plântulas em campo** foi realizada em canteiros com dimensões de 1,0 x 4,0 x 0,2 metros (largura x comprimento x altura), no qual foram abertos sulcos com profundidade média de 2,0 cm, aonde foram depositadas as sementes. A umidade do canteiro foi mantida por meio de regas diárias. E o teste foi conduzido em blocos casualizados com quatro repetições de 25 sementes para cada lote. No 12º dia após a semeadura, foi

contabilizado número de plântulas normais emersas, sendo os resultados expressos em porcentagem.

Antes do início dos testes de **condutividade elétrica** e de **lixiviação de potássio**, as sementes foram pesadas em balança de precisão de 0,001g, colocadas para embeber em água deionizada acondicionada em recipientes (copos) plásticos com capacidade de 200 mL, e cobertas com papel alumínio para evitar perdas por evaporação, sendo então transferidos para câmara de germinação (B.O.D.). As variáveis utilizadas foram previamente definidas em estudos preliminares de adequação metodológica para o teste de condutividade elétrica com sementes de *M. caesalpiniaefolia*, no qual a melhor avaliação foi obtida com a utilização de 25 sementes, embebidas em 50 mL de água deionizada, durante um tempo de embebição de 8 h, à temperatura de 30 °C. Como nesse estudo inicial as sementes, no tempo de 4 h de embebição, começaram a apresentar diferenciação no valor da condutividade elétrica em função do volume e do tempo de imersão, decidiu-se realizar a leitura da condutividade para esses dois períodos de tempo (4 e 8 h) a fim de comparar com os dois testes, visto que o de lixiviação de potássio, que é bastante sensível, normalmente apresenta resultados em período de tempo menor. Antes das leituras, as soluções foram levemente homogeneizadas.

A condutividade elétrica das soluções foi medida com auxílio de aparelho condutivímetro da marca Tecnal<sup>®</sup> modelo TEC-4MP e os resultados das leituras foram subtraídos do controle (prova em branco) e então divididos pelos respectivos valores de massa das amostras das sementes, sendo expressos em  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$  de semente. As leituras do teste de lixiviação de potássio foram realizadas em fotômetro de chama da marca Micronal<sup>®</sup>, modelo B462, e as unidades expressas em  $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ , sendo que para o cálculo da lixiviação de potássio, que é feito pela multiplicação da leitura obtida no fotômetro de chama (potássio. $\text{mL}^{-1}$ ) pelo volume de água deionizada (mL) e dividido pela massa da amostra (g), os valores foram transformados para mL, e os resultados expressos em ppm de potássio. $\text{g}^{-1}$  de semente.

As análises de variância foram realizadas para cada teste utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado, exceto para o teste de emergência de plântulas em campo, que foi em blocos casualizado. Foram quatro repetições para cada teste, sendo que as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, no nível de 5% de probabilidade, utilizando o programa SISVAR (Ferreira, 2008).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação inicial da qualidade fisiológica das sementes dos lotes de *M. caesalpiniaefolia* foi efetuada pelos testes de germinação, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento de plântula, massa seca e emergência de plântulas em campo.

Verificou-se através da análise de variância que a porcentagem de germinação, primeira contagem e índice de velocidade de germinação não apresentaram diferenças estatísticas as sementes dos lotes de *M. caesalpiniaefolia* (Tabela 1), demonstrando que os testes realizados em condições ideais, como as de laboratório, não possuem sensibilidade para identificar diferenças de potencial fisiológico entre sementes dos lotes da espécie em estudo. Isso indica a necessidade da complementação dessas informações através de outros testes (Barbieri, 2012).

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância para a porcentagem de emergência (E), porcentagem de germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de plântula (CP) e massa seca (MS) em sementes de diferentes lotes de *Mimosa caesalpiniaefolia*.

Fonte de variação	Quadrado médio							
	GL	E	GL	G	PC	IVG	CP	MS
Tratamento	4	154,80**	4	18,80 <sup>ns</sup>	18,80 <sup>ns</sup>	0,51 <sup>ns</sup>	5,12**	0,01**
Bloco	3	0,71	-	-	-	-	-	-
Resíduo	12	32,26	15	19,46	19,46	0,27	0,43	0,00
CV (%)		6,47		4,68	4,68	4,49	4,94	5,60

<sup>ns</sup> não significativo, \*\* significativo a 1% de probabilidade.

Quanto à variável porcentagem de emergência, comprimento de plântula e massa seca, os resultados indicaram diferenças estatísticas (Tabela 1). Os testes de vigor são realizados com objetivo de verificar o potencial de emergência de plântulas, no campo, em condições favoráveis e desfavoráveis (Abrantes *et al.*, 2010). Além disso, sementes que apresentam rápido crescimento de radícula podem ser qualificadas como potencialmente vigorosas e tendem a possuir maiores taxas de crescimento, no período inicial de estabelecimento da cultura (Dutra *et al.*, 2007).

O teor de água das sementes variou de 8,9 a 12,3% entre os cinco lotes, ou seja, um valor de 3,4 pontos percentuais de diferença entre os lotes (Tabela 2). A amplitude máxima aceitável é de 1 a 2 pontos percentuais para espécies cultivadas, o qual permite resultados consistentes e importantes para a adequação dos testes, sendo teores de água abaixo de 10 % os mais susceptíveis a causar danos por embebição (Marcos Filho, 1999). No caso de espécies florestais a realidade pode ser diferente, visto que suas sementes são mais adaptadas e conseqüentemente mais resistentes às variações ambientais. Além disso, sementes mais secas, ou com menor teor de água, apresentam maior liberação de exsudatos que as sementes mais úmidas, caracterizando prejuízos causados pela entrada rápida de água, indicando que o teor de água mais elevado contribui para a menor ocorrência de danos por embebição, devido à reorganização mais rápida das membranas (Marcos Filho, 2005).

**Tabela 2.** Caracterização fisiológica de sementes de diferentes lotes de *Mimosa caesalpiniaefolia* para teor de água (TA), percentagem de emergência (E), Percentagem de germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento (CP) e massa seca (MS) de plântulas.

