

RITA DE CÁSSIA MENDES

**TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS E AVALIAÇÃO DO
POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE MAMONA**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Fitotecnia, para obtenção do título de
Magister Scientiae.

**VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2007**

RITA DE CÁSSIA MENDES

**TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS E AVALIAÇÃO DO
POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE MAMONA**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Fitotecnia, para obtenção do título de
Magister Scientiae.

APROVADA: 04 de dezembro de 2007.

Prof. Luiz Antonio dos Santos Dias
(Co-orientador)

Prof. Paulo Geraldo Berger
(Co-orientador)

Prof. Eduardo Fontes Araújo

Prof. Rodrigo Sobreira Alexandre

Prof.^a Denise Cunha Fernandes dos Santos Dias
(Orientadora)

A Deus, fonte de Paz, Sabedoria e Força,

Aos meus pais, José Mendes (*in-memorian*) e Germana (*in-memorian*),

A Fia, Titita e Maria Angélica,

Dedico

“Se não der frutos,
valeu a beleza das flores.

Se não der flores,
valeu a sombra das folhas.

Se não der folhas,
valeu a intenção da semente.”

Henfil

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo amor incondicional e pela força nos momentos difíceis.

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de realizar o curso de Mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da Bolsa de Mestrado.

À professora Denise C. F. dos Santos Dias, pela orientação, apoio e confiança.

Aos meus pais, José Mendes e Germana, por todo amor dedicado, e que, mesmo não estando mais presentes, foram essenciais em minha vida para que eu pudesse realizar este sonho. A vocês, minha eterna gratidão e amor.

A Fia, Maria Angélica e Titita, por todo amor, apoio, compreensão, incentivo e presença constante em minha vida.

Ao amigo Rodrigo Sobreira Alexandre, pela força, apoio, companheirismo e contribuição para que eu pudesse chegar até aqui, o meu sincero agradecimento.

Ao amigo Márcio Dias, um agradecimento especial pela amizade, disponibilidade, carinho, atenção, enfim, por tudo o que fez por mim, contribuindo com sugestões e auxílio durante a elaboração deste trabalho.

Ao amigo Marcelo Reis, pela ajuda na condução dos experimentos.

À amiga de todas as horas Alessandra Belo, pela atenção, companheirismo, apoio, paciência e compreensão nos períodos difíceis e também pelos valiosos momentos compartilhados.

Ao Giovani Ferreira, pelo estímulo, carinho, apoio, compreensão e paciência.

Aos colegas do Laboratório de Sementes, pelo agradável convívio.

A todos, que direta ou indiretamente contribuíram para a execução deste trabalho.

BIOGRAFIA

RITA DE CÁSSIA MENDES, filha de José Mendes e Germana Maria de Freitas, nasceu em 19 de novembro de 1974, em João Monlevade, estado de Minas Gerais.

Realizou o curso de 1º Grau no Colégio Centro Educacional de João Monlevade e o de 2º Grau na Escola Municipal Governador Israel Pinheiro, em João Monlevade, no estado de Minas Gerais.

Em 2004, graduou-se em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

Em agosto de 2005 iniciou o curso de Mestrado em Fitotecnia na Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT.....	ix
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	4
TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS EM SEMENTES DE MAMONA (<i>Ricinus communis</i> L.)	5
RESUMO.....	5
ABSTRACT	6
INTRODUÇÃO	7
MATERIAL E MÉTODOS.....	11
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
CONCLUSÕES	19
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20
AVALIAÇÃO DO POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE MAMONA (<i>Ricinus communis</i> L.)	25
RESUMO.....	25
ABSTRACT	26
INTRODUÇÃO	26
MATERIAL E MÉTODOS.....	32
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
CONCLUSÕES	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

RESUMO

MENDES, Rita de Cássia, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2007. **Tratamentos pré-germinativos e avaliação do potencial fisiológica de sementes de mamona.** Orientadora: Denise Cunha Fernandes dos Santos Dias. Co-orientadores: Luiz Antônio dos Santos Dias e Paulo Geraldo Berger.

O trabalho teve como objetivos avaliar o efeito de tratamentos pré-germinativos e determinar a eficiência de diferentes métodos para avaliação do potencial fisiológico de sementes de mamona. Para tanto, foram conduzidos dois ensaios no Laboratório de Pesquisa em Sementes do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa. No primeiro ensaio, foram utilizadas sementes de cinco lotes de mamona, cultivar AL-Guarany, que foram submetidas aos seguintes tratamentos: testemunha (sementes intactas), escarificação com lixa, remoção da carúncula, remoção do tegumento, imersão em água por 12 e 24 horas, remoção da carúncula + imersão em água por 12 e 24 horas, escarificação com lixa + imersão em água por 12 e 24 horas, germinação a 10°C/7 dias e a 25°C/5 dias, germinação a 10°C/7 dias e a 30°C/5 dias, envelhecimento acelerado a 41°C/48h e 100% UR. Após cada tratamento, com exceção dos tratamentos de germinação a 10°C, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, a 25°C, realizando-se avaliações aos sete e 14 dias após a semeadura. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. No segundo experimento, foram utilizados sete lotes de sementes de mamona da cultivar AL-Guarany, que foram submetidos aos seguintes testes: teor de água, germinação, primeira contagem de germinação, frio (a 10°C/7 dias e a 25°C/5 dias), porcentagem

e velocidade de emergência de plântulas em areia, envelhecimento acelerado a 41°C e 45°C e 100% UR, por 48, 72 e 96 horas e condutividade elétrica (25 sementes embebidas em 75 e 100mL de água destilada, a 25°C, por 2, 4, 6, 8, 24, 48 e 72 horas). Em geral, todos os tratamentos pré-germinativos contribuíram para aumentar a porcentagem de germinação das sementes de mamona em relação à testemunha. Os tratamentos mais eficientes para acelerar a germinação das sementes foram a escarificação com lixa e a remoção da carúncula ou de todo o tegumento. No entanto, considerando-se a praticidade de aplicação, a escarificação com lixa pode ser recomendada para acelerar e aumentar a germinação das sementes de mamona. Os testes de frio e de envelhecimento acelerado (41°C/72 horas e 100% UR) foram eficientes para a avaliação do potencial fisiológico de sementes de mamona, permitindo classificação de lotes quanto ao vigor semelhante à emergência de plântulas em solo. Já o teste de condutividade elétrica não se mostrou adequado para a avaliação do potencial fisiológico das sementes de mamona.

ABSTRACT

MENDES, Rita de Cássia, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, December, 2007. **Pre-germination treatments and physiological evaluation of seeds of castor bean.** Adviser: Denise Cunha Fernandes dos Santos Dias. Co-Advisers: Luiz Antônio dos Santos Dias and Paulo Geraldo Berger.

The work was done to evaluate the effect of pre-germination treatments on seed performance of castor bean and to determine the efficiency of different tests for physiological potential evaluation of these seeds. Two assays were conducted in the Seed Research Laboratory at University Federal of Viçosa. In the first assay, five seed lots of castor bean, Al-Guarany cultivar, were submitted to the following treatments: control (untreated seeds), scarification with sandpaper, caruncle removal, tegument removal, immersion in water for 12 and 24h, caruncle removal + immersion in water for 12 and 24h, scarification with sandpaper + immersion in water for 12 and 24h, germination at 10°C/7 days and at 25°C/5 days, germination at 10°C/7 days and at 30°C/5 days, accelerated aging at 41°C/48h and 100% RH. After each treatment, with exception of the germination at 10°C, the seeds were submitted to the germination test, at 25°C. Countings were performed at 7 and 14 days after sowing. The trial was conducted in randomized completely design, with four replications. The means of treatments were compared by TuKey test at 5% probability. In the second assay, seven seed lots of AL-Guarany cultivar were submitted to the following tests: seed moisture content, standard, germination, first count, cold test (10°C/7 days and 25°C/5 days), seedling emergence, speed emergence index, accelerated aging (at 41°C and 45°C and 100% RH, for 48, 72 and 96h) and electrical conductivity (25 seeds soaked into 75 and 100mL of distilled water, at 25°C, for 2, 4, 6, 8, 24, 48 and 72h). The trial was

conducted in randomized completely design, with four replications. The means of treatments were compared by TuKey test at 5% probability. In general, all the pre-germination treatments contributed to increase the percentage of germination of castor bean seeds in relation to control. The most efficient treatments to speed up germination were scarification with sandpaper and caruncula or tegument removal. However, considering the practical application, the scarification can be recommended to increase the percentage and speed of seed germination. Cold test and accelerated aging (41°C/72 hours) were efficient to evaluation of physiological potential of castor bean seeds, allowing classification of lots similar to seedling emergence. Electrical conductivity test was not adequate for physiological potential Evaluation of these seeds.

INTRODUÇÃO GERAL

A mamona (*Ricinus communis* L.) pertence à família *Euphorbiaceae*. É possivelmente originária da Etiópia e do Afeganistão, sendo introduzida no Brasil pelos portugueses, encontrando aqui condições favoráveis para seu cultivo (MAZZANI, 1983 & BELTRÃO et al., 2001).

A mamona é uma oleaginosa de utilização exclusivamente industrial, de cujas sementes se extrai um óleo de excelentes propriedades, único na natureza solúvel em álcool, de largo uso como insumo industrial, sendo empregado na fabricação de plásticos, fibras sintéticas, esmaltes, resinas e lubrificantes. Trata-se de um óleo bastante versátil, pois tem aplicações também na indústria farmacêutica, de cosméticos e aeronáutica e, quando submetido a processo de transesterificação pode ser utilizado como biodiesel, combustível renovável, biodegradável e ambientalmente correto (FREIRE, 2001).

No cenário de oleaginosas utilizadas para a produção de biodiesel, a mamona vem ganhando grande destaque, por ser abundante no Nordeste brasileiro e também devido ao seu alto teor de óleo, assumindo papel importante no desenvolvimento econômico e social que permitirá o incentivo da agricultura familiar, especialmente com o cultivo desta oleaginosa em consórcio com outras culturas (AZEVEDO & LIMA, 2001).

A implantação da mamona como cultura de desenvolvimento de novas áreas agrícolas e a elevação da produtividade nas áreas tradicionais de cultivo dependem principalmente do desenvolvimento de tecnologias de produção adequadas, que envolvem o uso de insumos, a adoção de

sistemas de produção eficientes e, principalmente, do uso de sementes de variedades melhoradas, com elevada pureza, germinação e vigor.

Azevedo & Lima (2001) consideram que o uso de sementes de boa qualidade, cultivares melhoradas, época de plantio e aspectos como profundidade de plantio, população de plantas e desbaste podem definir a produtividade da lavoura. Para o sucesso de qualquer cultura, a semente assume posição de destaque, uma vez que sua qualidade fisiológica é fundamental para a obtenção de um estande adequado, com reflexos diretos na produtividade da lavoura.

