



DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n1p64-69>

Qualidade fisiológica das sementes de sorgo sacarino submetidas à secagem em diferentes condições de ar

Renan Ullmann¹, Osvaldo Resende², Tarcísio H. Chaves³, Daniel E. C. de Oliveira⁴ & Lílian M. Costa⁵

Palavras-chave:

danificação
germinação
vigor

RESUMO

Objetivou-se, com este trabalho, analisar a qualidade fisiológica das sementes de sorgo sacarino submetidas à secagem em diferentes condições de ar. A secagem do sorgo sacarino foi realizada mantendo-se as temperaturas controladas de 40, 55, 70, 85 e 100 °C e umidades relativas de 28,4; 18,6; 12,2; 7,3 e 3,1%, durante os períodos de 3,0; 1,75; 1,42; 1,08 e 0,83 h, respectivamente. Depois da secagem as sementes foram submetidas às análises de condutividade elétrica, porcentagem de germinação, primeira contagem da germinação, índice de velocidade de germinação (IVG), porcentagem de emergência, primeira contagem da emergência e índice de velocidade de emergência (IVE). Constatou-se que o aumento da temperatura do ar de secagem promove maior danificação nas sementes, pelo aumento da condutividade elétrica da solução. A porcentagem de germinação, IVG, porcentagem de emergência e o IVE, tiveram seus valores reduzidos pelo incremento de temperatura. Concluiu-se que a qualidade fisiológica das sementes de sorgo sacarino é afetada pela temperatura do ar de secagem e que as temperaturas mais elevadas promovem maiores danos às sementes podendo ser realizada a secagem até a temperatura do ar de 55 °C.

Key words:

damage
germination
vigor

Physiological quality of sweet sorghum seeds dried under different conditions of air

ABSTRACT

The aim of the study was to analyse the physiological quality of sweet sorghum seeds dried at different conditions of air. Drying of sweet sorghum seeds was performed at controlled air temperatures of 40, 55, 70, 85 and 100 °C and relative humidity of 28.4, 18.6, 12.2, 7.3 and 3.1%, during 3.0; 1.75; 1.42; 1.08 e 0.83 h, respectively. The seeds after drying were subjected to analysis of electrical conductivity, germination, first count of germination, germination speed index (GSI), germination percentage, emergence and emergence rate index (ERI). It was found that increasing the temperature of the drying air promotes greater damage to the seeds by increasing the electrical conductivity of the solution. The percentage of germination, GSI, emergence percentage and ERI were reduced with increase in temperature. It is concluded that the seed quality of sweet sorghum is affected by drying air temperature, and that higher temperatures promote greater damage to the seed; drying can be performed until the air temperature of 55 °C.

INTRODUÇÃO

A região dos Cerrados brasileiros vem sendo considerada, nas últimas décadas, a nova fronteira para produção agroenergética do Brasil em virtude da pressão pela diversificação de fontes de energia em contrapartida aos combustíveis fósseis (Severiano et al., 2009; Rathmann et al., 2010).

Desta maneira, a perspectiva de sustentabilidade passa pela diversificação de matérias-primas dentre elas o sorgo tipo sacarino vem-se destacando atualmente como fonte de energia renovável visando à produção de etanol.

O sorgo sacarino [*Sorghum bicolor* (L) Moench] é um cereal que se assemelha à cana-de-açúcar por armazenar, em seus colmos, grandes quantidades de açúcar e fornecer bagaço mas difere por ser cultivado a partir de sementes e apresentar um estado de maturação menor de 120 a 130 dias (Fontes et al., 2011).

A cultura também se destaca por apresentar maior tolerância ao alumínio tóxico no solo, ao déficit hídrico e à salinidade, possibilitando seu cultivo em áreas consideradas marginais à agricultura (Amaducci et al., 2004; Prasad et al., 2007; Vasilakoglou et al., 2011).

De acordo com Lopes et al. (2002) o aumento de produção e a expansão da área plantada são obtidos em função da tecnologia utilizada, em especial ao uso de sementes de alta qualidade, indispensável para o sucesso de qualquer lavoura, quer para a produção de grãos ou de sementes.

A produção de grãos e sementes com alta qualidade necessita que o produto seja colhido antecipadamente, ou seja, quando ele ainda apresenta elevado teor de água visando, assim, diminuir os danos ocasionados pelo ataque de insetos, pássaros e outros microrganismos passíveis de deteriorar o produto (Corrêa et al., 2006).