Lotes	TA (%)	E (%)	G (%)	PC (%)	IVG	CP (cm.plântula <sup>-1</sup> )	MS (mg.plântula <sup>-1</sup> )
1	12,3	95 a	93 a	93 a	11,3 a	11,9 c	9,3 c
2	11,2	83 b	93 a	93 a	11,4 a	12,9 b	9,5 bc
3	9,3	82 b	97 a	97 a	12,1 a	14,4 a	11,2 a
4	11,3	94 a	96 a	96 a	11,9 a	14,6 a	11,0 a
5	8,9	85 b	92 a	92 a	11,50 a	13,0 b	10,5 ab

\*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na análise da germinação das sementes de *M. caesalpiniaefolia* não foi observada diferença estatística entre os lotes (Tabela 2), esse fato é justificado pelas condições ideais da realização do teste de germinação, o qual nem sempre permite observar as pequenas diferenças no potencial fisiológico da qualidade dos lotes. Assim, diferenças no desempenho de lotes com germinação de sementes semelhante estão associadas ao fato de que os primeiros sinais da deterioração ocorrem antes da perda da viabilidade (Barbieri, 2012). Neste contexto, justifica-se a necessidade de realização de testes mais aprimorados como os de vigor.

Na Tabela 2 observa-se variação entre alguns testes quanto à classificação dos lotes em diferentes níveis de vigor. Os testes de emergência, comprimento de plântula e massa seca

foram mais eficientes na diferenciação dos lotes. O teste de emergência em campo ranqueou os lotes somente em dois níveis, e os testes de comprimento de plântula e massa seca, ranquearam em três níveis. Os dados de emergência apontaram os lotes 1 e 4 como os de maior vigor, seguido pelos lotes 2, 3 e 5. Já os testes de comprimento de plântula e de massa seca apontaram os lotes 3 e 4 como os de alto vigor, seguido pelos lotes 2 e 5, e pelo lote 1, apontado como o de baixo vigor (Tabela 2).

Os resultados obtidos pelo teste de condutividade elétrica e de lixiviação de potássio foram significativos nos diferentes períodos testados (4 e 8 h) havendo interação com as sementes dos cinco lotes de *M. caesalpiniaefolia* (Tabela 3).

O teste de condutividade elétrica e o de lixiviação de potássio são testes mais sensíveis para detectar pequenas diferenças fisiológicas entre os diferentes lotes de sementes, pois ambos os testes baseiam-se na integridade do sistema de membranas. No caso, quando uma semente é submetida a uma embebição direta, suas membranas que se encontram em estado de gel passam para o estado cristalino líquido, porém quando esta passagem ocorre muito rapidamente, por exemplo, não há tempo hábil para que as membranas mudem de conformação, situação a qual acarreta em danos celulares, lixiviação de eletrólitos e outras substâncias intracelulares, caracterizando o dano por embebição (Costa *et al.*, 2008).

**Tabela 3.** Resumo da análise de variância para os diferentes períodos avaliados (4 e 8 h) nos testes de condutividade elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ ) e de lixiviação de potássio ( $\text{ppm K}^+\cdot\text{g}^{-1}$  sementes) em sementes de diferentes lotes de *Mimosa caesalpiniaefolia*.

Fonte de variação	GL	Teste de	Teste de
		condutividade elétrica	lixiviação de Potássio ( $\text{K}^+$ )
		.....Quadrado médio.....	
Período (1)	1	77397,97**	71,32**
Período (2)	1	19365,05**	35,28**
Lotes x Períodos	4	1752,83**	4,83**
Tratamento	9	17985,50**	25,76**
Resíduo	30	192,24	0,84
CV (%)		9,9	19,94

<sup>ns</sup> não significativo, <sup>\*\*</sup> significativo a 1% de probabilidade.

Os testes de condutividade elétrica e de lixiviação de potássio ranquearam os lotes em diferentes níveis de vigor nos períodos de 4 e 8h (Tabela 4). O teste de lixiviação de potássio

separou os lotes de sementes em três níveis de vigor diferentemente do teste de condutividade elétrica, o qual diferenciou os lotes em quatro níveis de vigor. Dessa forma, o teste de condutividade elétrica se mostrou mais sensível que o de lixiviação de potássio, independentemente do período de imersão em água.

**Tabela 4.** Condutividade elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ ) e lixiviação de potássio ( $\text{ppm k}^+ \cdot \text{g}^{-1}$ ) da água de embebição de sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* em função da interação entre períodos (4 e 8 h) e lotes (1, 2, 3, 4 e 5).

Lotes	Teste de condutividade elétrica		Teste de lixiviação de potássio ( $\text{K}^+$ )	
	4 h	8 h	4 h	8 h
	..... $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ de semente.....		..... $\text{ppm}\cdot\text{g}^{-1}$ de semente.....	
1	183,1 bD	252,4 aD	7,6 aC	7,8 aC
2	96,4 bCB	191,3 aC	2,2 bBA	6,3 aBC
3	116,7 bC	253,1 aD	3,2 bB	7,1 aC
4	81,7 bBA	158,2 aB	2,1 bBA	4,9 aAB
5	64,1 bA	127,0 aA	1,0 bA	3,2 aA

\*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelos testes F e de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

Comparando os dois períodos avaliados no teste de condutividade elétrica, verifica-se que o período de 8 h foi o mais sensível na detecção da qualidade fisiológica, pois apresentou maior liberação de exsudatos para o meio.

Ainda observando a Tabela 4, verifica-se que o lote 1 apresenta qualidade fisiológica inferior aos demais, independente do teste de qualidade fisiológica e dos períodos empregados. Porém, quando comparado ao teste de emergência (Tabela 2), verifica-se resultado contrastante, visto que para este teste, este mesmo lote é considerado de alto vigor. Infere-se, assim, portanto, que o vigor é a primeira manifestação fisiológica que a semente perde, a qual se inicia pela desestruturação das membranas celulares; este fato, pode ser explicado, pela diferença de contato entre a semente e a água de embebição, pois em solo o contato é consideravelmente mais lento quando comparado à embebição direta em água, e como a leitura da condutividade elétrica é realizada diretamente na água de embebição, esta detecta com mais eficiência o início da deterioração das membranas.



Diferente do observado no presente trabalho, Woodstock *et al.* (1985) relataram que a avaliação de potássio, liberados durante imersão das sementes, foi melhor para a avaliação do vigor do que o total de eletrólitos avaliados pelo teste de condutividade elétrica.