Embora a mamona tenha importância econômica para o Brasil, o seu cultivo ainda é, na maioria das vezes, realizado com sementes dos próprios produtores, sendo que um dos maiores entraves para expansão da cultura no país refere-se, principalmente, à escassez e baixa qualidade das sementes utilizadas (FORNAZIERI JÚNIOR, 1986).

Segundo Oliveira et al. (2004), as sementes de mamona apresentam germinação lenta e desuniforme, o que as expõe às intempéries no campo por períodos mais longos. Essa desuniformidade de germinação é atribuída, muitas vezes, à dificuldade de absorção de água devido à presença de um tegumento rígido ou de uma possível dureza tegumentar. Além disso, a qualidade fisiológica destas sementes é geralmente avaliada pelo teste de germinação que, por ser conduzido sob condições ideais em laboratório, muitas vezes não reflete o comportamento das sementes no campo ou durante o armazenamento. Informações referentes ao vigor destas sementes são escassas, havendo necessidade de se adequarem métodos para a avaliação segura do seu potencial fisiológico.

Segundo Fonseca et al. (2004), é crescente no setor de sementes a necessidade de se desenvolverem métodos que permitam avaliar, de maneira rápida e eficiente, a qualidade fisiológica de sementes de mamona.

Neste contexto, o trabalho teve como objetivos avaliar o efeito de tratamentos pré-germinativos e determinar a eficiência de diferentes métodos para avaliação do potencial fisiológico de sementes de mamona.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, D.M.P. & LIMA, E.F. **O Agronegócio da Mamona no Brasil**. Brasília: EMBRAPA, 2001. 450p.

BELTRÃO, N.E.M.; SILVA, L.C.; VASCONCELOS, O.L.; AZEVEDO, D.M.P. & VIEIRA, D.J. Fitologia. In: AZEVEDO, D.M.P. & LIMA, E.F. (eds.). **O Agronegócio da Mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2001. p.37-61.

FONSECA, N.R.; MYCZKOWSKI, M.L.; PRIOR, M.; SÁ, R.O.; NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C. & ZANOTTO, M.D. Testes de avaliação da viabilidade e do vigor em sementes de mamona. In: I CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA – Energia e sustentabilidade, Campina Grande, 23/26 nov. 2004. **Anais**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. p.27-32.

FORNAZIERI JUNIOR. **Mamona: uma rica fonte de óleo e de divisas**. São Paulo: ÍCONE, 1986. 63p.

FREIRE, R.M.M. Ricinoquímica. In: AZEVEDO, D.M.P. & LIMA, E.F. (eds.). **O Agronegócio da Mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2001. p.295-336.

MAZZANI, B. **Cultivo y mejoramiento de plantas oleaginosas**. Caracas: Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 1983. 629p.

OLIVEIRA, A.B.; QUEIROZ, J.A.; MENEZES, C.H.S.G.; CARTAXO, W.V. & SUASSUNA, N.D. Efeito do tempo de embebição em água e remoção da carúncula na germinação de sementes de mamona (*Ricinus communis* L.). In: I CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA – Energia e sustentabilidade, Campina Grande, 23/26 nov. 2004. **Anais**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. p.52-57.

TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS EM SEMENTES DE MAMONA (*Ricinus communis* L.)

RESUMO – As sementes de mamona têm germinação lenta e irregular, resultando, muitas vezes, em estande desuniforme no campo, o que pode ser atribuído à provável dificuldade de absorção de água pelas sementes. Neste contexto, o desenvolvimento de metodologias que permitam acelerar e uniformizar a germinação é fator importante, pois reduz o gasto com sementes e a vulnerabilidade à estiagem durante a emergência em campo. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de tratamentos pré-germinativos no desempenho de sementes de mamona. Foram utilizados cinco lotes de sementes de mamona, cultivar AL-Guarany, que foram submetidos aos seguintes tratamentos: testemunha (sementes intactas), escarificação com lixa, remoção da carúncula, remoção do tegumento, imersão em água por 12 e 24 horas, remoção da carúncula + imersão em água por 12 e 24 horas, escarificação com lixa + imersão em água por 12 e 24 horas, germinação a 10°C/7 dias e a 25°C/5 dias, germinação a 10°C/7 dias e a 30°C/5 dias e envelhecimento acelerado a 41°C/48h e 100% UR. Após cada tratamento, com exceção dos tratamentos de germinação a 10°C, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, a 25°C, avaliando-se a porcentagem de plântulas normais aos sete e 14 dias após a semeadura. Em geral, todos os tratamentos pré-germinativos contribuíram para aumentar a porcentagem de germinação das sementes de mamona em relação à testemunha. Os tratamentos mais eficientes para acelerar a germinação das sementes foram a escarificação com lixa e a remoção da carúncula ou de todo o tegumento. No entanto, considerando-se a praticidade de aplicação, a escarificação com

lixa pode ser recomendada para acelerar e aumentar a germinação das sementes de mamona.

Termos para indexação: *Ricinus communis* L., velocidade de germinação, germinação.

ABSTRACT – Castor bean seed have slow and irregular germination, resulting, frequently, in irregular seedling emergence in the field. This fact has been attributed to the probable impermeability to water. Then, the development of methodologies that allow to speed up the germination is important to reduce the expense with seeds and the vulnerability to the stress conditions during the emergence in the field. The objective of the work was to evaluate the effect of pre-germinative treatments on seed performance. Five seed lots, AL-Guarany cultivar, were submitted to the following treatments: control (untreated seeds), scarification with sandpaper, caruncle removal, tegument removal, immersion in water for 12 and 24h, caruncle removal + immersion in water for 12 and 24h, scarification with sandpaper + immersion in water for 12 and 24h, germination at 10°C/7 days and at 25°C/5 days, germination at 10°C/7 days and at 30°C/5 days, accelerated aging at 41°C/48h and 100% RH. After each treatment, with exception of the germination at 10°C, the seeds were submitted to the germination test, at 25°C. Countings were performed at 7 and 14 days after sowing. The trial was conducted in randomized completely design, with four replications. The means of treatments were compared by Tukey test at 5% probability. In general, all the pre-germinative treatments contributed to increase the

percentage of germination of castor bean seeds in relation to control. The most efficient treatments to speed up germination were scarification with sandpaper and caruncula or tegument removal. However, considering the practical application, the scarification can be recommended to increase the percentage and speed of seed germination.

Index term: *Ricinus communis* L., velocity of germination, germination.

INTRODUÇÃO

A mamona (*Ricinus communis* L.) é uma planta da família *Euphorbiaceae*, cujo óleo extraído de suas sementes é solúvel em álcool com inúmeras aplicações na indústria, sendo usado na fabricação de plásticos, fibras sintéticas, tintas, esmaltes, entre outros (Fonseca et al., 2004). As características deste óleo têm despertado interesse também como uma alternativa promissora para a produção de biodiesel, um combustível biodegradável, renovável e ecologicamente correto.

Considerada uma planta rústica, as variedades de mamona selecionadas para o cultivo apresentam, em geral, sementes com germinação lenta e desuniforme (Oliveira et al., 2004), o que expõe estas sementes no campo a períodos mais longos no solo e às suas intempéries, além de muitas vezes, resultar em um estande final irregular. Segundo Oliveira et al. (2004), a germinação lenta e irregular representa uma desvantagem na competição inicial com plantas invasoras e vulnerabilidade à estiagem durante a emergência em campo, que pode chegar a 20 dias,

nas principais regiões produtoras. Portanto, uma emergência rápida e uniforme é uma característica importante, visto que permite a obtenção de estandes adequados, com plantas bem desenvolvidas, o que facilitará, posteriormente, o manejo durante a colheita e processamento, com reflexos positivos na produtividade da lavoura e no rendimento de óleo.

A irregularidade na emergência das plântulas de mamona em campo e também em laboratório tem sido atribuída a uma provável dificuldade de absorção de água pelas sementes, devido à espessura e rigidez do tegumento ou uma possível dormência pós-colheita representada pela dureza tegumentar. Sabe-se que a água é o fator que mais influencia o processo de germinação, sendo responsável pelo início da hidratação dos tecidos das sementes, e, com isso, pela intensificação da respiração e de todos os processos metabólicos necessários para a digestão e mobilização de reservas que resultam na retomada do crescimento do eixo embrionário e formação da plântula (Bewley & Black, 1994).

Plantas de pelo menos quinze famílias economicamente importantes, com destaque para a família *Fabaceae*, produzem sementes com tegumento temporariamente impermeável à água. Essas sementes apresentam um mecanismo físico de dormência, denominada de dureza tegumentar, que na verdade é uma forma encontrada pela espécie de distribuir a sua germinação no tempo, impedindo que estas germinem simultaneamente, aumentando as possibilidades de preservação das espécies. Porém, esta dureza tegumentar é considerada prejudicial à agricultura, visto que provoca germinação irregular, comprometendo o estabelecimento do estande, gerando desenvolvimento e maturação desuniforme das plantas, além de

reduzir o potencial de competição das plantas cultivadas com as invasoras (Marcos Filho, 2005).

Em laboratório, diversos procedimentos podem ser empregados para a superação da dureza tegumentar das sementes de espécies que apresentam tal característica, entre os quais pode se destacar a escarificação mecânica, a escarificação química, a imersão em água, aquecida ou a temperatura ambiente, por determinado período de tempo, punção, corte ou até a retirada parcial ou completa do tegumento (Brasil, 1992). Contudo, a aplicação e a eficiência desses tratamentos dependem, principalmente, do grau de dureza, o que é bastante variável entre as espécies (Lima & Garcia, 1996) e também entre genótipos e lotes da mesma espécie.

A escarificação mecânica geralmente é feita com o auxílio de lixas, mas pode-se utilizar também tratamentos de punção do tegumento, retirada de carúncula, cortes ao longo do tegumento, na região da micrópila ou em região oposta a esta. Tratamentos de escarificação mecânica foram empregados com eficiência na superação da dormência de sementes de *Stryphnodendron pulcherrimum* (Willd.) Hochr. (Varela et al., 1991), de *Pterogyne nitens* Tul (Nassif & Perez, 1997), de *Prosopis cineraria* (L.) Druce, de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, de *Acacia nilotica* (L.) Willd ex Del. e de *Acacia tortilis* (Forssakal) Hayne (Sacheti & Al-Rawahy, 1998), de *Cassia excelsa* Scharad (Jeller & Perez, 1999) e de *Bauhinia monandra* Britt (Alves et al., 2000). Em *Leucaena leucocephala* os cortes feitos a 2mm da micrópila, a 2mm na região oposta à micrópila e circundando todo o tegumento da semente mostraram-se mais eficientes (Duguma et al., 1988).

Com relação à *Acacia bonariensis* Gill e *Mimosa bimucronata* (D.C.) O. Kuntze foram indicados cortes com alicate no lado oposto ao eixo embrionário e na região lateral do tegumento (Ferreira et al., 1992) e para as espécies de *Senna macranthera* (Colladon) Irwin & Barneby (Santarém & Áquila, 1995) e *Pterogyne nitens* (Nassif & Perez, 1997) o tratamento mais conveniente foi o corte realizado na testa na região oposta ao eixo embrionário.