Deste modo, as etapas pós-colheita são de extrema importância para garantir a manutenção da qualidade dos grãos colhidos; dentre essas etapas a secagem se destaca como de vital importância.

Neste sentido, a redução do teor de água de sementes pelo processo de secagem atua diretamente na diminuição do metabolismo, o que pode contribuir para diminuir a taxa de deterioração e aumentar o período em que as sementes podem ser armazenadas por longos períodos, sem perda da sua qualidade fisiológica (Carlesso et al., 2008).

Segundo Martinazzo et al. (2007) para que este processo seja realizado de forma mais segura, rápida e econômica, é fundamental conhecer e monitorar os fenômenos físicos que ocorrem durante a secagem.

As sementes com teor de água elevado apresentam altas taxas de atividade respiratória, o que ocasiona o consumo antecipado de reservas provocando um desgaste fisiológico que, por sua vez, ocasionará baixos índices de germinação e vigor.

A realização de um manejo inadequado pode resultar em rápida deterioração e perda da qualidade das sementes. A deterioração, em muitos casos, imperceptível na fase inicial, se manifesta no decorrer do tempo ocasionando reflexos negativos no vigor (Garcia et al., 2004).

Para a análise da qualidade das sementes ressalta-se a necessidade de se complementar as informações do teste

de germinação utilizando-se avaliações de vigor, as quais possibilitam selecionar os melhores lotes para a comercialização (Dias et al., 2006).

Assim e devido à necessidade de atender ao aumento da produção e da preocupação em assegurar a qualidade do produto durante os processos pós-colheita, pesquisas sobre diferentes métodos de secagem e sua influência na qualidade final da semente se tornam cada dia mais relevantes.

Na literatura existe carência de informações a respeito das alterações que podem ocorrer nas sementes de sorgo sacarino, após a secagem. Objetivou-se, então, analisar, no presente trabalho, a qualidade fisiológica das sementes de sorgo sacarino as quais foram submetidas às diferentes condições de secagem.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido nos Laboratórios de Pós-Colheita de Produtos Vegetais e no Laboratório de Sementes do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano (IF Goiano - Câmpus Rio Verde) situados no município de Rio Verde, GO.

As sementes de sorgo sacarino da cultivar BRS 506 foram colhidas manualmente depois da maturação, com teor de água de aproximadamente 23% b.s. Posteriormente, foram encaminhadas para o processo de secagem em estufa com circulação forçada de ar utilizando-se temperaturas controladas e comumente utilizadas para secagem de produtos agrícolas em diversos tipos de secadores, 40, 55, 70, 85 e 100 °C e umidades relativas de 28,4; 18,6; 12,2; 7,3; e 3,1% durante o período de 3,0; 1,75; 1,42; 1,08 e 0,83 h para cada temperatura, respectivamente.

As sementes foram secadas em bandejas contendo 0,3 kg de produto perfazendo uma camada de 3 cm de espessura, em quatro repetições, totalizando 1,2 kg de produto para cada tratamento. As bandejas foram pesadas periodicamente, até o ponto final da secagem de $15 \pm 1\%$ b.s.

Os teores de água das sementes de sorgo sacarino foram determinados por gravimetria utilizando-se a estufa a 105 ± 1 °C, durante 24 h, em três repetições segundo Brasil (2009). A temperatura e a umidade relativa do ar de secagem foram monitoradas por meio de um psicrômetro instalado no interior da estufa.

Após o processo de secagem para a avaliação da qualidade fisiológica, as sementes foram submetidas às análises de condutividade elétrica, porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG), porcentagem de emergência e índice de velocidade de emergência (IVE).

A condutividade elétrica (CE) da solução contendo as sementes de sorgo sacarino foi realizada utilizando-se o "Sistema de Copo" ou "Condutividade de Massa" cuja finalidade foi avaliar a permeabilidade da membrana sempre que a semente se deteriora. Este método se baseia na modificação da resistência elétrica ocasionada pela lixiviação de eletrólitos dos tecidos dos grãos para a solução na qual foram imersos (Vieira & Krzyzanowski, 1999).