Marques *et al.* (2002) observaram que o uso do teste de condutividade elétrica apresentou resultados satisfatórios para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de três lotes de *Dabergia nigra* Vell. Esse teste também foi promissor para diferenciar a qualidade fisiológica de sementes de diferentes lotes de *Sebastiania commersoniana* (Bail) Smith & Downs (Santos e Paula, 2005) e de *Corymbia citriodora* (Hook.) K.D.Hill & L.A.S. Johnson (Gonzales *et al.*, 2011).

Os valores de condutividade elétrica e teores de potássio discriminaram lotes de sementes com alta, média e baixa qualidade fisiológica, constatando-se alta associação entre ambos os testes, porém o teste de condutividade elétrica definiu em mais níveis de qualidade fisiológica, mostrando-se ser mais sensível para sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia*. O lote 5, com médias mais baixas de condutividade elétrica e teor de potássio, foi considerado de alta qualidade fisiológica, o lote 4 foi incluído em um nível intermediário de vigor, e os lotes 1, 2 e 3 que obtiveram maiores médias dessas variáveis, apresentando menor qualidade fisiológica em ambos os testes, foram considerados de baixa qualidade fisiológica para os dois testes bioquímicos de vigor.

## CONCLUSÕES

O teste de condutividade elétrica é o teste bioquímico de vigor indicado na avaliação do potencial fisiológico de sementes de diferentes lotes de *Mimosa caesalpiniaefolia*, quando realizado com 25 sementes embebidas em 50 mL de água deionizada, no período de 8 h e na temperatura de 30 °C embebido em 50 mL de água deionizada.

## AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pelo apoio e concessão de bolsas ao primeiro, segundo e terceiro autores.

Ao Laboratório de Análises de Solo e Vegetal (UAECIA/UFRN), coordenado pelo professor Dr. Apolino José Nogueira da Silva, pela atenção e apoio dispensados na utilização do aparelho fotômetro de chama.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abrantes, F.L.; Kulczynski, S.M.; Soratto, R.P.; Barbosa, M.M.M. 2010. Nitrogênio em cobertura e qualidade fisiológica e sanitária de sementes de painço (*Panicum miliaceum* L.). Revista Brasileira de Sementes, v.32, p.106-115.

Araujo, R.F.; Zonta, J.B.; Araujo, E.F.; Donzeles, S.M.L.; Costa, G.M. 2011. Teste de condutividade elétrica para sementes de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). IDESIA (Chile), v. 29, n. 2. p. 79-86.

Barbieri, A.P.P.; Menezes, N.L.; Conceição, G.M.; Tunes, L.M. 2012. Teste de lixiviação de potássio para a avaliação do vigor de sementes de arroz. Revista Brasileira de Sementes, v. 34, n. 1, p. 117-124.

Brasil. 2009. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para Análise de Sementes. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa, 365 p.

Bruno, R.L.A.; Alves, E.U.; Oliveira, A.P.; Paula, R.C. 2001. Tratamentos pré-germinativos para superar a dormência de sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. Revista Brasileira de Sementes, v. 23, n. 2, p. 136-143.

Carvalho, N.M.; Nakagawa, J. 2012. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4<sup>a</sup> ed. Jaboticabal: FUNESP, 588p.

Costa, C.J.; Villela, F.A.; Bertoncello, M.R.; Tillmann, M.A.A.; Menezes, N.L. 2008. Pré-hidratação de sementes de ervilha e sua interferência na avaliação do potencial fisiológico. Revista Brasileira de Sementes, v.30, n.1, p. 198-207.

Dias, D.C.F.S.; Marcos Filho, J. 1995. Teste de vigor baseados na permeabilidade das membranas celulares: I. Condutividade elétrica. Informativo ABRATES, v.5, n.1, p. 26-36.

Dutra, A.S.; Teófilo, E.M.; Medeiros Filho S. 2007. Qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi em quatro regiões do estado do Ceará. *Revista Brasileira de Sementes*, v.29, p.11-116.

Freitas, R.M.O.; Souza Pinto, J.R.; Praxedes, S.C.; Nogueira, N.W.; Ribeiro, M.C.C. 2011. Gibberellic acid stimulus on seed and seedling performance is dependent on pod position in *Mimosa caesalpiniiifolia*. *Seed Science & Technology*, v. 39, p. 660-665.

Ferreira, D.F. 2008. Sisvar: um programa para análises e ensino de estatística. *Revista Symposium*, v.6, p. 36-41.

Gonzales, J.L.S.; Valeri, S.V.; Paula, R.C. 2011. Qualidade fisiológica de sementes de diferentes árvores matrizes de *Corymbia citriodora* (Hook.) K.D.Hill & L.A.S. Johnson. *Scientia Forestalis*, v.39, n.90, p.171-181.

Kikuti, H.; Medina, P.F.; Kikuti, A.L.P.; Ramos, N.P. 2008. Teste de lixiviação de potássio para avaliação do vigor de sementes de amendoim. *Revista Brasileira de Sementes*, v.30, n.1, p.10-18.

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

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

Marcos Filho, J. 1999. 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, p. 1-21.

Marcos Filho, J. 2005. *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Piracicaba: Fealq, 496 p.

Marques, M. A.; Paula, R.C.; Rodrigues, T.J.D. 2002. Adequação do teste de condutividade elétrica para determinar a qualidade fisiológica de sementes de jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex. Benth.). Revista Brasileira de Sementes, v.24, n.1, p. 271-278.

Ribaski, J.; Lima, P.C.F.; Oliveira, V.R.; Drumond, M. A. 2003. Sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*): árvore de múltiplo uso no Brasil. Colombo: Embrapa Florestas, 4p.

Santos, S.R.G.; Paula, R.C. 2005. Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs (branquilho) – Euphorbiaceae. Revista Brasileira de Sementes, v.27, n.2, p. 136-145.

Santos, S. R. G.; Paula, R. C. 2009. Testes de vigor para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs. Scientia Forestalis, Piracicaba, v. 37, n. 81, p. 007-016.

Spinola, M. C. M.; Cícero, S. M.; Melo, M. 2000. Alterações bioquímicas e fisiológicas em sementes de milho causadas pelo envelhecimento acelerado. Scientia Agrícola, Piracicaba, v.57, n.2, p. 263-270.

Vieira, R. D.; Krzyzanowski, F. C. 1999. Teste de condutividade elétrica. In: Krzyzanowski, F. C.; Vieira, R. D.; França Neto, J. B. (Ed.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, cap. 4, p. 1-26.