Para a superação da dureza tegumentar, as sementes podem ser imersas diretamente na água ou envolvidas em papel toalha umedecido antes da sementeira, por determinado período de tempo. Este tratamento tem sido indicado para as sementes de *Aiphanes erosa*, *Archontophoenix alexandrae*, *Areca lynn*, *Chrysalidocarpus lutescens*, *Dictyosperma aureum*, *Thrinax parviflora* e *Verschaffeltia splendida* (Odetola, 1987).

Em mamona, Oliveira et al. (2004) embeberam sementes intactas e sem carúncula em água por 0, 4, 8 e 12 horas, utilizando sementes recém-colhidas e com 10 meses de idade. Verificaram que a remoção da carúncula teve efeito significativo acelerando a germinação, especialmente das sementes embebidas em água por quatro horas. Já a embebição em água, por oito horas, das sementes recém-colhidas provocou atraso na germinação. Também Queiroz et al. (2004) constataram que a remoção da carúncula contribuiu para acelerar a germinação das sementes recém-colhidas tendo efeito positivo sobre o crescimento inicial das plântulas. Por sua vez, Lucena et al. (2004) embeberam as sementes de mamona em soluções de giberelina a 0, 200, 400, 600 e 800 ppm antes da sementeira,

não constatando efeito deste hormônio na porcentagem de germinação nem no tempo necessário para se obterem 50% de sementes germinadas.

Contudo, as informações existentes na literatura referentes a métodos adequados para acelerar a germinação e romper a dureza do tegumento das sementes de mamona deve ser interpretada com cuidado, pois existe grande diversidade de materiais utilizados nos plantios comerciais, desde os mais rústicos até variedades melhoradas, cujo potencial germinativo e nível de dureza tegumentar das sementes é bastante variável.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de tratamentos pré-germinativos no desempenho de sementes de mamona.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Análises de Sementes do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa no período de fevereiro a julho de 2007. Utilizaram-se cinco lotes de sementes de mamona, da cultivar AL-Guarany, com teor de água variando entre 6,4% e 7,2%, que foram submetidas aos seguintes tratamentos pré-germinativos:

Testemunha: sementes intactas

Escarificação do tegumento com lixa: utilizando-se uma lixa d'água nº 1 efetuou-se a escarificação do tegumento, friccionando-se na lixa a região da semente oposta à carúncula até que a parte interna ao tegumento (endosperma) fosse exposta.

Remoção da carúncula: a carúncula de cada semente foi removida com o auxílio de um estilete, deixando-se a micrópila exposta.

Remoção do tegumento: com o auxílio de um estilete retirou-se o tegumento coriáceo das sementes, deixando exposto o endosperma que envolve o embrião.

Imersão em água: 200 sementes intactas foram imersas em 500mL de água destilada, por 12 e 24 horas, em ambiente de laboratório, a 25°C.

Remoção da carúncula + imersão em água: 200 sementes cuja carúncula foi removida foram imersas em 500mL de água destilada, por 12 e 24 horas, em ambiente de laboratório (25°C).

Escarificação com lixa + imersão em água: 200 sementes submetidas à escarificação com lixa foram imersas em 500mL de água destilada, por 12 e 24 horas, em temperatura ambiente de laboratório (25°C).

Envelhecimento acelerado: realizado com quatro repetições de 50 sementes, que foram distribuídas em camada única sobre bandeja de tela metálica acoplada em caixas plásticas tipo gerbox, que funcionam como compartimento individual (mini-câmaras). Cada gerbox continha, ao fundo, 40mL de água. Os gerbox foram tampados, de modo a obter cerca de 100% de UR em seu interior e foram mantidos em incubadora BOD a 41°C, durante 48 horas.

As sementes de cada tratamento descrito acima foram submetidas ao teste de germinação, utilizando-se quatro repetições de 50 sementes que foram distribuídas em papel toalha umedecido com volume de água equivalente a 3,0 vezes a massa do papel seco. Foram confeccionados rolos, que foram mantidos em germinador à temperatura de 25°C,

realizando-se contagens aos sete (primeira contagem de germinação) e 14 dias após a sementeira, de acordo com as Regras para Análise de Sementes – RAS (Brasil, 1992). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais obtidas aos sete e 14 dias. Para as sementes submetidas ao envelhecimento acelerado foi feita uma única avaliação aos sete dias após a sementeira.

Além dos tratamentos descritos acima, foram aplicados também os seguintes tratamentos:

Germinação a 10°C/25°C - quatro repetições de 50 sementes foram distribuídas entre folhas de papel toalha umedecidas com quantidade de água equivalente a 3,0 vezes a massa do substrato seco. Foram preparados rolos que foram colocados no interior de sacos plásticos vedados com fita crepe (para reduzir a evaporação) e mantidos em incubadora BOD, a 10°C, por sete dias. Após este período, os rolos foram transferidos para um germinador a 25°C, onde permaneceram por cinco dias, quando foram realizadas as avaliações, calculando-se a porcentagem de plântulas normais.

Germinação a 10°C/30°C – seguiu-se a mesma metodologia descrita para a germinação a 10°C/25°C, transferindo-se os rolos que permaneceram a 10°C para um germinador regulado a 30°C.

O delineamento experimental empregado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições. Os dados obtidos para cada lote e tratamento foram submetidos a análise de variância empregando-se o programa de análise estatística SAS (1989). As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sementes de mamona que não foram submetidas aos tratamentos pré-germinativos (testemunha), apresentaram germinação entre 59 e 78% (Tabela 1), valores estes abaixo do padrão estabelecido para a comercialização de sementes desta espécie que é de 80% (DFASP, 2007). Com a aplicação dos tratamentos pré-germinativos, observa-se, para todos os lotes, que, em geral, houve aumento significativo na germinação em relação à testemunha.

Verifica-se que praticamente todos os tratamentos foram eficientes para aumentar a germinação das sementes dos cinco lotes de mamona em relação à testemunha. Para as sementes do lote 3, apenas o tratamento de germinação a 10°C/30°C não diferiu significativamente da testemunha. Já para o lote 4, a imersão de sementes intactas em água por 12 horas e de sementes sem carúncula em água por 24 horas e o envelhecimento acelerado forneceram resultados semelhantes aos da testemunha (Tabela 1).

É importante ressaltar que os tratamentos de maior eficiência, considerando os cinco lotes, foram, principalmente, a escarificação com lixa, a remoção da carúncula, a remoção do tegumento, a embebição em água por 12 horas de sementes escarificadas ou cuja carúncula foi removida ou a germinação a 10°C/25°C. Dentre estes, a escarificação com lixa se destaca como um dos métodos de superação da dureza tegumentar mais práticos e rápidos, especialmente quando comparado à remoção completa do tegumento e à remoção da carúncula, que envolvem procedimento tedioso

e mais demorado. A eficiência da escarificação com lixa tem sido atestada por diversos autores, como constatado em sementes de *Leucaena diversifolia* (Schltoll.) Benth. (Bertalot & Nakagawa, 1998), *Bauhinia monandra* e *B. unguata* (Alves et al., 2000) e *Passiflora alata* Dryand. (Rossetto et al., 2000), onde houve aumento expressivo na germinação das sementes escarificadas.

TABELA 1. Germinação (%) de sementes de cinco lotes de mamona submetidos a diferentes tratamentos pré-germinativos.

	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Lote 5	Média
Sementes intactas (testemunha)	74 C	66 C	74 C	78 C	59 D	70
Escarificação com lixa	93 AB	80 AB	93 A	94 AB	80 B	88
Remoção da carúncula	94 AB	83 AB	90 AB	93 AB	88 A	90
Remoção do tegumento	95 AB	83 AB	90 AB	91 AB	86 AB	89
Imersão em água por 12 h	89 B	86 AB	84 B	81 BC	79 B	84
Remoção da carúncula + imersão em água por 12h	93 AB	79 B	87 AB	88 AB	83 AB	86
Escarificação com lixa + imersão em água por 12h	96 AB	86 AB	88 AB	92 AB	81 AB	89
Imersão em água por 24 h	86 B	87 A	87 AB	88 AB	71 C	84
Remoção da carúncula + imersão em água por 24h	92 AB	83 AB	84 B	84 BC	79 B	84
Escarificação com lixa + imersão em água por 24h	99 A	80 AB	87 AB	87 B	79 B	86
Germinação a 10°C/25°C	93 AB	85 AB	86 AB	95 A	83 AB	88
Germinação a 10°C/30°C	87 B	72 B	81 BC	91 AB	82 AB	83
Envelhecimento acelerado	88 B	82 B	84 B	82 BC	70 C	81
CV(%)	3,1	10,7	5,9	6,5	11,3	

Em cada coluna, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A embebição de sementes escarificadas ou sem a carúncula em água não superou os tratamentos de escarificação e de remoção do tegumento ou da carúncula, indicando que apenas a escarificação com lixa já é eficiente, sendo a embebição em água um complemento dispensável, por aumentar o tempo necessário para a aplicação do tratamento.

A remoção da carúncula foi recomendada por Oliveira et al. (2004) como método para acelerar a germinação das sementes de mamona. Estes autores embeberam sementes intactas e sem carúncula em água por 0, 8 e 12 horas, utilizando sementes recém-colhidas e armazenadas por 10 meses; concluíram que a remoção da carúncula acelerou a germinação, especialmente das sementes embebidas em água por quatro horas. Já sementes recém-colhidas, embebidas em água por oito horas, tiveram atraso na germinação. Também Queiroz et al. (2004) constataram que a remoção da carúncula contribuiu para acelerar a germinação das sementes recém-colhidas, tendo efeito positivo sobre o crescimento inicial das plântulas. No presente trabalho, em geral, este método também foi eficiente para aumentar a germinação das sementes, mas não foi superior ao tratamento de escarificação (com exceção do lote 5), cujo procedimento é mais fácil e rápido (Tabela 1).

Em geral, verifica-se para os cinco lotes estudados que, provavelmente, o tegumento limitou a absorção de água pelas sementes, pois em praticamente todos os tratamentos testados houve aumento significativo na germinação, aumento este que atingiu, em alguns casos, cerca de 20 pontos percentuais em relação à testemunha.

Pelos resultados de primeira contagem de germinação (Tabela 2), que representa a velocidade de germinação das sementes, verifica-se, para os lotes 1, 4 e 5, que praticamente todos os tratamentos aplicados às sementes contribuíram para acelerar a germinação. Nas sementes do lote 1, cuja germinação da testemunha na data da primeira contagem foi de 61%, obteve-se aumentos que variaram de 23 a 35 pontos percentuais, sendo este último verificado no tratamento escarificação com lixa + embebição em água por 24 horas. Mesmo nas sementes apenas escarificadas, sem serem submetidas a embebição, a germinação na primeira contagem foi alta (90%), sendo 29 pontos percentuais superior à da testemunha. Nas sementes dos lotes 4 e 5, cujas testemunhas apresentaram, respectivamente, 26% e 14% de germinação na primeira contagem, mesmo sendo todos os tratamentos superiores à testemunha, alguns se destacaram, pois permitiram que se atingisse valores iguais ou superiores a 70%, tais como: a escarificação com lixa, a remoção da carúncula ou do tegumento, a remoção da carúncula + embebição em água por 12 e 24 horas, para ambos os lotes. Acrescentando-se, para o lote 4, a escarificação + embebição em água por 12 horas e a germinação a 10°C/25°C e a 10°C/30°C.

