

Pré-condicionamento das sementes de mamoneira para o teste de tetrazólio

Carolina Maria Gaspar-Oliveira*, Cibele Chalita Martins e João Nakagawa

Departamento de Produção Vegetal, Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Cx. Postal 237, 18603-970, Botucatu, São Paulo, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: cmgasparol@gmail.com

RESUMO. O objetivo do trabalho foi padronizar a metodologia de pré-condicionamento das sementes de mamoneira (*Ricinus communis* L.) para a avaliação do potencial fisiológico pelo teste de tetrazólio. Testaram-se os seguintes métodos de pré-condicionamento: sementes com tegumento entre papel umedecido a 30, 35 e 40°C por 6, 8, 10, 12, 14, 16 e 18h; sementes sem tegumento entre papel umedecido e sementes com tegumento imersas em água a 25, 30, 35 e 40°C por 1, 2, 3, 4, 5 e 6h. Após o pré-condicionamento, removeu-se o tegumento das sementes, que foram cortadas no sentido do comprimento e imersas na solução de tetrazólio a 0,2%, por 120 min., a 35°C. Avaliaram-se a porcentagem de germinação das sementes, o teor de água, antes e após a embebição, e a uniformidade na coloração das sementes após o teste de tetrazólio. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, e a comparação de médias realizada pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Concluiu-se que o pré-condicionamento para o teste de tetrazólio deve ser realizado nas sementes de mamoneira com tegumento, entre papel toalha umedecido, a 35°C por 12h para que os resultados desse teste assemelhem-se aos obtidos no teste de germinação.

Palavras-chave: viabilidade, mamona, metodologia, potencial fisiológico.

ABSTRACT. Preconditioning of castor bean seeds for the tetrazolium test. This research had the objective of standardizing the methodology for preconditioning of castor bean (*Ricinus communis* L.) seeds for the evaluation of their physiological potential by the tetrazolium test. The evaluated seed preconditioning methods were: seeds with coat between moist paper towel at 30, 35 and 40°C for 6, 8, 10, 12, 14, 16 and 18 hours; and seeds without coat between moist paper towel; and seeds with coat immersed in water, at 25, 30, 35 and 40°C for 1, 2, 3, 4, 5 and 6 hours. After preconditioning, the seed coat was removed, the seeds were cut lengthwise, and immersed in tetrazolium solution at a concentration of 0.2% for 120 minutes at 35°C. The seeds' germination percentage, moisture content before and after preconditioning, and staining uniformity after the tetrazolium were evaluated. The statistical design was completely randomized, and the means comparisons were accomplished by the Tukey test at 0.05 level of probability. It was concluded that castor bean seeds should be preconditioned with coat between moist paper towel at 35°C for 12 hours, so that the results of the tetrazolium test will be similar to those obtained in the germination test.

Keywords: viability, castor bean, methodology, physiological potential.

Introdução

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) tem ganhado importância no cenário nacional principalmente pelo biodiesel, uma fonte alternativa de energia, capaz de substituir o petróleo. Esse novo mercado para o óleo de mamona exigirá grandes áreas de plantio para atender a demanda de combustíveis. De acordo com o IBGE (2008), na safra 2007, a área plantada de mamoneira foi de 153.850 ha, o que representa uma demanda de 800 a 1.600 toneladas de sementes. Dessa maneira, a produção de sementes de mamoneira tem se apresentado cada vez mais

tecnificada, com a participação de grandes empresas, produção de híbridos e valorização no preço. Portanto, a obtenção de informações precisas e completas sobre a qualidade das sementes produzidas torna-se importante durante a produção e comercialização.

Entre os testes mais utilizados para se avaliar a qualidade das sementes, destaca-se o teste de tetrazólio, pela sua rapidez, pois os resultados podem ser obtidos em aproximadamente 24h, e a confiabilidade comprovada na avaliação da qualidade de sementes como soja (FRANÇA NETO et al.,

1998), milho (CHAMMA; NOVEMBRE, 2007), amendoim (BITTENCOURT; VIEIRA, 1997a; 1997b), entre outras.

Diversos fatores podem interferir na obtenção de resultados satisfatórios no teste de tetrazólio, principalmente aqueles relacionados à metodologia de execução como preparo e pré-condicionamento das sementes antes da coloração, concentração da solução de tetrazólio, período e temperatura de exposição à solução e critérios de interpretação.

O pré-condicionamento, ou hidratação, das sementes é procedimento adotado no início do teste de tetrazólio para a ativação do sistema enzimático, com intensificação da respiração e das demais atividades metabólicas. Por esses motivos, este processo facilita o preparo das sementes para o teste, a penetração da solução de tetrazólio e o desenvolvimento de uma coloração nítida e evidente (MOORE, 1985). Um pré-condicionamento inadequado pode levar à obtenção de sementes com manchas, fissuras, problemas de coloração e, conseqüentemente, a resultados não-confiáveis para o teste de tetrazólio (BITTENCOURT; VIEIRA, 1997b; COSTA; MARCOS FILHO, 1994; COSTA et al., 1998).

As condições para um condicionamento satisfatório das sementes para o teste de tetrazólio não foram bem estabelecidas para algumas espécies. Para as sementes de mamoneira a hidratação tem sido realizada de diversas maneiras: entre papel-toalha umedecido por 16h (GRABE, 1976) ou por 18h (BRASIL, 1992), ou por imersão direta em água morna durante 3 a 4h (GRABE, 1976). Destaca-se que não há especificação da temperatura que deve ser utilizada em nenhuma das prescrições descritas, o que dificulta a utilização e a padronização do teste de tetrazólio pelas empresas e laboratórios de análise de sementes.