Woodstock, L. W.; Furman, K.; Leffler, H. R. 1985. Relationship between weathering deterioration and germination, respiratory metabolism and mineral leaching from cotton seeds. Crop Science, v.25, p. 459-466.

## **ANEXO 1**

## INSTRUÇÕES AOS AUTORES

**Atenção:** As normas da Revista Ciência Agronômica podem sofrer alterações, portanto não deixe de consultá-las antes de fazer a submissão de um artigo. Elas são válidas para todos os trabalhos submetidos neste periódico. Um modelo de artigo pode ser visto em “MODELO ARTIGO” no endereço <http://www.ccarevista.ufc.br>.

### 1. Política Editorial

A Revista Ciência Agronômica destina-se à publicação de **artigos científicos, artigos técnicos e notas científicas que sejam originais e que não foram publicados (as) ou submetidos (as) a outro periódico, inerentes às áreas de Ciências Agrárias e Recursos Naturais**. A RCA também aceita e incentiva submissões de artigos redigidos em Inglês e em Espanhol. Em caso de autores não nativos destas línguas, **o artigo deverá ser editado por uma empresa prestadora deste serviço** e o comprovante enviado para a sede da RCA no ato da submissão através da nossa página no campo “Transferir Documentos Suplementares”. Os trabalhos submetidos à RCA serão **avaliados preliminarmente pelo Comitê Editorial** e só então serão enviados para pelo menos dois (2) revisores da área e publicados, somente, se aprovados por eles e pelo Comitê Editorial. A publicação dos artigos será baseada na originalidade, qualidade e mérito científico, **cabendo ao Comitê Editorial a decisão final do aceite**. O sigilo de identidade dos autores e revisores será mantido durante todo o processo. A administração da revista tomará o cuidado para que os revisores de cada artigo sejam, obrigatoriamente, de instituições distintas daquela de origem dos autores. **O artigo que apresentar mais de cinco autores não terá a sua submissão aceita pela Revista Ciência Agronômica, salvo algumas condições especiais (ver Autores)**. Não serão permitidas mudanças nos nomes de autores *a posteriori*.

### 2. Custo de publicação

O custo é de **R\$ 35,00 (trinta e cinco reais) por página editorada** no formato final. No ato da submissão é **requerido um depósito de R\$ 80,00 (oitenta reais) não reembolsáveis**, valor este que será deduzido no custo final do artigo editorado e aceito para publicação. Se o trabalho for rejeitado na avaliação prévia do Comitê Editorial, a taxa paga não poderá ser reutilizada para outras submissões dos autores. O comprovante de depósito ou transferência deve ser enviado ao e-mail da RCA ([ccarev@ufc.br](mailto:ccarev@ufc.br)). No caso do trabalho conter impressão colorida deverá ser pago um **adicional de R\$ 80,00 (oitenta reais) por página**. Os depósitos ou transferências deverão ser efetuados em nome de:

### REVCENAGRON ALEK

Banco do Brasil: Agência bancária: **4439-3** - Conta poupança: **13.215-2 Var 51**

As opiniões emitidas nos trabalhos são de exclusiva responsabilidade de seus autores. A Revista Ciência Agronômica reserva-se o direito de adaptar os originais visando manter a uniformidade da publicação. A RCA não mais fornece separatas ou exemplares aos autores. A

distribuição na forma impressa da RCA é de responsabilidade da Biblioteca de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Ceará sendo realizada por meio de permuta com bibliotecas brasileiras e do exterior. Na submissão online é requerido:

1. A concordância com a declaração de responsabilidade de direitos autorais;
2. Que o autor que fizer a submissão do trabalho **cadastre todos os autores no sistema**;
3. Identificação do autor de correspondência com endereço completo.

### **3. Formatação do Artigo**

**DIGITAÇÃO:** no máximo 20 páginas digitadas em espaço duplo (exceto Tabelas), fonte Times New Roman, normal, tamanho 12, recuo do parágrafo por 1 cm. Todas as margens deverão ter 2,5 cm. As linhas devem ser numeradas de forma contínua.

**ESTRUTURA:** o trabalho deverá obedecer à seguinte ordem: título, título em inglês, resumo, palavras-chave, abstract, key words, introdução, material e métodos, resultados e discussão, conclusões, agradecimentos (opcional) e referências.

**TÍTULO:** deve ser escrito com apenas a inicial maiúscula, em negrito e centralizado na página com no **máximo 15 palavras**. Como chamada de rodapé numérica, extraída do título, devem constar informações sobre a **natureza do trabalho** (se extraído de tese/dissertação, se pesquisa financiada,...) e referências às instituições colaboradoras. Os subtítulos: Introdução, Material e métodos, Resultados e discussão, Conclusões, Agradecimentos e Referências devem ser escritos em caixa alta, em negrito e centralizados.

**AUTORES:** na primeira versão do artigo submetido, os nomes dos autores e a nota de rodapé deverão ser omitidos. Somente na versão final o artigo deverá conter o nome de todos os autores com identificação em nota de rodapé, inclusive a do título. Os nomes completos (sem abreviaturas) deverão vir abaixo do título, somente com a primeira letra maiúscula, um após outro, separados por vírgula e centralizados na linha. Como nota de rodapé na primeira página, deve-se indicar, de cada autor, afiliação completa (departamento, centro, instituição, cidade, estado e país), endereço eletrônico e endereço completo do autor correspondente. O autor de correspondência deve ser identificado por um "\*". **Só serão aceitos artigos com mais de cinco autores, quando, comprovadamente, a pesquisa tenha sido desenvolvida em regiões distintas (diferentes).**

**RESUMO e ABSTRACT:** devem começar com estas palavras, na margem esquerda, em caixa alta e em negrito, contendo no máximo **250 palavras**.

**PALAVRAS-CHAVE e KEY WORDS:** devem conter entre três e cinco termos para indexação. Os termos usados não devem constar no título. Cada **palavra-chave e key word** deve iniciar com letra maiúscula e ser seguida de ponto.

**INTRODUÇÃO:** deve ser compacta e objetiva contendo citações atuais que apresentem relação com o assunto abordado na pesquisa. As citações presentes na introdução devem ser

empregadas para fundamentar a discussão dos resultados, criando, assim, uma contextualização entre o estudo da arte e a discussão dos resultados. Não deve conter mais de **550 palavras**.