Para os lotes 2 e 3 (Tabela 2), em geral, os tratamentos mais eficientes para acelerar a germinação foram apenas a escarificação com lixa e a remoção da carúncula ou do tegumento. Assim, nestes lotes, verifica-se que nem todos os tratamentos que haviam sido eficientes para aumentar a porcentagem final de germinação (Tabela 1) foram adequados para acelerar a germinação (Tabela 2).

A remoção da carúncula foi considerada por Oliveira et al. (2004) um método adequado para aumentar a velocidade de germinação das sementes de mamona, visto que a micrópila fica livre para que a raiz primária possa ser exposta. Já quando se remove totalmente o tegumento, a velocidade de germinação é aumentada pelo fato de não haver barreira para a hidratação dos tecidos da semente nem para o crescimento do embrião; contudo, pode haver dano por embebição rápida e aumento da ocorrência de microorganismos. Estes dois últimos métodos (remoção da carúncula e do tegumento) são mais demorados por terem que ser aplicados a cada semente individualmente, não podendo se desconsiderar a dificuldade de execução sem danos ao embrião das sementes. Além disso, são métodos inviáveis para grandes volumes de sementes, uma vez que são realizados manualmente com o auxílio de um estilete ou bisturi. Já a escarificação com lixa é mais fácil de ser aplicada, especialmente quando se trata de grande quantidade de sementes.

Em síntese, verifica-se que o uso de tratamentos pré-germinativos em sementes de mamona foi eficiente para acelerar e aumentar a germinação em condições de laboratório, sendo necessária a confirmação desses resultados em condições de campo, a fim de se obterem maiores informações sobre o comportamento da espécie diante de tais tratamentos em condições adversas de campo.

TABELA 2. Primeira contagem de germinação (%) de sementes de cinco lotes de mamona submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos.

	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Lote 5	Média
Sementes intactas (testemunha)	61 B	51 BC	61 B	26 D	14 E	43
Escarificação com lixa	90 A	67 AB	89 A	84 AB	73 B	81
Remoção da carúncula	92 A	82 A	89 A	92 A	86 A	88
Remoção do tegumento	94 A	83 A	90 A	91 A	86 A	89
Imersão em água por 12 h	88 A	40 CD	69 B	58 C	35 D	58
Remoção da carúncula + imersão em água por 12h	91 A	68 AB	65 B	86 AB	74 AB	77
Escarificação com lixa + imersão em água por 12h	93 A	48 BC	75 AB	76 B	64 BC	71
Imersão em água por 24 h	84 A	40 CD	62 B	56 C	23 DE	53
Remoção da carúncula + imersão em água por 24h	90 A	66 AB	72 B	72 B	73 B	75
Escarificação com lixa + imersão em água por 24h	96 A	35 CD	72 B	68 BC	56 C	65
Germinação a 10°C/25°C	91 A	68 AB	62 B	89 A	47 C	71
Germinação a 10°C/30°C	86 A	67 AB	70 B	88 AB	50 C	72
Envelhecimento acelerado	85 A	24 D	65 B	50 C	27 DE	50
CV(%)	2,7	15,8	8,4	12,4	13,7	

Em cada coluna, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

- Em geral, todos os tratamentos pré-germinativos contribuíram para aumentar a porcentagem de germinação das sementes de mamona em relação à testemunha.

- Os tratamentos mais eficientes para acelerar a germinação das sementes foram a escarificação com lixa e a remoção da carúncula ou de todo o tegumento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, M.C.S.; MEDEIROS-FILHO, S.; ANDRADE-NETO, M. & TEÓFILO, E.M. Superação da dormência em sementes de *Bauhinia monandra* Kurz e *B. unguolata* L. - *Caesalpinioideae*. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n.2, p.139-144, 2000.

BERTALOT, M.J.A. & NAKAGAWA, J. Superação da dormência em semente de *Leucaena diversifolia* (Schlecht.) Benth. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.1, p.39-42, 1998.

BEWLEY, J.D. & BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2.ed. New York: PLENUM PRESS, 1994. 445p.

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

DFASP. Departamento Federal de Agricultura de São Paulo. Disponível em: <http://www.dfasp.gov.br/sefag_vegetal/doc/legislacao/anexo_vii_da_instrucao_normativa_25_de_16-12-2005.pdf>. Acesso em: 28 de agosto de 2007.

DUGUMA, B.; KANG, B.T. & OKALI, D.U.U. Factors affecting germination of leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.16, n.2, p.489-500, 1988.

FERREIRA, A.G.; JOÃO, K.H.L. & HEUSER, E.D. Efeitos de escarificação sobre a germinação e do pH no crescimento de *Acacia*

bonariensis Gill e *Mimosa bimucronata* (D.C.) O. K. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v.4, n.1, p.63-65, 1992.

FONSECA, N.R.; MYCZKOWSKI, M.L.; PRIOR, M.; SÁ, R.O.; NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C. & ZANOTTO, M.D. Testes de avaliação da viabilidade e do vigor em sementes de mamona. In: I CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA – Energia e Sustentabilidade, Campina Grande, 23/26 nov. 2004. **Anais**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. p.07-12.

JELLER, H. E. & PEREZ, S.C.J.G.A. Estudo da superação da dormência e da temperatura em sementes de *Cássia excelsa* Schrad. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.1, p.32-40, 1999.

LIMA, D. & GARCIA, L.C. Avaliação de métodos para o teste de germinação em sementes de *Acacia mangium* Willd. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.18, n.2, p.180-185, 1996.

LUCENA, A.M.A.; SEVERINO, L.S.; COSTA, F.X.; GUIMARÃES, M.B.; BELTRÃO, N.E.M. & CARDOSO, G.D. Germinação de sementes de mamona tratadas com giberelina (GA₃). In: I CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA – Energia e Sustentabilidade, Campina Grande, 23/26 nov. 2004. **Anais**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. p.84-87.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

NASSIF, S.M.L. & PEREZ, S.C.J.G.A. Germinação de sementes de amendoim-do-campo (*Pterogyne nitens* Tul.): influência dos tratamentos para superar a dormência e profundidade de semeadura. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.19, n.2, p.172-179, 1997.

ODETOLA, J.A. **Studies on seed dormancy, viability, and germination in ornamental palms**. Principes, v.31, n.1, p.24-30, 1987.

OLIVEIRA, A.B.; QUEIROZ, J.A.; MENEZES, C.H.S.G.; CARTAXO, W.V. & SUASSUNA, N.D. Efeito do tempo de embebição em água e remoção da carúncula na germinação de sementes de mamona (*Ricinus communis* L.). In: I CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA – Energia e Sustentabilidade, Campina Grande, 23/26 nov. 2004. **Anais**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. p.123-128.

QUEIROZ, J.A.; OLIVEIRA, A.B.; MENESES, C.H.S.G.; CARTAXO, W.V. & SUASSUNA, N.D. Efeito da remoção da carúncula, tratamento químico e tempo de armazenamento na germinação de sementes de mamona (*Ricinus communis* L.). In: I CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA – Energia e Sustentabilidade, Campina Grande, 23/26 nov. 2004. **Anais**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. p.91-96.

ROSSETTO, C.A.V.; CONEGLIAN, R.C.C.; NAKAGAWA, J.; SHIMIZU, M.K. & MARIN, B.A. Germinação de sementes de maracujá-doce (*Passiflora alata* Dryand.) em função de tratamento pré-germinativo. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.22, n.1, p.247-252, 2000.

SACHETI, U. & AL-RAWAHY, S.H. The effects of various pretreatments on the germination of important leguminous shrub-tree species of the sultanate of oman. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.26, n.2, p.691-699, 1998.

SANTARÉM, E.R. & AQUILA, M.E.A. Influência de métodos de superação de dormência e do armazenamento na germinação de sementes de *Senna macranthera* (Colladon) Irwin e Barneby (Leguminosae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.17, n.2, p.205-209, 1995.

SAS. **SAS/STAT user's guide**. Version 6,4 ed. SAS Cary, NC, Institute Inc, 1989.

VARELA, V.P.; BROCKI, E. & SÁ, S.T.V. Tratamentos pré-germinativos de sementes de espécies florestais da Amazônia: IV. faveira, camuzê – *Stryphnodendron pulcherrimum* (Willd.) Hochr *Leguminosae*. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.13, n.2, p.87-90, 1991.

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE MAMONA (*Ricinus communis* L.)

RESUMO – A qualidade de sementes de mamona tem sido avaliada rotineiramente pelo teste de germinação, cujos resultados, muitas vezes, não são confirmados em campo. Neste contexto, os testes de vigor são essenciais, pois retratam o comportamento das sementes sob maior amplitude de ambiente. O trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de métodos para determinar o potencial fisiológico de sementes de mamona. Para tanto, foram utilizados sete lotes de sementes de mamona, cultivar AL-Guarany, que foram submetidos aos seguintes testes: teor de água, germinação, primeira contagem de germinação, frio (a 10°C/7 dias e a 25°C/5 dias), porcentagem e velocidade de emergência de plântulas, envelhecimento acelerado a 41°C e 45°C e 100% UR, por 48, 72 e 96 horas e condutividade elétrica (25 sementes embebidas em 75 e 100mL de água destilada, a 25°C, por 2, 4, 6, 8, 24, 48 e 72 horas). Os testes de frio e de envelhecimento acelerado (41°C/72 horas e 100% UR) foram eficientes para avaliação do potencial fisiológico de sementes de mamona, permitindo classificação de lotes quanto ao vigor semelhante à emergência de plântulas em solo. O teste de condutividade elétrica não se mostrou adequado para avaliação do potencial fisiológico das sementes de mamona.

Termos para indexação: *Ricinus communis* L., vigor, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica.

ABSTRACT – This work had the objective to determine the efficiency of different tests for physiological potential evaluation of castor bean seeds. Seven seed lots of AL-Guarany cultivar were submitted to the following tests: seed moisture content, standard germination, first count, cold test (10°C/7 days followed by germination at 25°C/5 days), seedling emergence, speed emergence index, accelerated aging (at 41°C and 45°C and 100% RH, for 48, 72 and 96h) and electrical conductivity (25 seeds soaked into 75 and 100mL of distilled water, at 25°C, for 2, 4, 6, 8, 24, 48 and 72h). The trial was conducted in randomized completely design, with four replications. The means of treatments were compared by TuKey test at 5% probability. Results showed that cold test and accelerated aging (41°C/72 hours) were efficient to evaluation of physiological potential of castor bean seeds, allowing classification of lots similar to seedling emergence. Electrical conductivity test was not adequate for physiological potential evaluation of these seeds.