Nesse sentido, ressalta-se que a temperatura de embebição da semente exerce efeito significativo sobre o processo, pois a velocidade de absorção aumenta com a elevação da temperatura e da pressão de difusão da solução de embebição (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Dessa maneira, o aumento da temperatura, durante a etapa de pré-condicionamento da semente, pode abreviar o tempo de execução do teste de tetrazólio (COSTA; MARCOS FILHO, 1994; COSTA et al., 1998). Isto dentro de certos limites, pois uma embebição muito rápida pode ocasionar trincas nos tecidos e a lixiviação de substâncias solúveis, principalmente em sementes deterioradas. Assim, as temperaturas mais indicadas durante o período de embebição estão entre 30 e 40°C (MOORE, 1985).

Além da temperatura, as diferentes características morfológicas, químicas e de impermeabilidade do tegumento das sementes de diversas espécies também influenciam a velocidade de embebição e o desenvolvimento da coloração pelas diferentes estruturas no teste de tetrazólio (WOODSTOCK, 1988).

Algumas pesquisas indicaram a possibilidade de redução do tempo desse teste em relação às Regras para Análise de Sementes – R.A.S. (BRASIL, 1992) a partir da diminuição do período do pré-condicionamento. Pesquisas com sementes de soja (COSTA; MARCOS FILHO, 1994; COSTA et al., 1998), braquiária (NOVEMBRE et al., 2006) e tomate (SANTOS et al., 2007) indicaram a abreviação do tempo de pré-condicionamento destas sementes em 10, 10 e 15h, respectivamente, sem prejuízos à eficiência do teste.

O período de hidratação das sementes para o teste de tetrazólio deve ser estabelecido para cada espécie individualmente, pois, se for superior ao necessário, pode resultar na emergência da radícula; já períodos inferiores podem não estimular com eficiência as atividades metabólicas, resultando em manchas e alterações morfológicas (COSTA et al., 1998; BITTENCOURT; VIEIRA, 1997b).

O grau de umidade das sementes após a fase de pré-condicionamento é fator importante para o desenvolvimento normal da coloração no teste de tetrazólio e pode ser utilizado como parâmetro de referência para a padronização das condições de execução do teste (CHAMMA; NOVEMBRE, 2007; COSTA et al., 1998). Para sementes de braquiária, soja e tomate, os teores de água de 25, 27 e 44%, respectivamente, são considerados adequados (COSTA et al., 1998; NOVEMBRE et al., 2006; SANTOS et al., 2007).

Assim, o presente estudo teve como objetivo padronizar a metodologia de pré-condicionamento das sementes de mamoneira para avaliação do potencial fisiológico pelo teste de tetrazólio.

Material e métodos

Foram utilizados cinco lotes de sementes de mamoneira, cultivar 'AL Guarany 2002', de diversas procedências, homogêneos e amostrados em 2.000 g cada um, para a realização das análises (BRASIL, 1992).

A caracterização da qualidade física e fisiológica dos lotes de sementes foi realizada pelas seguintes avaliações: Teor de água - determinado para as sementes com e sem tegumento, pelo método da estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$ por 24h (BRASIL, 1992), com duas repetições de 15 sementes. Teste de emergência

em areia - realizado com oito repetições de 25 sementes, semeadas entre areia esterilizada (EA), previamente umedecida com água destilada, na proporção de 50% da capacidade de retenção (BRASIL, 1992). Conduzido dentro de caixas plásticas transparentes (110 x 110 x 35 mm), acondicionadas em sacos plásticos (0,033 mm de espessura) para a manutenção da umidade, sob alternância de temperatura e luz (20°C/16h e 30°C/8h sob luz). No 14º dia após a instalação do teste, contabilizaram-se as plântulas normais, anormais e as sementes mortas e duras. As sementes duras foram escarificadas com lixa d'água número 80 e colocadas para germinar por mais sete dias, em rolo de papel (RP), umedecido com 2,5 vezes a massa (g) do papel em água destilada, sob mesma alternância de temperatura para a verificação da sua viabilidade. Emergência de plântulas em campo - realizada com quatro repetições de 50 sementes, semeadas diretamente no solo, a 5 cm de profundidade, no espaçamento de 20 cm entre linhas, dentro de túnel plástico, com irrigação controlada. Consideraram-se plântulas emersas aquelas em que o cotilédone saiu do solo e estava aberto aos 21 dias após a semeadura. Índice de velocidade de emergência de plântulas (IVE) - conduzido em conjunto com a emergência de plântulas em campo, contabilizando-se diariamente o número de plântulas emersas até os 21 dias após a semeadura e calculando-se o IVE pela fórmula proposta por Maguire (1962).

Tratamentos de pré-condicionamento das sementes para o teste de tetrazólio - a absorção de água pelas sementes foi avaliada em 69 tratamentos de pré-condicionamento, assim distribuídos: sementes com tegumento entre papel umedecido a 30, 35 e 40°C por 6, 8, 10, 12, 16 e 18h; sementes sem tegumento entre papel umedecido; e sementes com tegumento imersas em água a 25, 30, 35 e 40°C por 1, 2, 3, 4, 5 e 6h. Dentre esses, o pré-condicionamento de sementes com tegumento entre papel por 18h é o recomendado pelas R. A. S. (BRASIL, 1992) para sementes de mamoneira; e a temperatura de 30°C é a mais baixa dentre as indicadas para o pré-condicionamento das sementes no teste de tetrazólio por Moore (1985). Assim, esse tratamento foi considerado a testemunha e utilizado como referência para a comparação do teor de água e padronização das condições de hidratação.