**CITAÇÃO DE AUTORES NO TEXTO:** a NBR 10520/2002 estabelece as condições exigidas para a apresentação de citações em documentos técnico-científicos e acadêmicos. Nas citações, quando o sobrenome do autor, a instituição responsável ou título estiver incluído na sentença, este se apresenta em letras maiúsculas/minúsculas, e quando estiverem entre parênteses, em letras maiúsculas.

**Ex:** Santos (2002) ou (SANTOS, 2002); com dois autores ou três autores, usar Pereira e Freitas (2002) ou (PEREIRA; FREITAS, 2002) e Cruz, Perota e Mendes (2000) ou (CRUZ; PEROTA; MENDES, 2000); com mais de três autores, usar Xavier *et al.* (1997) ou (XAVIER *et al.*, 1997).

**VÁRIOS AUTORES CITADOS SIMULTANEAMENTE:** havendo citações indiretas de diversos documentos de vários autores mencionados simultaneamente e que expressam a mesma idéia, separam-se os autores por ponto e vírgula, **em ordem alfabética**, independente do ano de publicação.

**Ex:** (FONSECA, 2007; PAIVA, 2005; SILVA, 2006).

**SIGLAS:** quando aparecem pela primeira vez no texto, deve-se colocar o nome por extenso, seguido da sigla entre parênteses.

**Ex:** De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) [...].

**TABELAS:** devem ser numeradas consecutivamente com algarismos arábicos na parte superior. Não usar linhas verticais. As linhas horizontais devem ser usadas para separar o título do cabeçalho e este do conteúdo, além de uma no final da tabela. Cada dado deve ocupar uma célula distinta. Usar espaço simples. Não usar negrito ou letra maiúscula no cabeçalho.

**FIGURAS:** gráficos, fotografias ou desenhos levarão a denominação geral de **Figura** sucedida de numeração arábica crescente e legenda na parte superior. Para a preparação dos gráficos deve-se utilizar “softwares” compatíveis com “Microsoft Windows”. As figuras devem apresentar 8,2 cm de largura, não sendo superior a 17 cm. A fonte Times New Roman, corpo 10 e não usar negrito na identificação dos eixos. A Revista Ciência Agronômica reserva-se ao direito de não aceitar tabelas e/ou figuras com o papel na forma “paisagem” ou que apresentem mais de 17 cm de largura. **Tabelas e Figuras devem ser inseridas logo após a sua primeira citação.**

**Obs.:** As figuras devem ser também enviadas em arquivos separados e com RESOLUÇÃO de no mínimo 500 dpi através do campo “Transferir Documentos Suplementares”.

**EQUAÇÕES:** devem ser digitadas usando o editor de equações do Word, com a fonte Times New Roman. As equações devem receber uma numeração arábica crescente. O padrão de



tamanho deverá ser:

Inteiro = 12 pt

Subscrito/sobrescrito = 8 pt

Sub-subscrito/sobrescrito = 5 pt

Símbolo = 18 pt

Subsímbolo = 14 pt

### **ESTATÍSTICA:**

1. Caso tenha realizado análise de variância, apresentar o "F" e a sua significância;
2. Dados quantitativos devem ser tratados pela técnica de análise de regressão;
3. Apresentar a significância dos parâmetros da equação de regressão;
4. Dependendo do estudo (ex: função de produção), analisar os sinais associados aos parâmetros.
5. É requerido, no mínimo, quatro pontos para se efetuar o ajuste das equações de regressão.
6. Os coeficientes do modelo de regressão devem apresentar o seguinte formato:  

$$y = a + bx + cx^2 + \dots;$$
7. O Grau de Liberdade do resíduo deve ser superior a 12.

**AGRADECIMENTOS:** logo após as conclusões poderão vir os agradecimentos direcionados a pessoas ou instituições, em estilo sóbrio e claro, indicando as razões pelas quais os faz.

**REFERÊNCIAS:** são elaboradas conforme a ABNT NBR 6023/2002. Inicia-se com a palavra REFERÊNCIAS (escrita em caixa alta, em negrito e centralizada). Devem ser digitadas em fonte tamanho 12, espaço duplo, justificadas e separadas uma da outra por um espaço simples em branco. **UM PERCENTUAL DE 60% DO TOTAL DAS REFERÊNCIAS DEVERÁ SER ORIUNDO DE PERIÓDICOS CIENTÍFICOS INDEXADOS COM DATA DE PUBLICAÇÃO INFERIOR A 10 ANOS.** Com relação aos periódicos, é dispensada a informação do local de publicação, porém os títulos não devem ser abreviados. Recomenda-se um total de 20 a 30 referências.

#### **Alguns exemplos:**

##### **- Livro**

NEWMANN, A. L.; SNAPP, R. R. **Beef cattle**. 7. ed. New York: John Willey, 1977. 883 p.

##### **- Capítulo de livro**

MALAVOLTA, E.; DANTAS, J. P. Nutrição e adubação do milho. *In*: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G. P. **Melhoramento e produção do milho**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargil, 1987. cap. 13, p. 539-593.

##### **- Monografia/Dissertação/Tese**

EDVAN, R. L. **Ação do óleo essencial de alecrim pimenta na germinação do matapasto**. 2006. 18 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

SILVA, M. N. da. **População de plantas e adubação de nitrogenada em algodoeiro herbáceo irrigado**. 2001. 52 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Centro de Ciências

Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2001.

**- Artigo de revista**

XAVIER, D. F.; CARVALHO, M. M.; BOTREL, M. A. Resposta de *Cratylia argentea* à aplicação em um solo ácido. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 1, p. 14-18, 1997.  
ANDRADE, E. M. *et al.* Mapa de vulnerabilidade da bacia do Acaraú, Ceará, à qualidade das águas de irrigação, pelo emprego do GIS. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 3, p. 280-287, 2006.

**- Resumo de trabalho de congresso**

SOUZA, F. X.; MEDEIROS FILHO, S.; FREITAS, J. B. S. Germinação de sementes de cajazeira (*Spondias mombin* L.) com pré-embebição em água e hipoclorito de sódio. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 11., 1999, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Foz do Iguaçu: ABRATES, 1999. p. 158.

**- Trabalho publicado em anais de congresso**

BRAYNER, A. R. A.; MEDEIROS, C. B. Incorporação do tempo em SGBD orientado a objetos. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE BANCO DE DADOS, 9., 1994, São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, 1994. p. 16-29.