Os testes foram realizados em quatro repetições com 50 sementes para cada tratamento. As sementes foram pesadas em balança com resolução de 0,01 g e colocadas em copos de plástico de 200 mL aos quais foram adicionados 75 mL de água

deionizada; em seguida, os copos foram colocados em uma câmara climática do tipo BOD, em temperatura programada de 25 ± 2 °C, durante 24 h.

Imediatamente após este período os copos foram retirados da câmara para medições da condutividade elétrica da solução que continha as sementes. O valor da condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$) fornecido pelo aparelho foi dividido pela massa das sementes (g) obtendo-se valor expresso em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ (Vieira & Krzyzanowski, 1999).

O teste de germinação foi conduzido com quatro subamostras de 50 sementes de cada tratamento, em rolos de papel toalha da marca “Germitest”, em germinador da marca “Mangesdorf”, regulado para manter a temperatura constante de 25 ± 2 °C. A quantidade de água adicionada foi equivalente a 2,5 vezes a massa do substrato seco visando ao umedecimento adequado e, conseqüentemente, à uniformização do teste.

As interpretações foram efetuadas a partir do 4º dia após a semeadura até o 10º dia, segundo os critérios estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes, Brasil (2009), onde foram avaliados:

- Porcentagem de germinação (% GE) - obtida computando-se, no 10º dia após semeadura (DAS) o número de plântulas normais.

- Índice de velocidade de germinação - conduzido conjuntamente com o teste de germinação em que: $(IVG = n1.d1^{-1} + n2.d2^{-1} + n3.d3^{-1} \dots nn.dn^{-1})$; sendo n1 - sementes germinadas no primeiro dia da contagem; n2 - sementes germinadas no segundo dia da contagem; n3 - sementes germinadas no terceiro dia da contagem; nn - sementes germinadas no enésimo dia da contagem; d1 - primeiro dia, d2 - segundo dia; d3 - terceiro dia, dn - enésimo dia) conforme Maguire (1962).

- Primeira contagem da germinação (% PCG) - conduzida juntamente com o teste de germinação, sendo a primeira contagem realizada no 4º dia após a instalação do teste.

A avaliação de emergência foi conduzida com quatro repetições de 50 sementes de cada tratamento, as quais foram semeadas em canteiro de areia em casa de vegetação com nebulização intermitente três vezes ao dia contendo, como substrato, areia grossa, a uma profundidade de 2 cm, conforme Nakagawa (1999).

Na emergência foram consideradas emergidas as plântulas com coleóptilos acima do substrato, contadas a partir do 4º e concluído no 10º dia após a semeadura (DAS) quando então foram avaliados:

- Porcentagem de emergência (% EM) - conduzida conjuntamente com o teste de emergência, computando-se ao 10º DAS o número total de plântulas normais emergidas; o resultado foi expresso em porcentagem.

- Índice de velocidade de emergência (IVE) - conduzido conjuntamente com o teste de emergência. A velocidade de emergência foi determinada anotando-se diariamente o número de plântulas emergidas com os coleóptilos acima do substrato, até a completa estabilização do estande, calculado segundo Maguire (1962).

- A primeira contagem da emergência (% PCE) - conduzida juntamente com o teste de emergência, sendo a primeira contagem realizada no 4º dia após a instalação do teste.

As variáveis que apresentaram significância pelo teste F da análise de variância foram submetidas à análise de regressão

para caracterização do comportamento das variáveis. Os modelos foram selecionados com base na significância da equação, no coeficiente de determinação (R^2) e no conhecimento da evolução do fenômeno biológico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 estão representadas as curvas de secagem para as sementes de sorgo sacarino, submetidas à secagem em diferentes condições de ar. Verificou-se, para as temperaturas de 40; 55; 70; 85 e 100 °C, que os tempos de secagem foram de 3,0; 1,75; 1,42; 1,08 e 0,83 h, respectivamente, para que as sementes atingissem o teor de água de $0,15 \pm 0,01$ (decimal b.s.).