Na avaliação dos tratamentos de pré-condicionamento, utilizaram-se sementes que não apresentavam dano visível no tegumento. Nos métodos entre papel, as sementes com e sem

tegumento foram colocadas para embebição em papel-toalha para germinação, previamente umedecido na proporção de 2,5 vezes seu peso com água destilada, dobrado em quatro e colocado dentro de sacos plásticos de 0,05 mm para manutenção da umidade (BRASIL, 1992; FRANÇA NETO et al., 1998). No método de imersão em água, as sementes com tegumento foram colocadas em copos plásticos descartáveis com capacidade de 200 mL, com 120 mL de água destilada (GRABE, 1976).

Após os períodos de embebição, as amostras foram retiradas do germinador e determinou-se o teor de água, assim como descrito anteriormente, e, para se eliminar a influência da água presente no tegumento, o mesmo foi removido antes desta avaliação.

Os tratamentos de pré-condicionamento foram comparados quanto à absorção de água pelas sementes. Consideraram-se eficientes em hidratar as sementes primeiramente os tratamentos que apresentaram teores de água estatisticamente semelhantes à testemunha. Os tratamentos eficientes na avaliação de apenas um lote foram avaliados, novamente, para os cinco lotes estudados, que foram considerados como repetições.

Posteriormente, para os tratamentos de pré-condicionamento, considerados eficientes em hidratar as sementes para os cinco lotes, avaliou-se a uniformidade de embebição.

Para os tratamentos que apresentaram uniformidade de embebição, ou seja, teor de água estatisticamente semelhante entre os lotes, realizou-se o teste de tetrazólio com quatro repetições de 25 sementes. Após o pré-condicionamento, o tegumento foi removido e as sementes cortadas longitudinal e medianamente, no sentido do comprimento, por meio do endosperma e embrião, selecionando-se a metade que possibilitasse a melhor visualização das estruturas internas de cada uma delas. As amostras foram colocadas em copos plásticos e imersas na solução de tetrazólio a 0,2%, mantidas em câmara de germinação a 35°C, na ausência de luz, por 120 min. As sementes foram avaliadas e classificadas em viáveis e não-viáveis.

Os resultados dos testes de tetrazólio foram comparados com os do teste de germinação em areia, considerando-se o melhor tratamento de pré-condicionamento aquele que apresentou resultados semelhantes ao do teste de germinação, com 5% de tolerância na diferença entre as médias (FRANÇA NETO, 1999).

A análise estatística foi realizada em delineamento experimental inteiramente casualizado e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (BANZATTO; KRONKA, 2006).

Para os resultados de teor de água após o pré-condicionamento das sementes, realizou-se análise de regressão. Os resultados do teste de tetrazólio e de germinação foram comparados em um fatorial 5 x 7 (lotes x tratamentos). No teste de emergência em areia, em que se utilizaram oito repetições de 25 sementes, as mesmas foram agrupadas antes das avaliações, formando quatro repetições de 50 sementes.

Resultados e discussão

A caracterização da qualidade física e fisiológica dos cinco lotes de sementes está apresentada na Tabela 1. Os resultados do teor de água inicial das sementes com e sem tegumento indicaram diferença estatística significativa entre os lotes, entretanto essas diferenças foram de apenas, aproximadamente, 0,6% e, portanto, não

devem ter interferido nas avaliações. Os lotes apresentaram diferença de qualidade entre eles, evidenciada pelos resultados dos testes de emergência e de índice de velocidade de emergência (IVE).

O estudo da absorção de água das sementes de mamoneira (Figuras 1, 2 e 3) indicou que, para uma determinada temperatura, houve acréscimo do teor de água das sementes na medida em que o período de hidratação das sementes aumentou. Observou-se também que, independente do tratamento, quanto maior a temperatura, maior a quantidade de água absorvida. Esses fenômenos são comumente observados para as sementes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Para os resultados de teor de água dos cinco lotes (Figura 4), não se realizou a regressão, pois não havia dados suficientes para esta análise.

Tabela 1. Caracterização física e fisiológica de sementes de mamoneira determinada pelo teor de água inicial (%) das sementes com e sem tegumento e pelos testes de emergência em areia (%), emergência de plântulas em campo (%) (conduzido de 1 a 21 de abril de 2006) e índice de velocidade de emergência (IVE).

Lotes	Teor de água (%)		Emergência em areia (%)	Emergência de plântulas (%)	IVE
	Com tegumento	Sem tegumento			
1	5,5 A ¹	4,0 A	93 A	91 A	8,4 A
2	5,0 C	3,6 B	90 AB	92 A	8,4 A
3	4,9 C	3,4 B	80 B	72 A	5,4 B
4	5,1 AB	3,6 B	96 A	74 A	7,3 AB
5	5,2 B	3,6 B	96 A	87 A	7,6 AB
CV%	0,8	2,2	3,1	14,0	14,4
DMS	0,2	0,3	11,3	25,5	2,3