**- Trabalho de congresso em formatos eletrônicos**

SILVA, R. N.; OLIVEIRA, R. Os limites pedagógicos do paradigma da qualidade total na educação. *In*: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPe, 4., 1996, Recife. **Anais eletrônicos...** Recife: UFPe, 1996. Disponível em:  
<<http://www.propesq.ufpe.br/anais/anais/educ/ce04.htm>>. Acesso em: 21 jan. 1997.  
GUNCHO, M. R. A educação à distância e a biblioteca universitária. *In*: SEMINÁRIO DE BIBLIOTECAS UNIVERSITÁRIAS, 10., 1998, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Tec Treina, 1998. 1 CD-ROM.

## **ANEXO 2**

## NORMAS PARA LOS AUTORES

La **REVISTA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA** es una publicación de carácter científico y tecnológico dedicada a divulgar trabajos originales e inéditos que resalten la problemática de la agronomía tropical. La Revista es editada por la Facultad de Agronomía de La Universidad Central de Venezuela con sede en el *Campus* de la ciudad de Maracay, y son admitidas contribuciones de investigadores de otros países en idioma inglés, francés o portugués.

Los artículos propuestos al Comité Editorial deben ser remitidos preferiblemente en formato digital, aunque no se descarta la recepción para arbitraje de manuscritos en papel, para lo cual se debe consignar un original y dos copias. Todas las páginas de los artículos, cualquiera sea su modalidad deben ser numeradas en forma consecutiva, y escritas con letra Times New Roman 12, 1,5 de interlineado y numeración al margen izquierdo de cada línea de texto. Al momento del envío del manuscrito se debe consignar la Planilla de Autorización de Autoría, disponible en formato digital ([www.revistaagronomiaucv.org.ve](http://www.revistaagronomiaucv.org.ve)).

Para su evaluación, los manuscritos serán remitidos a especialistas de reconocido prestigio y sus opiniones, aunadas al contenido científico y al acatamiento de las normas editoriales de la revista, serán fundamentales para determinar la aceptación de los mismos. Una vez obtenidos los veredictos de la evaluación, los autores serán contactados por el Editor Jefe a fin que se realicen los cambios sugeridos y se remita La versión final corregida en un lapso no superior a 15 días continuos.

El Comité Editorial quiere dejar constancia e que lo expresado en los artículos publicados en la revista representan las opiniones de su(s) autor(es) y no necesariamente reflejan la o las de la Institución donde laboran, la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela o el Editor.

### MODALIDADES DE ARTÍCULOS

Los artículos a remitir a la REVISTA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA deberán ajustarse a una de las siguientes modalidades:

**Artículos científicos.** Documentos generados a partir de investigaciones originales y que no hayan sido publicados en otra revista científica. Sin embargo, La información contenida en el artículo puede haber sido presentada previamente en reuniones científicas o seminarios, siempre y cuando el artículo completo no aparezca en las memorias del evento. Se prefiere una extensión no superior a 20 páginas incluyendo cuadros y figuras.

**Artículos de revisión.** Son documentos solicitados expresamente por el Comité Editorial, en atención a los méritos relevantes de sus autores y serán sometidos a las normas de revisión

que rigen a los artículos científicos. Aunque por su naturaleza no están limitados en su extensión, se sugiere que no superen las 30, páginas incluyendo cuadros y figuras.

**Notas técnicas.** Son artículos dirigidos a documentar un nuevo método, técnica o procedimiento de interés para los usuarios de la revista. Se desea que informen de modo suficiente, las bondades alcanzadas a partir de La implantación de la alternativa metodológica propuesta. Las notas técnicas no deben exceder 10 páginas, incluyendo cuadros y figuras.

## **DERECHOS DE AUTOR**

Los derechos de autor de todo el material publicado en la REVISTA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA, pertenecen a la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela. Queda autorizada la reproducción con fines de docencia, extensión o investigación, participando de tales actos al Editor Jefe. Al momento de someter un documento científico a revisión, los autores de manuscritos que incorporen material de otras publicaciones con figura jurídica que incluya la reserva de derechos, deben presentar documentación que certifique La autorización por la persona natural o jurídica que posee dichos derechos de autor.

## **ELABORACIÓN DEL MANUSCRITO TÍTULO.**

Deberá ser lo más conciso posible, centrado, con mayúscula inicial y luego minúsculas, sin abreviaturas y deberá reflejar con claridad el contenido Del trabajo. Debe incluirse su respectiva traducción al inglés. No debe superar 20 palabras ó 90 caracteres. El autor (es) deberá aportar un título breve (máximo 6 palabras ó 40 caracteres), el cual será empleado en la identificación de su artículo.

**AUTOR (es).** Se indicará el nombre y apellido de el o los autores debajo del título, identificando a pie de página la filiación institucional, dirección postal institucional y su dirección electrónica. Se debe señalar en forma expresa El autor de correspondencia.

**RESUMEN.** Cada artículo se acompañará de dos resúmenes, el primero de ellos en el idioma original del trabajo, y el otro en inglés (Abstract). Cuando el idioma original del trabajo sea el inglés, el segundo resumen deberá ser escrito en español. Cada uno debe ser escrito en un solo párrafo, que no exceda de 250 palabras en cada caso. Deben incluir el objetivo general del trabajo, metodología, resultados más resaltantes y conclusiones.

**PALABRAS CLAVE.** Se aceptará un máximo de seis (6) palabras clave o descriptores, colocadas en orden alfabético y apoyadas en el AGROVOC (Tesauro Multilingüe de Terminología Agrícola de la FAO). Deben ser palabras que no formen parte del título y serán presentadas tanto en el idioma original del manuscrito como en inglés (Key words).

**TEXTO.** Deberá presentarse en la siguiente secuencia: Introducción, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión, y Conclusiones. La redacción debe ser clara y precisa, respetando las normas internacionales relativas a las abreviaturas, símbolos y nomenclaturas correspondientes al área temática abordada. Las medidas de peso, longitud y volumen deberán expresarse siguiendo el Sistema Métrico Decimal y de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI), que estipula que las mismas sean siempre escritas en singular y sólo en mayúscula cuando la unidad es derivada de un nombre propio (ej: N por Newton).