Index term: *Ricinus communis* L., vigour, accelerated aging, electrical conductivity.

INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos três maiores produtores mundiais de mamona (*Ricinus communis* L.), sendo o segundo exportador mundial de óleo obtido das sementes desta oleaginosa (Savy Filho, 2005).

Dentre as oleaginosas promissoras para a produção de biodiesel, a mamona se destaca como opção interessante para as regiões semi-áridas, devido à sua capacidade de produzir razoavelmente bem sob condições de

baixa precipitação pluvial, sendo considerada importante alternativa de trabalho e renda para os agricultores destas regiões. Além disso, seu óleo é mais denso e viscoso que o proveniente de outras plantas como o dendê, girassol e algodão, sendo ainda o único na natureza solúvel em álcool, sendo bastante versátil em termos de aplicação, podendo ser utilizado na indústria de plásticos, resinas, esmaltes, fibras, cosméticos e fármacos (Freire, 2001).

Embora a cultura da mamona seja de grande importância econômica para determinadas regiões do Brasil, o seu cultivo ainda é realizado, muitas vezes, utilizando-se sementes obtidas pelos próprios produtores. Assim, um dos maiores entraves para expansão da cultura e elevação da produtividade refere-se, principalmente, à escassez e baixa qualidade das sementes utilizadas no plantio.

A utilização de sementes de alta qualidade constitui-se na base para a obtenção de estandes uniformes, plantas bem desenvolvidas, alta produtividade e elevado rendimento de óleo. A produtividade da mamoneira, nas nossas condições, é bastante variável, estando a média nacional em torno de 600 a 900 Kg/ha (Parrella et al., 2007). Estes autores detectaram grande variação na qualidade fisiológica das sementes de mamona utilizadas em Minas Gerais no ano de 2007, sendo que 75% apresentaram germinação inferior ao padrão estabelecido como mínimo para a comercialização destas sementes no país que é de 80% de germinação (DFASP, 2007).

A qualidade das sementes de mamona tem sido avaliada rotineiramente pelo teste de germinação (Brasil, 1992), conduzido sob

condições ideais, em laboratório. Desse modo, os resultados obtidos expressam o potencial máximo de germinação do lote. No entanto, estes resultados nem sempre são confirmados em campo, principalmente quando as condições de ambiente se desviam das mais adequadas. Por este motivo, atualmente, é cada vez mais crescente a procura por métodos que permitam avaliar, de maneira rápida e eficiente, o potencial fisiológico das sementes, representado pelo seu potencial de armazenamento e de emergência de plântulas em campo. Neste contexto, os testes de vigor são essenciais, pois retratam o comportamento das sementes sob maior amplitude de ambiente, complementando as informações obtidas no teste de germinação (Marcos Filho, 1999a). Dentre estes testes, destacam-se o de envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e frio que têm sido utilizados para sementes de diversas espécies. Porém, são escassos os estudos direcionados à adequação da metodologia destes testes para a avaliação do vigor de sementes de mamona.

O teste de envelhecimento acelerado baseia-se no princípio de que, quando as sementes são expostas, por determinado período, à alta temperatura e à alta umidade relativa do ar, o processo de deterioração é acelerado, de modo que sementes mais vigorosas deterioram-se mais lentamente (Marcos Filho, 1999b). A combinação entre período de exposição e temperatura durante o teste varia de acordo com a espécie, havendo indicações de sucesso com o uso de temperaturas entre 40 e 45°C e períodos de envelhecimento de 48 a 96 horas (Marcos Filho, 1999b).

Para Rocha et al. (2007), o envelhecimento acelerado a 40°C por 48 horas e 76% UR foi o procedimento mais eficiente para classificar lotes de

sementes de mamona em níveis de vigor. Os autores constataram ainda que o período de 72 horas provocou a morte das sementes.

O teste de condutividade elétrica se baseia na avaliação indireta do estado de organização das membranas celulares, através da determinação da quantidade de íons liberados pelas sementes na solução de embebição (Vieira & Krzyzanowski, 1999). Assim, sementes de menor vigor apresentam maior valor de condutividade elétrica quando comparadas às mais vigorosas (AOSA, 1983; Hampton & Tekrony, 1995). Em sementes de mamona, Santos Filha et al. (2004), objetivando avaliar a correlação entre os períodos de embebição e condutividade elétrica da água de imersão, verificaram que houve aumento do peso da semente devido à absorção de água, assim como aumento na concentração de nutrientes na solução de embebição, devido à liberação de íons pela semente, com o passar do tempo de embebição (0, 6, 12, 18, 24 horas), sendo o tempo de 24 horas o que apresentou maior valor médio de condutividade elétrica. Fonseca et al. (2004) relataram que este teste não foi eficiente na diferenciação dos lotes de mamona em níveis de qualidade, possivelmente devido à baixa permeabilidade do tegumento das sementes. Resultados semelhantes foram obtidos por Parrella et al. (2007), que concluíram que os testes de condutividade elétrica e lixiviação de K^+ não são os mais indicados na separação de lotes de sementes de mamona em diferentes níveis de qualidade por não apresentarem correlação significativa com o teste de germinação. Por sua vez, Souza et al. (2007) conseguiram detectar diferenças na qualidade de sementes de mamona através do teste de condutividade elétrica.

Diversos fatores podem afetar os resultados de condutividade elétrica, dentre eles, o teor de água das sementes (Vanzolini & Nakagawa, 1999), período de embebição (Loeffler et al., 1988; Dias & Marcos Filho, 1996; Vanzolini & Nakagawa, 1999), temperatura de embebição (Gaspar & Nakagawa, 2002), volume de água utilizado e presença de danos nas sementes (Tao, 1978).

Uma das vantagens deste teste é a rapidez na obtenção dos resultados (Vieira & Krzyzanowski, 1999). O período de 24 horas de embebição tem sido o mais recomendado para a avaliação da condutividade elétrica de sementes de diversas espécies. Contudo, existem pesquisas indicando que o período de embebição das sementes de soja pode ser reduzido (Loeffler et al., 1988; Marcos Filho et al., 1990; Dias & Marcos Filho, 1996), o que não foi possível em sementes de feijão-vagem (Dias et al., 1998). Em sementes de amendoim, a embebição por três horas permitiu identificar o lote de qualidade inferior (Vanzolini & Nakagawa, 1999). Por outro lado, Hampton et al. (1994) e Bruggink et al. (1991) obtiveram resultados promissores com sementes de milho quando utilizaram períodos de embebição mais longos (48 horas). Em sementes de mamona, Souza et al. (2007), utilizando amostras de 25 sementes imersas em 75 mL de água, a 25°C, constataram que o período de seis horas de embebição foi o mais indicado para a realização do teste.

A temperatura de embebição afeta a quantidade e a velocidade de liberação de lixiviados (Vieira & Krzyzanowski, 1999), sendo que tradicionalmente o teste é conduzido a 25°C (Loeffler et al., 1988; Vieira & Krzyzanowski, 1999). Contudo, lotes de sementes de amendoim foram

diferenciados quanto ao vigor quando se utilizou a temperatura de 40°C (Vanzolini & Nakagawa, 1999). Por outro lado, Gaspar & Nakagawa (2002) constataram que as temperaturas de 20, 25, 30, 35 e 40° C não interferiram nos resultados do teste de condutividade elétrica com sementes de milho.

O teste de frio tem sido recomendado principalmente para sementes de milho (Barros et al., 1999) tendo como princípio básico o fato de que a exposição das sementes a fatores adversos, como baixa temperatura, alta umidade do substrato e agentes patogênicos do solo reduz as chances de sobrevivência das sementes pouco vigorosas (Barros et al., 1999). Este teste tem sido utilizado para avaliação da qualidade fisiológica em sementes de algodão (Krzyzanowski, 1980 e Ram et al., 1992), sorgo (Paliwal et al., 1990), trigo (Ram & Wiesner, 1988), dentre outras, sendo escassos os relatos sobre a sua utilização para sementes de mamona.

Loeffler et al. (1985) sugeriram a condução do teste de frio sem solo utilizando rolos de papel toalha, por ser este um método muito mais simples quando comparado ao teste de frio com solo. Os autores verificaram que o método sem solo proporcionou reprodutibilidade dos resultados, além de apresentar sensibilidade suficiente para detectar efeitos de danos causados pela secagem em sementes de milho.

O vigor das sementes também pode estar relacionado às características das plântulas, como o seu crescimento ou vigor (tamanho, massa da matéria fresca e seca, classificação do vigor de plântulas), a velocidade de emergência, dentre outras (Nakagawa, 1999). Segundo Dan et al. (1987), sementes mais vigorosas originam plântulas com maior taxa de crescimento por apresentarem maior capacidade de transformação e de

suprimento de reservas dos tecidos de armazenamento e por haver uma maior incorporação destes pelo eixo embrionário.

O uso de testes de vigor em programas de controle de qualidade de sementes é uma realidade para a maioria das grandes culturas e hortaliças de importância econômica. Porém, existem poucos relatos sobre a utilização destes testes em sementes de mamona. Ao utilizarem diferentes testes para determinar a viabilidade e o vigor destas sementes, Fonseca et al. (2004) concluíram que a primeira contagem de germinação e o teste de pH do exsudato mostraram-se eficientes na diferenciação de lotes em níveis de qualidade, o que não foi possível pelo teste de condutividade elétrica.

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de diferentes métodos para determinação do potencial fisiológico de sementes de mamona, visando destacar procedimentos mais promissores para utilização em programas de controle de qualidade.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Pesquisa em Sementes do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, no período de setembro/2006 a maio/2007, sendo utilizados sete lotes de sementes de mamona (*Ricinus communis L.*), cultivar AL-Guarany. As sementes de cada lote foram acondicionadas em sacos de papel e mantidas em ambiente de laboratório, a 20°C, durante todo o período de realização dos testes. Para cada lote, foram conduzidos os seguintes testes e determinações:

Grau de umidade: foi determinado pelo método da estufa a $105\pm 3^{\circ}\text{C}$, durante 24 horas, de acordo com as Regras para Análise de Sementes - RAS (Brasil, 1992), utilizando-se duas repetições de 12 sementes (aproximadamente 4g). Os resultados foram expressos em porcentagem (base úmida).

Germinação: oito subamostras de 25 sementes foram distribuídas sobre papel toalha, umedecido com volume de água destilada equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco. Foram confeccionados rolos que foram mantidos em germinador a 25°C . As avaliações foram feitas aos sete e 14 dias após a semeadura, sendo os resultados expressos pela média das porcentagens de plântulas normais (Brasil, 1992).

Primeira contagem de germinação: conduzido juntamente com o teste de germinação, registrando-se a porcentagem de plântulas normais obtidas aos sete dias após a instalação do teste. Os resultados foram expressos em porcentagem média de plântulas normais.