¹Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

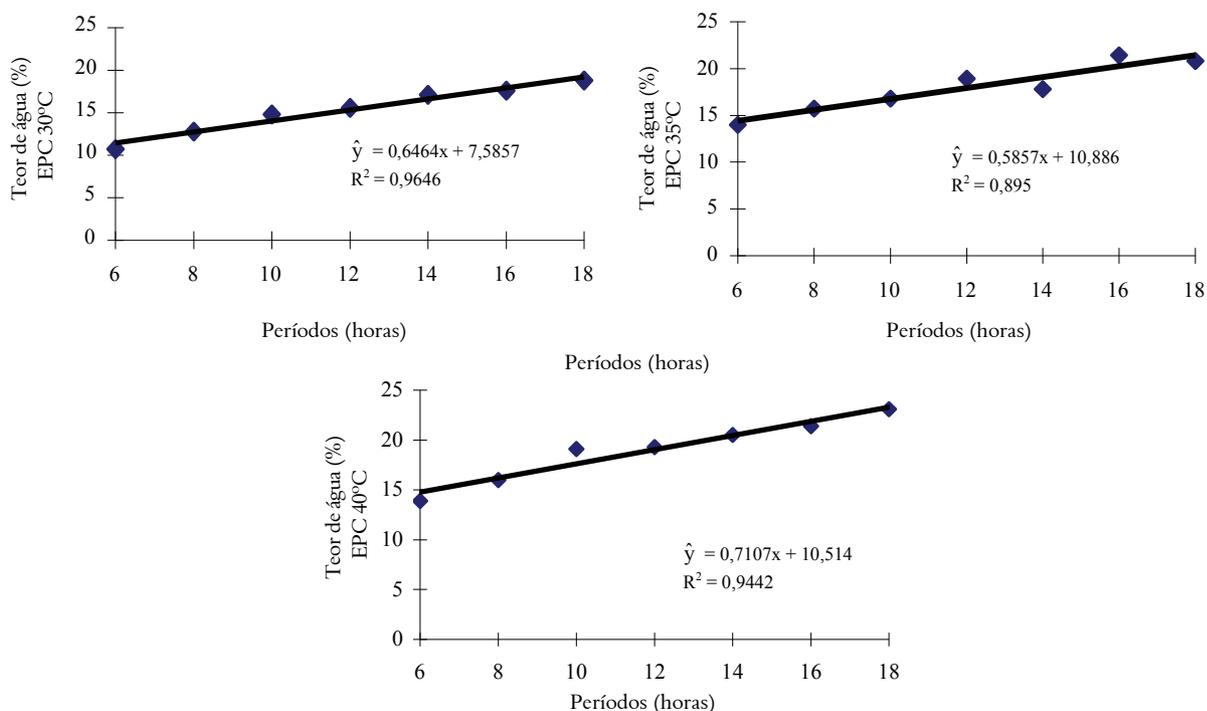


Figura 1. Teor de água (%) de sementes de mamoneira com tegumento, pré-condicionadas entre papel (EPC) a 30, 35 e 40°C por 6, 8, 10, 12, 16 e 18h (lote 1).

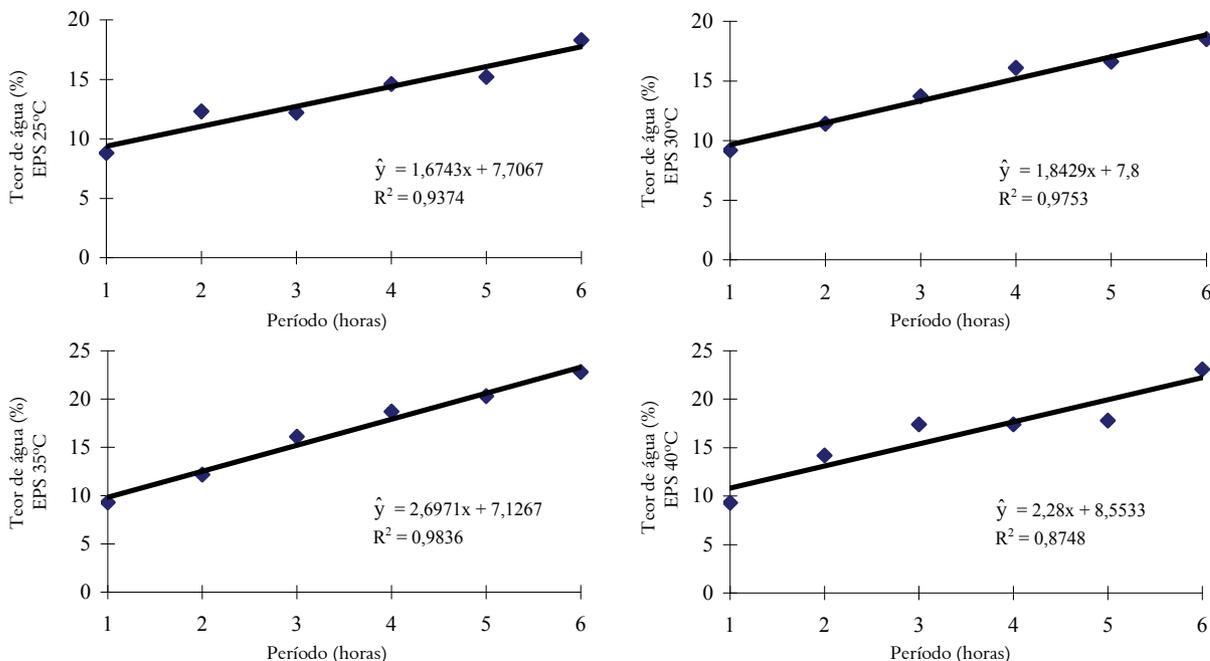


Figura 2. Teor de água (%) de sementes de mamoneira sem tegumento, pré-condicionadas entre papel (EPS) a 25, 30, 35 e 40°C por 1, 2, 3, 4, 5 e 6h (lote 1).