Los números decimales se separarán empleando comas y no puntos, tanto en el texto como en los cuadros y figuras. Las unidades de mil y de millón se indicarán con un espacio en blanco (ej. 2 333 432,25), de acuerdo a lo referido en la norma ISO-1000. Al mencionar un número inferior a 10 y que no sea seguido de una unidad de medida, éste debe escribirse en letras (ejemplo: cinco cambures, dos temporadas, etc.). Cuando se menciona una serie de elementos similares que incluyen números mayores y menores que 10, todos se deben colocar en caracteres numéricos (ejemplo: 2 y 25 días de intervalo entre siembras).

Los nombres científicos y otras locuciones latinas se escribirán en cursiva. No se aceptará el uso de nombres comerciales, con excepción de aquellas formulaciones particulares que afecten los resultados en la investigación. El tiempo debe reflejarse en función a 24 h (18:20 h en vez de 6:20 pm).

**INTRODUCCIÓN**, debe redactarse en forma concisa (200 a 250 palabras) y justificar la investigación, cuidando de especificar claramente los objetivos o las hipótesis que serán probadas. En el aparte de **MATERIALES Y MÉTODOS** es necesario incluir una descripción clara de todos los procedimientos biológicos, químicos y estadísticos utilizados. Cualquier modificación de los procedimientos originales debe explicarse en detalle, garantizando así la repetibilidad de la investigación. Cuando se empleen procedimientos de uso común no es necesaria su descripción, por lo que basta su inclusión en las referencias bibliográficas. Los **RESULTADOS Y DISCUSIÓN** pueden presentarse por separado o integrados, evitando en todo caso repetir innecesariamente los datos numéricos que aparecen en los cuadros, dando prioridad a una precisa interpretación de los mecanismos biológicos, económicos o sociales que sustentan la respuesta observada, y recurriendo de modo racional a la información publicada en la literatura científica. En un breve párrafo al final de la discusión se deben incluir las principales **CONCLUSIONES** generadas a partir de la investigación, y en caso de ser pertinente, algunas recomendaciones o implicaciones prácticas.

El **AGRADECIMIENTO** sólo se expresará a aquellas personas o entidades que hayan contribuido claramente a hacer posible el trabajo, en virtud de aportes que deben ser agradecidos (tales como ayuda técnica, económica y material), pero que no justifican su inclusión como autor, especificando la naturaleza de este apoyo y las relaciones que puedan plantear un conflicto de intereses.

Las citas bibliográficas en el texto se efectuarán de la siguiente forma:

Para un autor: "...fueron publicadas por Sánchez (1998)" o "Se han publicado las características de cada tipo (Sánchez, 1998)". En caso de dos autores, separe con La conjunción "y": Martínez y Pérez (1999) o (Martínez y Pérez, 1999), según sea el caso. Para tres o más autores, utilice el vocablo *et al.*: López *et al.* (1986) o (López *et al.*, 1986). Citas de un mismo autor, pero de diferentes años pueden escribirse juntas (ej. Pérez, 1986, 2000, 2005). Emplee las letras (a, b, c, etc) para distinguir entre varios trabajos del mismo autor o autores publicados en un mismo año: Ruiz y Suárez, (1995a,b). En caso de citar varios trabajos, colóquelos en orden cronológico y utilice punto y coma para separarlos (ej. Mijares, 1979; Gómez y López, 1986; Martínez *et al.*, 2000).

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS** deben colocarse al final del trabajo y serán escritas en orden alfabético según el apellido del primer autor. Los datos suministrados en ellas tomarán en cuenta si se trata de un libro, publicación periódica, boletín, trabajos de grado, trabajos de ascenso, etc. Las comunicaciones personales y guías de estudio no serán aceptadas como referencias bibliográficas. Al citar un resumen (o abstract) debe indicarse expresamente el mismo. No se permite citar artículos que no hayan sido aceptados para su publicación, mientras los manuscritos que hayan sido aceptados para publicación pueden incluirse entre las referencias, señalando la publicación donde aparecerá, seguido de la frase "En prensa", entre paréntesis.

Se indicará el apellido e inicial del nombre del autor para el caso del primer autor, y a partir del segundo se colocará inicial del primer nombre seguido del apellido, separados los autores entre sí por punto y coma. Se seguirán diferentes formatos, de acuerdo a la naturaleza de la publicación, como sigue:

**Boletines:** Autor (es). Año. Título y Subtítulo (si existe). Institución patrocinante abreviada. Nombre y N° de la serie y/o etapa. Entrepáginas. Ej:

Cabrera-Sierra, R.; J. Marín-Cruz; I. González. 2007. La utilización de la espectroscopia de impedancia electroquímica (EIS) para identificar diferentes estados superficiales en el proceso de corrosión del acero al Carbono en medios amargos. Bol. Soc. Quím. Méx. 1: 32-41

**Capítulos o contribuciones** dentro de un libro (ya sean editados o compilados): Autor(es). Año. Título. *In:* Nombre del editor(es) o compilador(es), seguido por una u otra abreviatura entre paréntesis (Ed(s)). Título, (y Subtítulo) del libro. Tomo. Vol. Patrocinante o Empresa Editora. Lugar, País. Número de páginas del aparte citado. Ej:

Weder, J. 1981. Protease inhibitors in the Leguminosae. *In:* Polhill, R.; P.H. Raven (Eds.). Advances in Legume Systematics. Vol. 2. Proceedings of the International Legume Conference. Royal Botanic Gardens, Kew. England. pp. 956-1049.

**Documentos electrónicos:** Citar según las indicaciones del documento electrónico o seguir los formatos sugeridos por la Norma ISO 690-2 (1997). Information and documentation- Bibliographic References Part 2: Electronic Documents or parts thereof Disponible en: [www.collectionscanada.ca/iso/tc46sc9/standard/690-2e.htm](http://www.collectionscanada.ca/iso/tc46sc9/standard/690-2e.htm). Ej:

Purina. 2002. Noti-Purina. Nestlé-Purina PetCare, Centroamérica. Disponible en: <http://www.purina.centroamerica.com/main.asp>. [Consultado: 19 enero 2007] Myers, M.; Y. Jay; P. Stampe. 2007. Visualization and functional analysis of a maxi-K channel (mSlo) fused to green fluorescent protein (GFP). EJB: Electronic Journal of Biotechnology. Disponible en: <http://www.ejb.org/content/vol2/issue3/full/3/index.html>. [Consultado: 21 marzo 2008].