Envelhecimento acelerado: foi realizado adotando-se o método do gerbox adaptado recomendado pela AOSA (1983) e relatado por Marcos Filho (1999b). As sementes foram distribuídas em camada única sobre bandeja de tela acoplada à caixa gerbox contendo, ao fundo, 40 mL de água. Os gerbox foram tampados, de modo a se obter 100% UR em seu interior, e mantidos em BOD a 41°C e 45°C , durante 48, 72 e 96 horas. Após cada período, oito subamostras de 25 sementes foram submetidas ao teste

de germinação conforme descrito acima. Os resultados foram expressos em porcentagem média de plântulas normais obtidas aos sete dias. Após cada período de envelhecimento, foram retiradas duas subamostras de 12 sementes para a determinação do grau de umidade conforme método descrito acima.

Teste de frio: as sementes, em oito subamostras de 25, foram distribuídas em papel toalha seguindo-se a metodologia descrita acima para o teste de germinação. Os rolos foram colocados em sacos plásticos e mantidos em incubadora BOD, a 10°C, por sete dias (Loeffler et al., 1985). Em seguida, os rolos foram transferidos para um germinador a 25°C, onde permaneceram por 5 dias, quando foram feitas as avaliações. Os resultados foram expressos em porcentagem média de plântulas normais.

Condutividade elétrica: foi conduzido pelo método de massa, de acordo com o procedimento proposto pelo Comitê de Vigor da ISTA (1995) e relatado por Vieira & Krzyzanowski (1999). Utilizaram-se quatro subamostras de 25 sementes, pesadas com precisão de 0,001g. As amostras foram colocadas em copos plásticos contendo 75 e 100 mL de água destilada e foram mantidas em incubadora BOD, a 25°C, durante 2, 4, 6, 8, 24, 48, 72 horas. Após cada período, a condutividade elétrica das soluções foi determinada em condutímetro Digimed DM-31 e os resultados expressos em $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$.

Porcentagem e velocidade de emergência das plântulas: a semeadura foi feita em caixas plásticas, contendo uma mistura de areia e terra (proporção de 1:1) umedecida a 70% da capacidade de campo, utilizando-se quatro subamostras de 50 sementes. As caixas foram mantidas em casa de vegetação, cuja temperatura mínima foi de $10\pm 7^{\circ}\text{C}$ e a máxima, $35\pm 10^{\circ}\text{C}$. As irrigações foram feitas sempre que necessário. Foram feitas contagens diárias do número de plântulas emergidas, até a estabilização das contagens, para cálculo do índice de velocidade de emergência (IVE) e da velocidade de emergência das plântulas (dias), de acordo com Nakagawa (1999). Foi calculada também, aos 12 e 20 dias após a semeadura, a porcentagem de emergência de plântulas.

Procedimento estatístico: o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. Para cada teste, as médias obtidas para cada lote foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Foram calculados ainda os coeficientes de correlação simples de Pearson (r) entre os dados obtidos nos testes de vigor e os de emergência das plântulas; a significância dos valores de r foi determinada pelo teste t , a 1 e 5% de probabilidade. As análises foram processadas no programa estatístico SAS (1989).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 encontram-se os resultados dos testes de germinação e de vigor realizados em sete lotes de sementes de mamona. Todos os lotes apresentaram germinação acima do padrão nacional mínimo (80%) estabelecido para comercialização de sementes de mamona no país. Pelo teste de germinação, destacaram-se os lotes 2, 5, e 7, os quais foram superiores aos lotes 3 e 6. Ao se avaliar a primeira contagem do teste de germinação que, de acordo com Nakagawa (1999), reflete a velocidade de germinação das sementes, observa-se a superioridade das sementes do lote 1 em relação às dos demais lotes, com pior desempenho para o lote 5, que não diferiu significativamente do lote 6. Este lote também esteve entre os de menor qualidade pelos resultados de germinação. No entanto, o lote 5, que teve fraco desempenho na primeira contagem de germinação, apresentou elevada germinação (97%), estando entre os lotes de alta qualidade fisiológica pelos resultados deste teste (Tabela 1).

Ainda na Tabela 1, pelos resultados do teste de frio verifica-se maior vigor para as sementes dos lotes 2 e 3, vigor intermediário para os lotes 1, 4, 5 e 7, com menor vigor para as sementes do lote 6. O pior desempenho para as sementes deste lote também foi confirmado pelos resultados de germinação e de primeira contagem. Comparando-se os resultados de primeira contagem de germinação com os do teste de frio, constata-se que não houve concordância entre os mesmos quanto à identificação dos lotes de maior vigor.

Ao se avaliar a porcentagem de emergência de plântulas aos 12 dias (Tabela 1), destacaram-se os lotes 1, 2, 3 e 7 como superiores aos lotes 5 e 6, identificados como os de pior desempenho em campo. Resultados semelhantes foram obtidos nos testes de emergência de plântulas aos 20 dias, velocidade de emergência e índice de velocidade de emergência (Tabela 1). Observa-se que o lote 5 apresentou alta germinação em laboratório, destacando-se entre os melhores, desempenho este que não se confirmou em campo. Esta é uma das razões de se avaliar o vigor antes da comercialização das sementes, pois, muitas vezes, lotes com elevada germinação em laboratório podem exibir comportamento diferente em condições de campo (Marcos Filho, 1999a).

TABELA 1. Valores médios de germinação (GERM), primeira contagem de germinação (PCG), germinação no teste de frio (TF), emergência de plântulas aos 12 dias (EMERG-12 dias) e aos 20 dias (EMERG-20 dias), velocidade de emergência de plântulas (VE) e índice de velocidade de emergência obtidos para os sete lotes de sementes de mamona.

LOTE	GERM (%)	PCG(%)	TF (%)	EMERG - 12 dias (%)	EMERG - 20 dias (%)	VE (dias)	IVE
1	93 AB	90 A	85 B	91 AB	95 A	10,45 A	9,11 A
2	94 A	74 BC	94 A	96 A	99 A	10,59 A	9,37 A
3	84 BC	80 B	93 A	95 AB	98 A	10,56 A	9,35 A
4	89 ABC	73 BC	79 B	84 B	91 AB	11,40 BC	7,98 BC
5	97 A	63 D	84 B	72 C	81 B	11,68 C	6,97 D
6	81 C	68 CD	62 C	75 C	81 B	11,58 C	7,03 CD
7	96 A	73 BC	79 B	92 AB	95 A	10,91 AB	8,75 AB
CV(%)	5,2	5,8	4,1	6,2	4,8	1,9	5,1

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em síntese, verifica-se pela Tabela 1 que nem todos os lotes com alta porcentagem de germinação mantiveram-se entre os de alta qualidade fisiológica quando submetidos aos testes de vigor, como ocorreu com o lote 5. Os testes de emergência de plântulas em solo forneceram resultados semelhantes quanto à classificação dos lotes separando dois níveis distintos de vigor, ou seja, os lotes de melhor desempenho, em geral os lotes 1, 2, 3 e 7 e os de pior desempenho (lotes 5 e 6). Houve concordância entre os resultados de primeira contagem de germinação e os de porcentagem e velocidade de emergência quanto à indicação dos lotes 5 e 6 como de menor qualidade fisiológica, o que não ocorreu com relação aos melhores lotes. Pelo teste de primeira contagem destacou-se o lote 1 como superior aos demais, enquanto pelos testes de velocidade e porcentagem de emergência a qualidade superior foi constatada para os lotes 1, 2, 3 e 7.

Na Tabela 2 encontram-se os resultados do teste de condutividade elétrica para os sete lotes de sementes de mamona. Quando se utilizou o volume de água de 75mL, menores valores de condutividade elétrica foram obtidos já a partir de duas horas de embebição para o lote 6, indicando maior qualidade fisiológica em relação aos demais lotes, resultado este que foi mantido até 8 horas de embebição. É importante ressaltar que este lote foi classificado entre os de pior desempenho tanto no teste de germinação como nos testes de vigor relacionados na Tabela 1. Nas avaliações feitas a partir de 24 horas de embebição, destacou-se o lote 1 como o de menor vigor, resultado este que novamente não se mostra coerente com o desempenho apresentado por este lote nos demais testes de avaliação da qualidade (Tabela 1). Portanto, o teste de condutividade elétrica não refletiu

a qualidade fisiológica dos lotes de sementes de mamona, não sendo possível a identificação segura dos lotes de maior e menor vigor. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Fonseca et al. (2004), que concluíram que, devido à baixa permeabilidade do tegumento das sementes, o teste de condutividade elétrica não permitiu diferenciar a qualidade fisiológica dos lotes de mamona. Parrella et al. (2007) também chegaram à conclusão de que o teste de condutividade elétrica, assim como o de lixiviação de K⁺, não são os mais indicados para a separação de lotes de sementes de mamona em diferentes níveis de qualidade. Por outro lado, Souza et al. (2007) verificaram que a condutividade elétrica, avaliada após 6 horas de embebição, em amostras de 25 sementes imersas em 75 mL de água deionizada foi eficiente para detectar diferenças de qualidade entre lotes de sementes de mamona. Também Santos & Paula (2005) concluíram que o teste de condutividade elétrica mostra-se promissor para a diferenciação de lotes de sementes da euforbiácea *Sebastiania commersoniana*, podendo ser conduzido a 25°C, com o uso de 75 sementes embebidas em 75mL de água por 24 horas. De acordo com Albuquerque et al. (2001), essa variação de resultados pode ser explicada uma vez que os testes podem ser afetados por características de composição química da cultivar, espessura do tegumento, tamanho das sementes, entre outros fatores.

Os resultados do teste de condutividade elétrica conduzido com 100 mL de água (Tabela 2) também não se mostraram coerentes com os demais testes de vigor empregados (Tabela 1) quanto à identificação dos lotes de

melhor e pior desempenho, mantendo tendência de classificação de lotes semelhante à obtida no teste realizado com 75 mL de água (Tabela 2).

Verifica-se, em ambos os volumes de água testados, que houve aumento gradativo da condutividade elétrica com o aumento do tempo de embebição (Tabela 2, Figuras 1 e 2). Santos Filha et al. (2004), avaliando a quantidade de íons lixiviados na solução de embebição de sementes de mamona, verificaram que houve aumento na concentração de íons na solução com o decorrer do tempo de embebição (0, 6, 12, 18, 24 horas).

TABELA 2. Valores médios da condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) de sete lotes de sementes de mamona imersos em 75 e 100mL de água, após diferentes períodos de embebição.