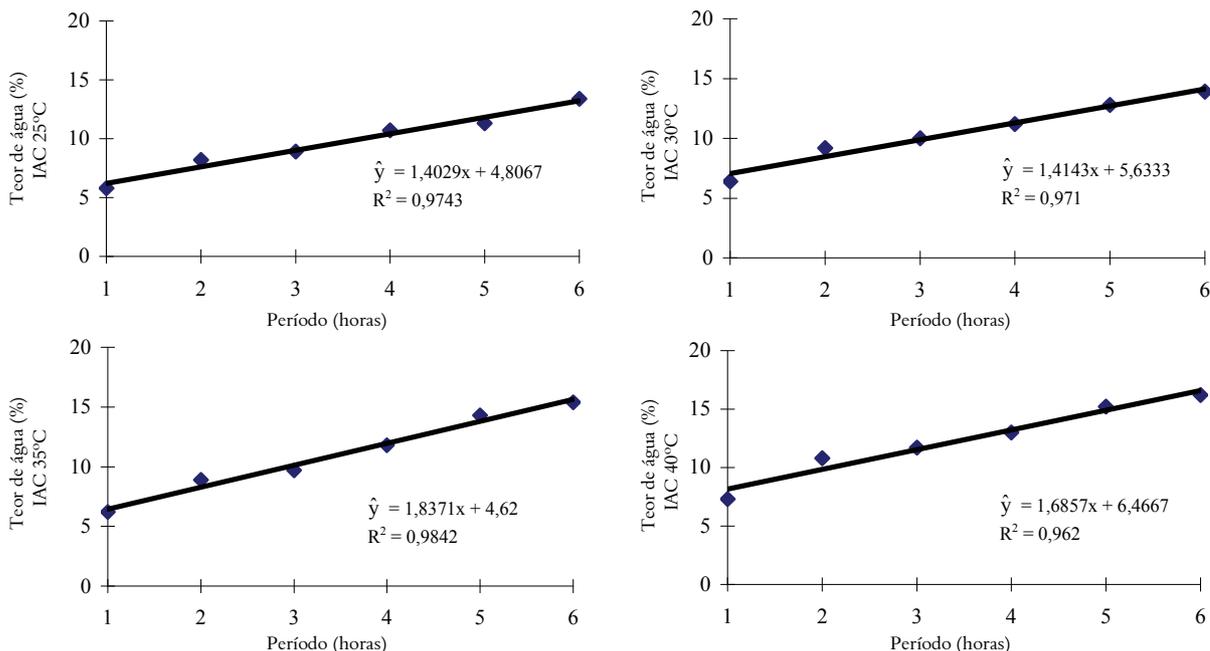


Figura 3. Teor de água (%) de sementes de mamoneira com tegumento, pré-condicionadas pela imersão em água (IAC) a 25, 30, 35 e 40°C por 1, 2, 3, 4, 5 e 6h (lote 1).

Comparando-se os tratamentos entre papel de sementes sem tegumento e imersão em água das sementes com tegumento, que tiveram os mesmos períodos de embebição, pode-se observar que, em todos os períodos estudados, o teor de água após a hidratação entre papel de sementes sem tegumento foi igual ou maior que o do método imersão em água das sementes com tegumento.

Além disso, o tratamento entre papel de sementes sem tegumento proporcionou, em período

bem menor, aproximadamente um terço do tempo, teor de água semelhante estatisticamente ao observado para o método entre papel de sementes com tegumento, indicando a forte barreira à embebição exercida pelo tegumento, o que também ocorreu no método imersão das sementes com tegumento, o qual apresentou menor eficiência na hidratação das sementes que os demais, considerando-se as temperaturas e os períodos testados.