**Libros:** Autor. Año. Título y Subtítulo (si lo hay). Tomo o Volumen (si más de uno). Patrocinante o Empresa Editora. Lugar. País. Nº total de páginas (identificadas con el número y la letra p.) Ej.:

Vareschi, V. 1970. Flora de los Páramos de Venezuela. Universidad de Los Andes, Ediciones del Rectorado. Mérida, Venezuela. 429 p.

**Memorias:** Autor. Año. Título. Nombre del Congreso. Institución organizadora. Ciudad, País. Entre-páginas. Ej.:

Naranjo, B. 2007. Caracterización morfológica de siete (7) materiales de *Phaseolus vulgaris* del banco de germoplasma del INIA Maracay. En: Pérez, M. y J. Martínez (Eds.). Congreso Venezolano de Botánica. Sociedad Botánica de Venezuela. Maracaibo, Venezuela. pp. 25-28.

**Revistas:** Autor. Año. Título. Abreviatura reconocida o sugerida. Volumen. Entre páginas. Ej.:

Martínez, G. 1997. Factores que afectan la supervivencia hasta los doce meses en un rebaño doble propósito. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 5(Supl. 1): 491-493.

Vázquez, I.; A. Aguilera; L. Prado-Barragán; C. Aguilar. 2008. Producción fúngica de proteasas inducidas com pelo de cerdo. Inform. Tecnol. 19: 33-40.

**Trabajos de grado y de ascenso:** Autor. Año. Título. Tipo de trabajo. Facultad, Universidad. Ciudad, País. No total de páginas. Ej.:

González, J. 2008. Evaluación cualitativa y cuantitativa de ingredientes de alimentos balanceados para aves y cerdos a través del uso de la microscopía óptica. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay. 102 p.

Para las siglas o abreviaturas de instituciones, se colocarán las iniciales sin puntos intercalados o al final (Ej.: UCV por Universidad Central de Venezuela). En caso de ser



necesarias abreviaturas desarrolladas por el autor (es), éstas deben identificarse cuando sean referidas por primera vez en el texto. Para los meses, se emplearán las tres primeras letras en minúscula seguidas de un punto, con excepción de mayo que no se abrevia. Cada país tiene un código, así tenemos: Venezuela (VE), España (ES), Francia (FR), entre otros. No se debe iniciar una oración con una abreviación o símbolo, así como tampoco se permite incluir abreviaciones en el título, encabezados de tablas ni en subtítulos. No es necesario definir las abreviaciones de los símbolos de los elementos químicos.

Las abreviaciones de las unidades de medida sólo deben emplearse inmediatamente después de un número, en ningún caso luego de una cantidad que se ha escrito por completo. Las abreviaciones de unidades de medidas se escriben en singular, aunque refieran a un plural (Ej.: kg no kgs; min no mins), considerándose que el número (plural o singular) es señalado por el verbo empleado.

### **AUXILIARES GRÁFICOS CUADROS.**

Para identificarlos se empleará el término "Cuadro" y una numeración arábica consecutiva, omitiéndose la abreviatura de número, ejemplo: Cuadro 1. El título, ubicado en la parte superior, debe escribirse con mayúscula inicial y debe explicarse por sí mismo, sin necesidad de recurrir al contenido del cuadro para su comprensión. En el texto, las palabras "Cuadro" y "Figura" se escriben con mayúscula inicial sólo cuando se hace referencia a alguno en particular. Toda primera referencia a un cuadro o figura en el texto, debe colocarse antes del(a) mismo(a). El cuadro no debe tener más de 10 columnas incluyendo La de los encabezados del margen izquierdo, por lo que se requiere ser selectivo en los datos a presentar. Mientras sea posible, los cuadros deben diseñarse de manera que puedan ser ubicados a lo ancho de la página, sin necesidad de tener que modificar su orientación. Se debe emplear sólo las abreviaturas convencionales, cualquier excepción requiere de una explicación al pie de cuadro. Evitar información repetida en cuadros y figuras o en números y porcentajes. Toda columna debe llevar un encabezado y sólo la primera letra de éste se escribe con mayúscula. Las llamadas de referencia al pie del cuadro deben hacerse por medio de letras minúsculas o números, evitando estos últimos al lado de cifras. Las desviaciones típicas, error estándar, etc., acompañan a las medias preferiblemente en columnas separadas señalando en forma explícita el indicador empleado. Cuando se emplee pruebas de comparación de medias, y en caso de ser procedente, debe colocarse al pie del cuadro la leyenda siguiente: "Medias con superíndices diferentes en una misma columna (fila) indican diferencias significativas (\*  $P < 0,05$ ; \*\*  $P < 0,01$ )".

### **FIGURAS.**

Agrupar este término: gráficos, dibujos, fotos, mapas, diagramas e histogramas, entre otros. Las fotografías y/o imágenes (en formato jpg con al menos 300 dpi de resolución) deben estar correctamente identificadas con números correlativos, leyenda e indicación de su ubicación en el texto. El título se coloca en la parte inferior, precedido por la palabra "Figura" y el número

correspondiente (ej. Figura 1). Los mapas se insertarán al final del texto, en la misma secuencia en que son citados y deben tener indicado el norte, escala, latitud y longitud. En los gráficos se debe tener especial cuidado en identificar la variable y unidades que se representan en cada eje. Los valores de las escalas deben ser equidistantes y continuos. Cuando el valor inicial de la escala no parte de cero, se indicará en el eje mediante una línea interrumpida. Cuando haya la necesidad de emplear cuadros o figuras tomados de otros autores, se debe indicar la procedencia de sus datos en la parte inferior del mismo. En virtud que la mayoría de las figuras tendrán que ser modificadas en su forma para adecuarlas a la revista, los autores deben asegurarse de emplear un formato electrónico (Ej. Word o Excel), que sin perder legibilidad, sea modificable por nuestros diagramadores. Se deben emplear símbolos y líneas que sean claramente discernibles y siguiendo el mismo estilo del texto, con un significado que debe ser explicado dentro de la misma figura o en su leyenda.

## **OPEN ACCESS**

La Revista de la Facultad de Agronomía cuenta con una versión Web (<http://www.revistaagronomiacv.org.ve>) que permite el acceso abierto, libre y sin restricciones a todos los trabajos publicados en ella. El usuario final de esta información asumirá el compromiso de citar y acreditar debidamente a los autores de los trabajos consultados.