Volume de água (75ml)							
Lotes	Período de embebição (Horas)						
	2	4	6	8	24	48	72
1	23,0 A	26,1 A	28,4 A	30,8 A	51,2 A	71,8 A	96,5 A
2	22,3 A	24,8 A	26,4 A	27,9 A	42,8 BC	56,2 B	64,0 B
3	22,6 A	25,1 A	26,7 A	28,2 A	41,3 C	56,8 B	65,7 B
4	21,3 A	24,1 A	26,5 A	28,6 A	44,9 BC	57,0 B	64,1 B
5	21,6 A	24,4 A	26,7 A	29,2 A	43,6 BC	56,4 B	67,7 B
6	17,6 B	20,7 B	22,9 B	24,9 B	41,8 BC	51,1 B	59,3 B
7	22,7 A	25,1 A	27,2 A	29,5 A	46,2 B	54,8 B	63,4 B
CV(%)	7,0	5,8	5,3	4,5	4,5	4,7	7,3
Volume de água (100ml)							
Lotes	Período de embebição (Horas)						
	2	4	6	8	24	48	72
1	17,6 A	20,0 A	22,0 A	23,9 A	38,5 A	57,3 A	80,4 A
2	17,4 A	19,1 AB	20,2 AB	21,1 ABC	30,2 B	42,5 B	48,8 B
3	17,0 AB	19,1 AB	20,1 AB	21,0 ABC	31,8 B	43,7 B	50,0 B
4	14,5 AB	17,2 AB	18,5 AB	20,0 BC	30,5 B	43,6 B	53,3 B
5	17,1 AB	20,6 A	21,5 A	22,9 AB	35,1 AB	45,4 B	53,9 B
6	13,7 B	15,9 B	17,3 B	18,5 C	31,7 B	38,5 B	46,3 B
7	16,9 AB	18,7 AB	20,6 AB	22,3 ABC	34,2 AB	44,4 B	52,8 B
CV(%)	9,3	8,2	8,2	7,8	7,7	7,0	6,7

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A evolução da condutividade elétrica das sementes dos sete lotes de mamona, imersas em 75 e 100mL de água destilada, ao longo dos períodos de embebição está ilustrada nas Figuras 1 e 2, respectivamente. Verifica-se

que, de duas a oito horas de embebição, a lixiviação de eletrólitos foi aumentando lentamente para todos os lotes e, a partir de oito horas, houve um aumento mais expressivo do valor da condutividade elétrica até 72 horas de embebição. Nota-se, contudo, que para o lote 1 este aumento, a partir de 24 horas, foi bem mais intenso quando comparado ao observado para os outros lotes, o que pode ser devido, provavelmente, a alguma ruptura do tegumento de algumas sementes ou a maior permeabilidade do tegumento das sementes deste lote, pois, de acordo com os demais testes empregados (Tabela 1), este aumento não está relacionado ao vigor, pois este lote apresentou elevada qualidade fisiológica.

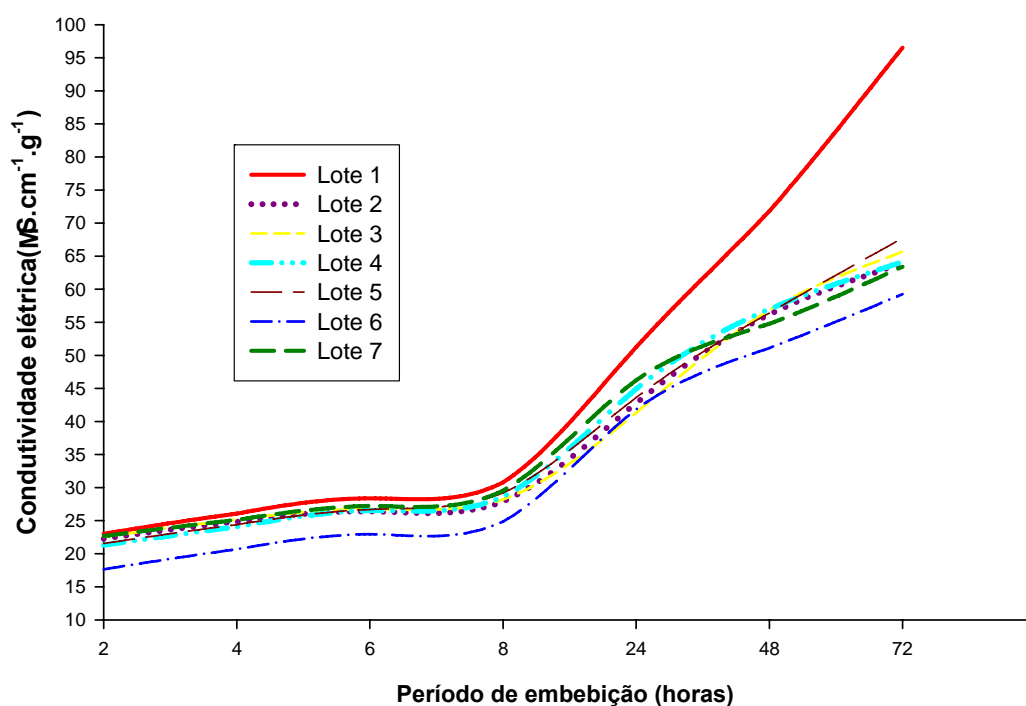


FIGURA 1. Valores médios da condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) de sete lotes de sementes de mamona imersos em 75mL de água, após diferentes períodos de embebição.

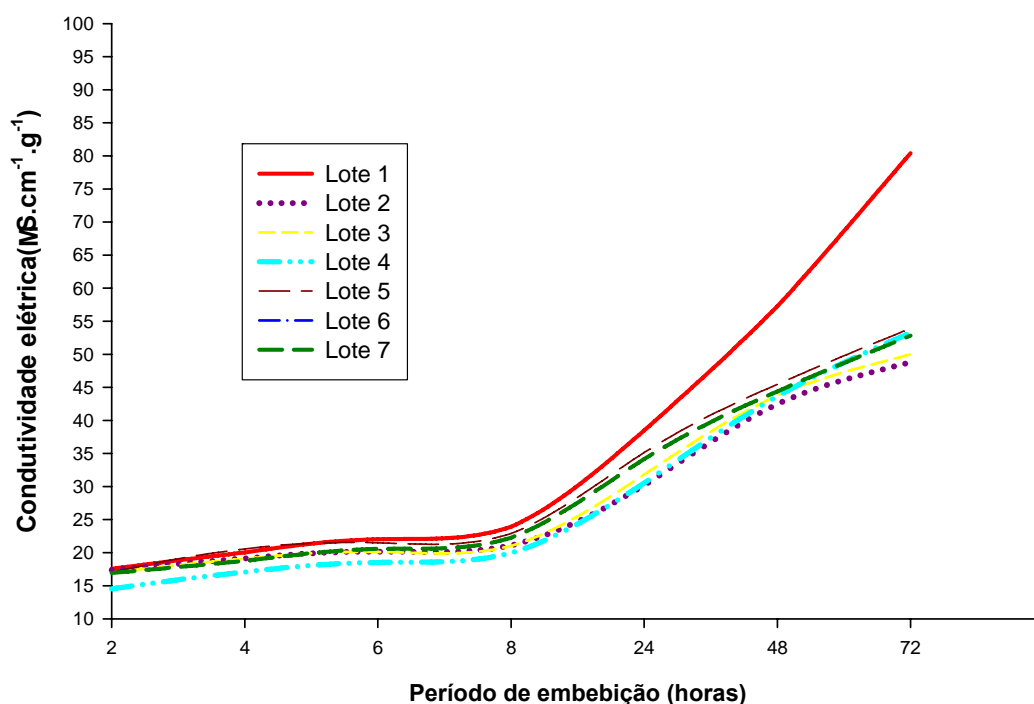


FIGURA 2. Valores médios da condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) de sete lotes de sementes de mamona imersos em 100mL de água, após diferentes períodos de embebição.

Na Tabela 3 são apresentados os resultados do teste de envelhecimento acelerado, nas diferentes temperaturas e períodos de exposição. Na temperatura de 41°C e período de exposição de 48 horas, o lote 1, que apresentou alta qualidade nos demais testes de vigor (Tabela 1), foi classificado entre os lotes de pior desempenho, só não sendo inferior ao lote 6. Os lotes 2 e 3 apresentaram vigor superior aos demais. Quando se utilizou o período de 72 horas de envelhecimento, os lotes 1, 2 e 3 foram considerados os de maior qualidade fisiológica e o lote 6 como o de pior vigor, resultados estes que se mostram coerentes com os obtidos nos demais testes de vigor aplicados (Tabela 1). A 41°C e 96 horas, manteve-se a mesma tendência de classificação de lotes obtida no período de 72 horas,

porém, constatou-se alta incidência de fungos, dificultando a avaliação, especialmente dos lotes de menor qualidade fisiológica. Dessa forma, os resultados obtidos para o teste de envelhecimento acelerado, a 41°C e 100% UR, indicaram que o período de 72 horas de envelhecimento permitiu a separação dos lotes em diferentes níveis de vigor, correspondendo à classificação de lotes obtidos nos demais testes empregados. Portanto, este período mostrou-se mais adequado para a condução do teste que os demais tempos testados. Por sua vez, Rocha et al. (2007) constataram que o teste de envelhecimento acelerado a 40°C e 100% UR, por um período de exposição de 72 horas, provocou a morte das sementes de mamona BRS-Energia, o que não ocorreu quando foi utilizada umidade relativa de 76%.

TABELA 3. Germinação (%) de sementes de mamona submetidas ao teste de envelhecimento acelerado, usando-se duas temperaturas e três períodos de exposição.

Lote	41°C		
	48h	72h	96h
..... %			
1	70 C	82 A	70 AB
2	82 A	78 A	86 A
3	81 A	83 A	85 A
4	71 C	66 BC	57 BC
5	73 BC	69 B	44 C
6	56 D	54 C	25 D
7	69 C	67 B	63 B
CV(%)	5,2	7,5	11,8
45°C			
1	51 B	65 BC	73 A
2	37 C	41 D	34 B
3	85 A	85 A	75 A
4	56 B	51 CD	26 B
5	60 B	46 D	33 B
6	50 B	41 D	28 B
7	60 B	76 AB	77 A
CV(%)	8,9	11,3	13,1

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No teste de envelhecimento acelerado conduzido a 45°C (Tabela 3), observou-se, em todos os períodos testados, valores de germinação após envelhecimento inferiores aos obtidos a 41°C, indicando que aquela temperatura foi mais drástica para as sementes, conforme já se esperava. O aumento da temperatura é um dos fatores que contribui para acelerar o processo de deterioração das sementes, conforme o princípio básico deste teste (Marcos Filho, 1999b). Verifica-se que o lote 2, considerado nos demais testes de vigor (Tabela 1) e no teste de envelhecimento acelerado a 41°C (Tabela 3) como de alto vigor, no teste conduzido a 45°C, foi classificado entre os de pior desempenho, em todos os períodos de envelhecimento (Tabela 3). Portanto, o envelhecimento acelerado a 45°C provocou deterioração excessiva das sementes, dificultando identificar o real nível de vigor dos lotes, especialmente do lote 2. Nota-se que, nos períodos de 48 e 72 horas, apenas o lote 3 foi classificado como de alta qualidade, ficando os lotes 1 e 2, também pertencentes a esta categoria pelos resultados dos testes de frio e emergência de plântulas, como de qualidade inferior. Observa-se ainda que, no período de 96 horas, a 45°C, destacaram-se como superiores aos demais, os lotes 1, 3 e 7, sendo os valores absolutos obtidos para os lotes de menor vigor considerados baixos, variando de 26% a 34% de germinação após o envelhecimento. Estes valores indicam que o processo de deterioração destas sementes foi bastante acelerado devido às condições a que foram expostas (45°C e 100% UR). É importante ressaltar que, nesta condição, houve elevada contaminação por microorganismos, dificultando as avaliações.