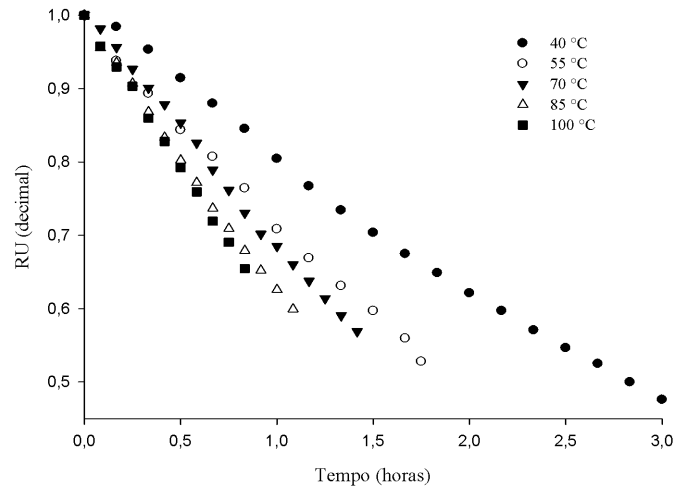


Figura 1. Secagem de sementes de sorgo sacarino nas temperaturas de 40; 55; 70; 85 e 100 °C

Na Tabela 1 se encontra o resumo da análise de variância para as variáveis: condutividade elétrica (CE), germinação (GE), índice de velocidade de germinação (IVG), primeira contagem da germinação (PCG), emergência (EM), índice de velocidade de emergência (IVE) e da primeira contagem da emergência (PCE) após a secagem do sorgo sacarino em diferentes condições de ar. Verifica-se, portanto, que todas as variáveis estudadas apresentaram diferença a 1% de significância pelo teste F, além de baixo coeficiente de variação.

Na Figura 2 são apresentados os valores da variação da condutividade elétrica da solução em função das diferentes temperaturas do ar de secagem para o sorgo sacarino.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para condutividade elétrica (CE), germinação (GE), índice de velocidade de germinação (IVG), primeira contagem da germinação (PCG), emergência (EM), índice de velocidade de emergência (IVE) e da primeira contagem da emergência (PCE) após a secagem do sorgo sacarino em diferentes condições de ar

Variáveis analisadas	Graus de liberdade	Valores médios	Quadrados médios	CV (%)
CE	4	54,10	985.0698**	4,13
% GE	4	77,62	771.0625**	2,95
IVG	4	33,01	191.8692**	2,95
% PCG	4	59,65	753.9187**	3,01
% EM	4	72,10	704.7625**	3,39
IVE	4	29,70	244.6285**	3,69
% PCE	4	52,72	999.5125**	4,66

**Significativo a 0,01 pelo teste F

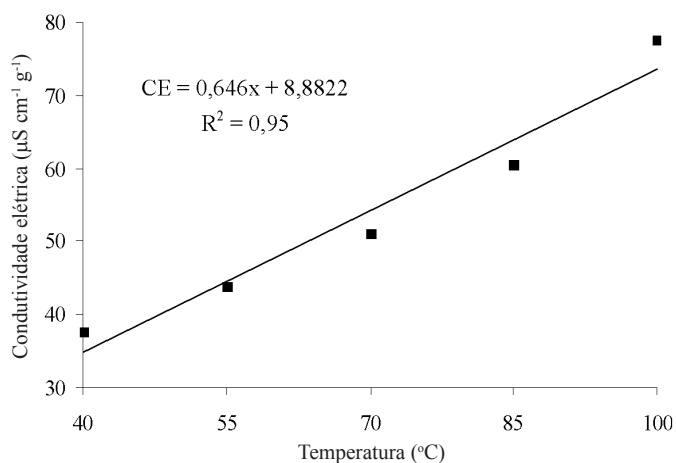


Figura 2. Condutividade elétrica (CE) das sementes de sorgo sacarino após a secagem nas temperaturas (T) de 40, 55, 70, 85 e 100 °C

Os valores médios do teste de condutividade elétrica apresentaram magnitudes de 37; 43; 51; 60 e 77 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, respectivamente, para as temperaturas de 40, 55, 70, 85 e 100 °C.

Constatou-se um aumento linear da condutividade elétrica com a elevação da temperatura do ar de secagem cujos efeitos foram mais acentuados nas temperaturas mais altas sendo que a temperatura de 100 °C apresentou o dobro de lixiviação eletrolítica do que a temperatura de 40 °C. Verifica-se que houve aumento na condutividade elétrica de 0,645 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ para cada 1 °C de incremento na temperatura de secagem.

O aumento da condutividade elétrica expressa uma desorganização maior das células das membranas das sementes tornando a semente mais suscetível aos danos favorecidos por interferência externa, como condições ambientais e ações de patógenos, comprometendo a qualidade fisiológica e o vigor.