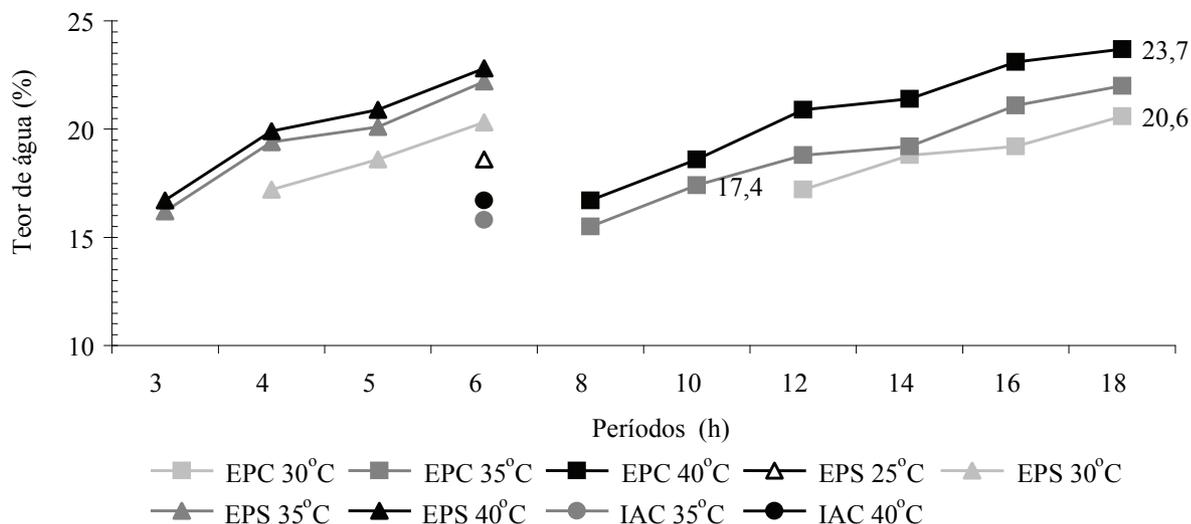


Figura 4. Teor de água (%) de cinco lotes sementes de mamoneira, pré-condicionadas entre papel de sementes com tegumento (EPC) a 30°C por 12 a 18h, a 35°C e a 40°C por 8 a 18h; entre papel de sementes sem tegumento (EPS) a 25°C por 6h, a 30°C por 4, 5 e 6h, a 35°C e a 40°C por 3, 4, 5 e 6h; e imersas em água sementes com tegumento (IAC) a 35 e 40°C por 6h.

Como não houve interesse em prolongar o período para a realização do teste de tetrazólio, e o método entre papel de sementes sem tegumento com 6h apresentou hidratação eficiente das sementes, não foram testados outros tratamentos para o método imersão em água. Além disso, a imersão direta das sementes em água pode comprometer a qualidade das mesmas e os resultados do teste de tetrazólio se realizada por período excessivo pela redução na disponibilidade de oxigênio (BARROS et al., 2005).

Na avaliação da uniformidade de absorção (Tabela 2), como os lotes tinham o mesmo teor de água inicial, após os tratamentos de hidratação os lotes deveriam apresentar teores de água similares. Assim, observou-se que os tratamentos entre papel de sementes com tegumento a 30°C por 18h, a 35°C por 10, 12, 14 e 16h, e a 40°C por 14 e 18h; e entre papel de sementes sem tegumento a 25, 30 e 40°C por 6h, promoveram uniformidade de absorção de água pelas sementes.

Tabela 2. Teor de água de cinco lotes de sementes de mamoneira após os tratamentos de pré-condicionamento método entre papel com (EPC) e sem tegumento (EPS).

Tratamentos	Lotes					CV%	DMS		
	1	2	3	4	5				
EPC	30°C	14h	17,1 b ¹	19,9 ab	18,0 ab	20,3 a	18,8 ab	4,0	3,0
		16h	17,6 b	19,7 ab	18,1 ab	20,5 a	20,0 ab	3,6	2,8
		18h	18,8	22,3	19,4	21,9	20,4	5,8	4,8
	35°C	10h	16,8	17,4	16,2	18,6	18,2	5,4	3,8
		12h	18,9	19,0	16,8	19,9	19,5	6,5	4,9
		14h	17,8	20,1	18,9	20,4	18,8	3,5	2,7
		16h	21,4	22,3	19,6	21,3	21,8	4,4	3,8
	40°C	18h	20,8 b	21,0 b	23,2 a	24,3 a	20,5 b	1,6	1,4
		10h	19,1 ab	18,6 ab	16,5 b	20,3 a	18,7 ab	4,5	3,3
		12h	19,3 b	23,1 a	18,2 b	22,0 b	21,7 a	2,4	2,0
		14h	20,5	22,3	20,6	22,0	21,6	5,1	4,4
		16h	21,4 b	23,8 ab	22,4 ab	24,8 a	23,1 ab	3,0	2,7
18h	23,1	24,7	22,3	25,3	23,2	5,5	5,2		
EPS	25°C	6h	18,3	19,0	17,5	19,2	19,1	4,4	3,3
		6h	16,6 b	21,7 a	16,6 b	19,7 a	18,4 b	4,4	3,3
	30°C	5h	18,5	20,5	20,2	21,8	20,6	5,9	4,8
		6h	18,7 ab	21,9 a	19,2 ab	19,7 ab	17,5 b	4,4	3,4
	35°C	5h	20,3 ab	21,5 a	17,5 b	21,3 ab	19,8 ab	4,9	4,0
		6h	22,8 ab	24,5 a	20,3 b	22,0 ab	21,1 ab	4,1	3,7
		6h	17,4 b	21,3 a	20,7 a	20,6 a	19,6 ab	3,5	2,8
	40°C	5h	17,8 b	23,5 a	19,7 ab	23,1 a	20,3 ab	5,5	4,6
		6h	23,1	25,5	22,2	23,0	20,4	6,3	5,8

¹Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

De acordo com os resultados, pode se afirmar que, para os métodos de pré-condicionamento estudados, a qualidade fisiológica das sementes de mamoneira não influenciou a uniformidade de absorção de água, de modo similar ao constatado por Bittencourt e Vieira (1997b) em sementes de amendoim e diverso do observado para sementes de algodão por Vieira e Von Pinho (1999), pois esses últimos verificaram que os lotes de qualidade inferior devem ser embebidos por um maior período que os lotes de alta qualidade para que ocorra ativação suficiente do sistema enzimático.

Na condução do teste de tetrazólio, verificou-se que os tratamentos entre papel de sementes com tegumento a 35°C por 10h e sem tegumento a 25, 30 e 40°C por 6h não foram eficientes em estimular adequadamente o processo respiratório e a atividade enzimática em todos os tecidos da semente de mamoneira para o teste de tetrazólio (BITTENCOURT; VIEIRA, 1997b; MOORE, 1985) pois apresentaram sementes com coloração desuniforme, ou seja, com áreas de coloração vermelho-escuro, no sentido do centro da semente para as laterais, embora esses tecidos estivessem túrgidos e firmes, sem indícios de deterioração; e também sementes com manchas esbranquiçadas que encobriam o tecido vermelho e túrgido, indicando sua viabilidade (Figura 5).