No teste de envelhecimento acelerado para sementes de grandes culturas, temperaturas mais utilizadas são 41 ou 42°C por período de tempo variável conforme a espécie. No entanto, alguns estudos mais recentes têm indicado o uso da temperatura de 45°C objetivando reduzir o tempo de envelhecimento. A combinação desta temperatura com o período de envelhecimento de 72 horas possibilitou separar lotes de sementes de milho de qualidade superior e inferior, independentemente do genótipo (Bittencourt & Vieira, 2006).

TABELA 4. Teor de água (%) de sementes de mamona antes e após exposição ao teste de envelhecimento acelerado, usando-se duas temperaturas e três períodos de exposição.

Lote	41°C			
	0h	48h	72h	96h
	%.....			
1	6,75	11,08	11,37	14,99
2	6,62	11,50	11,81	13,04
3	6,02	11,03	12,42	11,94
4	6,84	11,52	11,06	13,41
5	6,93	11,74	11,87	12,80
6	6,94	11,66	11,33	13,85
7	6,48	12,85	12,84	15,28
	45°C			
1	6,75	11,12	11,85	11,80
2	6,62	13,25	14,24	12,84
3	6,02	13,25	12,60	12,76
4	6,84	12,32	11,60	12,36
5	6,93	13,07	12,07	12,26
6	6,94	13,38	11,90	11,91
7	6,48	12,98	13,40	14,13

Os teores de água das sementes de mamona, determinados antes (0h) e após a exposição aos diferentes períodos de envelhecimento acelerado, são apresentados na Tabela 4. O grau de umidade inicial das sementes dos sete lotes foi semelhante, variando de 6,0 a 6,9, o que

constitui um fator de extrema importância para a padronização das avaliações e obtenção de resultados consistentes (Loeffler et al., 1988; Krzyzanowski et al., 1991; Marcos Filho, 1999a). Segundo Marcos Filho (1999b), variações de 1 a 2 pontos percentuais no grau de umidade inicial das sementes de diferentes lotes são consideradas toleráveis para a condução do teste de envelhecimento acelerado. Se as sementes de várias amostras apresentarem teores de água muito distintos, poderá ocorrer variação acentuada na velocidade de absorção de água durante o envelhecimento com conseqüente diferença na intensidade de deterioração das amostras. É importante ressaltar que, sementes mais úmidas, em geral, são mais sensíveis às condições do teste.

Observa-se na Tabela 4 que tanto na temperatura de 41°C quanto na de 45°C, as variações no grau de umidade das sementes, após a realização do teste, foram inferiores aos limites toleráveis, para todos os períodos de exposição, indicando a uniformidade das condições do teste de envelhecimento acelerado. Variações de 3 a 4 pontos percentuais entre o teor de água das amostras após o envelhecimento acelerado são toleráveis (Marcos Filho, 1999b). Verifica-se que as sementes de mamona dos diferentes lotes atingiram teores de água que variaram entre 11 e 15%.

CONCLUSÕES

- Os testes de frio e de envelhecimento acelerado, a 41°C e 100% UR por 72 horas, foram eficientes para identificar o nível de vigor dos lotes de

mamona, possibilitando classificação de lotes semelhante à obtida no teste de emergência de plântulas em solo.

- O teste de envelhecimento acelerado a 45°C e 100%UR provocou deterioração excessiva das sementes, dificultando identificar o real nível de vigor dos lotes.

- O teste de condutividade elétrica não foi adequado para a avaliação do potencial fisiológico das sementes de mamona.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, M.C.F.E.; MORO, F.V.; FAGIOLI, M. & RIBEIRO, M.C. Teste de condutividade elétrica e lixiviação de potássio na avaliação de sementes de girassol. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.1, p.1-8, 2001.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigour testing handbook**. East Lansing, 1983. 88p. (Handbook on Seed Testing. Contribution, 32).

BARROS, A.S.R.; DIAS, M.C.L.L.; CÍCERO, S.M. & KRZYZANOWSKY, F.C. Teste de Frio. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D. & FRANÇA NETO, J.B. (eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. Cap.5, p.1-15.

BITTENCOURT, S.R.M. & VIEIRA, R.D. Temperatura e período de exposição de sementes de milho no teste de envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.28, n.3, p.161-168, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: CLAV/DNDV/SNDA/MA, 1992.365p.

BRUGGINK, H.; KRAAK, H.L. & BEKENDAM, J. Some factors affecting maize (*Zea mays* L.) cold test results. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.19, n.1, p.15-23, 1991.

DAN, E.L.; MELLO, V.D.C.; WETZEL, C.T.; POPINIGIS, F. & SOUZA, E.P. Transferência de matéria seca como método de avaliação do vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.9, n.3, p.45-55, 1987.

DFASP. Departamento Federal de Agricultura de São Paulo. Disponível em:<http://www.dfasp.gov.br/sefag_vegetal/doc/legislacao/anexo_vii_da_instrucao_normativa_25_de_16-12-2005.pdf>. Acesso em: 28 de agosto de 2007.

DIAS, D.C.F.S. & MARCOS FILHO, J. Teste de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de soja. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.53, n.1, p.31- 42, 1996.

DIAS, D.C.F.S.; VIEIRA, A.N. & BHÉRING, M.C. Condutividade elétrica e lixiviação de potássio para avaliação do vigor de sementes de hortaliças: feijão vagem e quiabo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.2, p.408-413, 1998.

FONSECA, N.R.; MYCZKOWSKI, M.L.; PRIOR, M.; SÁ, R.O.; NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C. & ZANOTTO, M. D. Testes de avaliação da viabilidade e do vigor em sementes de mamona. In: I CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA - Energia e Sustentabilidade, Campina Grande, 23/26 nov. 2004. **Anais**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. p.7-12.

FREIRE, R.M.M. Ricinoquímica. In: AZEVEDO, D.M.P. & LIMA, E.F. (eds.). **O Agronegócio da Mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. v.13, p.295-335.

GASPAR, C. M. & NAKAGAWA, J. Teste de condutividade elétrica em função do número de sementes e da quantidade de água para sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Curitiba, v.24, n.2, p.70-76, 2002.

HAMPTON, J.G.; LUNGWANGWA, A.L. & HILL, K.A. The bulk conductivity test for *Lotus* seed lots. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.22, n.1, p.177-180, 1994.

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

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. **Handbook of vigour test methods**. 3.ed. Zurich, 1995. 117p.

KRZYZANOWSKI, F.C. **Factores affecting the germination and emergence of cotton seed**. Mississippi State: Mississippi State University, 1980. 106p. (Tese de Ph.D.).

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

LOEFFLER, N.L.; MEIER, J.L. & BURRIS, J.S. Comparasion of two cold test procedures for use in maize drying studies. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.13, n.3, p.653-658, 1985.

LOEFFLER, T.M.; TEKRONY, D.M. & EGLI, D.B. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. **Journal of Seed Technology**, Zurich, v.12, n.1, p.37-53, 1988.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D. & FRANÇA-NETO, J.B. (eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999b. Cap.3, p.1-24.

MARCOS FILHO, J. Testes de Vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D. & FRANÇA-NETO, J.B. (eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999a. Cap.1, p.1-21.

MARCOS FILHO, J.; SILVA, W.R.; NOVENBRE, A.D.L.C. & CHAMMA, H.M.C.P. Estudo comparativo de métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, com ênfase no teste de condutividade elétrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, n.12, p.1805-1815, 1990.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D. & FRANÇA-NETO, J.B. (eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.2, p.1-24.

PALIWAL, S.; BASKIN, C.C. & DELOUCHE, J.C. The relationship between the tetrazolium test in assessing sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) seed quality. **Journal of Seed Technology**, Zurich, v.14, n.1, p.56-60, 1990.

PARRELLA, N.N.L.D.; CARVALHO, M.L.M.; PARRELLA, R.A.C. & FIDANZA, L. Qualidade de sementes de mamona (*Ricinus communis* L.) utilizadas no Estado de Minas Gerais. In: 4º CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, Varginha, 03/07 jul. 2007. **Anais**. Varginha: Universidade Federal de Lavras, 2007. p.906-913.

RAM, C.; CHABRA, B.S.; MOR, B.R. & TOMER, R.P.S. Correlation among laboratory tests and field emergence in cotton. **Seed Science Research**, New York, v.16, n.1, p.47-50, 1992.

RAM, C. & WIESNER, L.E. Effects of artificial ageing on physiological and biochemical parameters of seed quality in wheat. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.16, n.3, p.579-587, 1988.

ROCHA, M.S.; BRAGA JÚNIOR, J.M.; BRUNO, R.L.A.; VIANA, J.S.; MOURA, M.F.; BELTRÃO, N.E.M. & GUEDES, R.S. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de mamona cultivar BRS Energia. In: 4º CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, Varginha, 03/07 jul. 2007. **Anais**. Varginha: Universidade Federal de Lavras, 2007. p.1421-1431.

SANTOS FILHA, M.E.C.; LIMA, C.B.; SÁ, C.R.L.; MOURA, R.D.; RUFINO, M.S.M.; VASCONCELLOS S. FILHO, S. & RIBEIRO, M.C.C. Efeito da condutividade elétrica e da embebição em sementes de mamona de duas safras (2003 e 2004). Disponível em: <http://www.abhorticultura.com.br/Biblioteca/Default.asp?id=4852>. Acesso em: 07/10/2006.

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

SAS. **SAS/STAT user's guide**. Version 6,4 ed. SAS Cary, NC, Institute Inc, 1989.

SAVY FILHO, A. **Mamona tecnologia agrícola**. Campinas: EMOPI, 2005. 105 p.

SOUZA, L.A.; CARVALHO, M.L.M.; KATAOKA, V.Y.; COELHO, D.S. & SANTOS-NETO, A.L. Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade de sementes de mamona. In: 4º CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, Varginha, 03/07 jul. 2007. **Anais**. Varginha: Universidade Federal de Lavras, 2007. p.409-418.

TAO, J.K. Factors causing variations in the conductivity test for soybean seeds. **Journal of Seed Technology**, Zurich, v.3, n.1, p.10-18, 1978.

VANZOLINI, S. & NAKAGAWA, J. Teste de condutividade elétrica em sementes de amendoim: Efeitos de temperatura e de período de embebição. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.1, p.41-45, 1999.

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