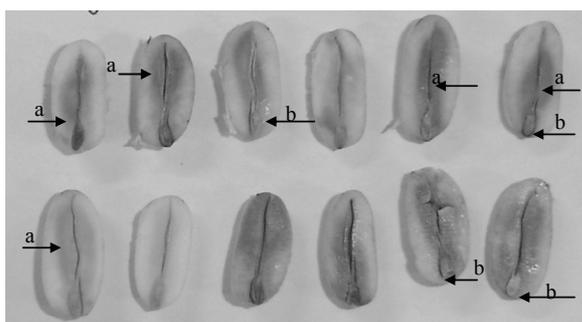


Figura 5. Sementes de mamoneira que apresentavam coloração desuniforme (a) e/ou manchas esbranquiçadas (b) após o teste de tetrazólio.

Esses tratamentos foram considerados inadequados para o pré-condicionamento de sementes de mamoneira, visando o teste de tetrazólio, e assim, não foram utilizados na comparação dos resultados de viabilidade pelos testes de tetrazólio e de emergência (Tabela 3).

As condições inadequadas proporcionadas por estes tratamentos no pré-condicionamento favoreceram o aparecimento destes sintomas enganosos para uma rápida absorção de água, pois essas sementes apresentaram teor de água semelhante ao das submetidas a tratamentos de hidratação mais demorados. Entretanto, o período de embebição utilizado não foi suficiente para a distribuição uniforme da água em toda a semente, comprometendo a uniformidade da coloração e a interpretação correta do teste. Portanto, para as sementes de mamoneira, o teor de água da semente não pode ser utilizado como parâmetro de referência para a realização do teste de tetrazólio, de modo diverso ao constatado para sementes de soja (COSTA et al., 1998), tomate (SANTOS et al., 2007) e milho (CHAMMA; NOVEMBRE, 2007).

Nenhum dos tratamentos do método de pré-condicionamento de sementes sem tegumento resultou na hidratação adequada dos tecidos, levando ao aparecimento de coloração desuniforme e manchas no teste de tetrazólio. Assim, comprova-se a função do tegumento no processo de embebição das sementes, regulando a entrada de água e fazendo com que a embebição ocorra de forma lenta e uniforme (WOODSTOCK, 1988).

Verifica-se, na Tabela 3, que houve diferenças entre os lotes quanto à viabilidade das sementes, e apenas os lotes 3 e 4 apresentaram interação com os tratamentos de pré-condicionamento. Somente o pré-condicionamento de sementes com tegumento entre papel a 35°C por 12h apresentou resultado estatisticamente semelhante ao da germinação para o lote 3 e, para o lote 4, isso ocorreu a 35°C por 12 e 16h e a 40°C por 14 e 18h.

Tabela 3. Sementes viáveis de mamoneira, determinadas pelo teste de tetrazólio, realizado após seis tratamentos de pré-condicionamento entre papel de sementes com tegumento e pelo teste de germinação em areia.

Tratamentos	Sementes viáveis (%)						
	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Lote 5		
Emergência em areia	93 A a ¹	90 A ab	80 B b	96 A a	96 A a		
Pré- condicionamento	30°C 18 h	91 A a	89 A ab	97 A a	80 B b	99 A a	
	35°C	12 h	98 A a	86 A b	91 AB ab	86 AB b	96 A ab
		14 h	96 A a	91 A a	97 A a	80 B b	97 A a
	16 h	16 h	98 A ab	97 A ab	99 A a	88 AB b	99 A a
		40°C	14 h	97 A a	88 A a	98 A a	90 AB a
	18 h	99 A a	94 A a	97 A a	90 AB a	98 A a	
	CV%			3,8			
	DMS lotes			11,1			
DMS tratamentos			10,2				

¹Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna, e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Quanto à avaliação do vigor, o teste de tetrazólio identificou diferenças entre os lotes em todas as condições de pré-condicionamento, exceto nas realizadas a 40°C. As demais condições de pré-condicionamento indicaram os lotes 1 e 5 como superiores e o lote 2 como intermediário. Entretanto, o teste de tetrazólio parece ter superestimado o potencial do lote 3, que também apresentou valores baixos de IVE, na caracterização dos lotes (Tabela 1). Isso pode ter ocorrido pela presença de sementes duras na emergência de plântulas em campo e também de fungos no teste de germinação em areia, pois trabalhos de pesquisa verificaram diferenças maiores que 5% entre os resultados do teste de tetrazólio e de germinação em sementes de algodão (SANTOS et al., 1992; VIEIRA; VON PINHO, 1999), soja (FRANÇA NETO et al., 1998; SCHUAB et al., 2006) e amendoim (BITTENCOURT; VIEIRA, 1997a).

No lote 4, o teste de tetrazólio (Tabela 3) parece ter subestimado o potencial germinativo. Isso pode ter ocorrido, pois os danos observados nas sementes no teste de tetrazólio não se manifestaram no teste de germinação em areia, conduzido em condições controladas. Schuab et al. (2006) também observaram valores de emergência em areia maiores que os do teste de tetrazólio para sementes de soja.

De acordo com os resultados, o teste de tetrazólio não possibilitou o ranqueamento dos lotes de forma semelhante à indicada pelos testes de germinação, emergência de plântulas em campo e IVE realizados na caracterização dos lotes (Tabela 1). Isso pode ser verificado porque a emergência de plântulas em campo e os testes diretos de avaliação da qualidade das sementes são afetados por fatores não-observados durante a condução de testes indiretos, como o tetrazólio (HAMPTON; COOLBEAR, 1990). Dentro deste enfoque, o teste de tetrazólio possibilita a avaliação da capacidade potencial inerente aos lotes de sementes, e a possível falta de concordância entre os resultados deste teste e a emergência das plântulas no campo não implica necessariamente baixa eficiência, pois um analista experiente poderá pesquisar as causas destas diferenças e obter novos parâmetros que contribuam para maior precisão dos resultados.

A análise das médias da Tabela 3 indicou que o tratamento de pré-condicionamento de sementes com tegumento entre papel a 35°C por 12h foi o único que apresentou resultados de germinação e de tetrazólio estatisticamente similares em todos os lotes avaliados.

Esses resultados indicam que é possível uma redução de 6 e 4h, respectivamente, no período de pré-condicionamento de 18 e 16h prescrito pelas R. A. S. (BRASIL, 1992) e por Grabe (1976) para a

condução deste teste com sementes de mamoneira e obtenção de resultados confiáveis. Assim como nesta pesquisa, a redução do tempo de pré-condicionamento recomendado pelas R. A. S. (BRASIL, 1992) para o teste de tetrazólio foi constatado para outras espécies, como amendoim (BITTENCOURT; VIEIRA, 1997b), soja (COSTA et al., 1998), tomate (SANTOS et al., 2007) e braquiária (NOVEMBRE et al., 2006).

Conclusão

Na avaliação do potencial fisiológico das sementes de mamoneira pelo teste de tetrazólio, o pré-condicionamento deve ser realizado nas sementes com tegumento, entre papel-toalha umedecido, a 35°C por 12h.

Referências

- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2006.
- BARROS, D. I.; DIAS, D. C. F. S.; BHERING, M. M.; DIAS, L. A. S.; ARAÚJO, E. F. Uso do teste de tetrazólio para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de abobrinha. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 27, n. 2, p. 165-171, 2005.
- BITTENCOURT, S. R. M.; VIEIRA, R. D. Use of reduced concentrations of tetrazolium solutions for the evaluation of the viability of peanut seed lots. **Seed Science and Technology**, v. 25, n. 1, p. 75-82, 1997a.
- BITTENCOURT, S. R. M.; VIEIRA, R. D. Criteria for peanut seed pre-conditioning for the tetrazolium test. **Seed Science and Technology**, v. 25, n. 3, p. 337-342, 1997b.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2000.
- CHAMMA, H. M. C. P.; NOVEMBRE, A. D. L. C. Teste de tetrazólio para as sementes de milho: período de hidratação e de coloração das sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 2, p. 125-129, 2007.
- COSTA, N. P.; FRANÇA NETO, J. B.; KRZYŻANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; PEREIRA, J. E. Avaliação de metodologia alternativa para o teste de tetrazólio para sementes de soja. **Scientia Agricola**, v. 55, n. 2, p. 305-312, 1998.
- COSTA, N. P.; MARCOS-FILHO, J. Alternative methodology for the tetrazolium test for soybean seeds. **Seed Science and Technology**, v. 22, n. 1, p. 9-17, 1994.
- FRANÇA NETO, J. B. Testes de tetrazólio para determinação do vigor de sementes. In: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999. p. 8.1 a 8.7.

- FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: Embrapa-CNPSO, 1998.
- GRABE, D. F. **Manual do teste de tetrazólio em sementes**. Brasília: Ministério da Agricultura, 1976.
- HAMPTON, J. G.; COOLBEAR, P. Potential versus actual seed performance. Can vigour testing provide an answer? **Seed Science and Technology**, v. 18, n. 2, p. 215-228, 1990.
- IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_200810_4.shtm>. Acesso em: 3 dez. 2008.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.
- MOORE, R. P. **Handbook on tetrazolium testing**. Zurich: ISTA, 1985.
- NOVEMBRE, A. D. L. C.; CHAMMA, H. M. C. P.; GOMES, R. B. R. Viabilidade das sementes de braquiária pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 2, p. 147-151, 2006.
- SANTOS, M. A. O.; NOVEMBRE, A. D. L. C.; MARCOS FILHO, J. Tetrazolium test to assess viability and vigour of tomato seeds. **Seed Science and Technology**, v. 35, n. 1, p. 213-223, 2007.
- SANTOS, V. L. M.; BANCI, C. A.; CALIL, A. C.; MENDOZA, R. M.; SILVA, R. F.; SANTOS, C. M. Utilização do teste de tetrazólio na avaliação da germinação e do vigor de sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L.), como um teste complementar ao teste padrão de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 14, n. 2, p. 155-159, 1992.
- SCHUAB, S. R. P.; BRACCINI, A. L.; FRANÇA NETO, J. B.; SCAPIM, C. A.; MESCHÉDE, D. K. Potencial fisiológico de sementes de soja e sua relação com a emergência das plântulas em campo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 28, n. 4, p. 553-561, 2006.
- VIEIRA, M. G. G. C.; VON PINHO, E. V. R. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de algodão. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999. p. 8.1-1 a 8.1-13.
- WOODSTOCK, L. W. Seed imbibition: a critical period for successful germination. **Journal of Seed Technology**, v. 12, n. 1, p. 1-15, 1988.

Received on December 17, 2008.

Accepted on May 11, 2009.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.