Resende et al. (2012) e Almeida et al. (2013) também observaram aumento na condutividade elétrica com o incremento da temperatura do ar de secagem para o feijão azuki.

Segundo Vieira et al. (2002) o teste de condutividade elétrica se baseia na avaliação indireta da qualidade fisiológica por meio da determinação da quantidade de lixiviados na solução de embebição das sementes. De acordo com Vasquez et al. (2011) o teste de condutividade elétrica a 25 °C por 24 h de embebição, é capaz de promover uma estratificação adequada de diferentes níveis de vigor para sementes de sorgo.

Na Figura 3 se encontram os valores da porcentagem de germinação e da primeira contagem da germinação para as sementes de sorgo sacarino submetidas à secagem em diferentes condições de temperatura do ar.

Verifica-se que as porcentagens médias de germinação do sorgo sacarino foram de 94, 88, 77, 68 e 61% e para a primeira contagem se observam os valores de 76, 69, 61, 50 e 42%, para as temperaturas do ar de secagem de 40, 55, 70, 85 e 100 °C, respectivamente.

Constatou-se que houve redução de 0,582 e de 0,577% na porcentagem de germinação e na primeira contagem, respectivamente, assim que ocorreu o incremento de 1 °C na temperatura de secagem.

Verifica-se um decréscimo linear na porcentagem de germinação com o aumento da temperatura podendo-se afirmar

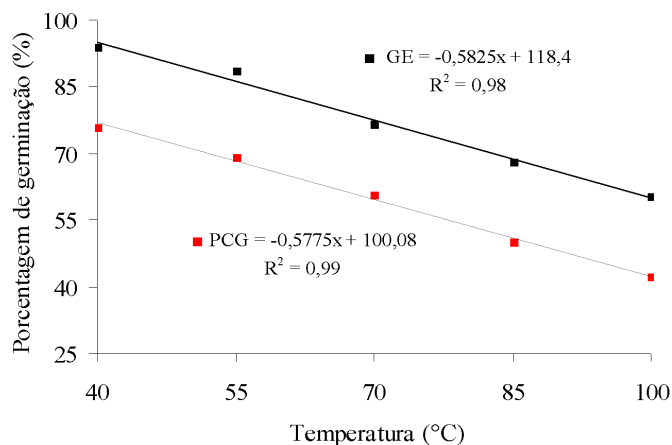


Figura 3. Porcentagem de germinação (GE) e primeira contagem da germinação (PCG) das sementes de sorgo sacarino após a secagem nas temperaturas (T) de 40, 55, 70, 85 e 100 °C

que temperaturas mais elevadas de secagem comprometem a qualidade fisiológica das sementes evidenciando maiores danos nas membranas das células das sementes, nessas condições.

Esses dados corroboram com os obtidos por Menezes et al. (2012a) que constataram aumento na temperatura do ar de secagem reduzindo a germinação de sementes de arroz.

Almeida et al. (2013) e Resende et al. (2012) também observaram diminuição da porcentagem de germinação assim que se elevou a temperatura do ar de secagem para as sementes de feijão azuki.

Oliveira et al. (2011) constataram, para as sementes de sorgo da cultivar BR 305, que o maior valor de germinação ocorreu com sementes secadas sob temperatura de 45 °C, quando estudaram a secagem das sementes à sombra e em protótipos de secadores estacionários, regulados nas temperaturas de 35°, 45° e 35/45 °C.

O aumento na temperatura de secagem resulta no aumento da porcentagem de sementes com fissuras que, associado a outros efeitos influenciados pela secagem, afeta negativamente a germinação (Menezes et al., 2012b).

Ressalta-se que, para não comprometer o limite mínimo de germinação para comercialização de sementes de sorgo, que é de 80% (Brasil, 2005) a secagem não deve exceder os 55 °C de temperatura do ar.

Na Figura 4 estão ilustrados os valores da porcentagem de emergência e da primeira contagem da emergência para as sementes de sorgo sacarino, submetidas à secagem em diferentes condições de ar.

Verifica-se que as porcentagens médias de emergência das sementes de sorgo sacarino foram de 87, 84, 67, 64 e 56% e para a primeira contagem observam-se valores de 70, 64, 54, 44 e 30% de sementes emergidas para as temperaturas do ar de secagem de 40, 55, 70, 85 e 100 °C, respectivamente.

Observa-se redução de 0,544% na porcentagem de emergência e de 0,660 para a primeira contagem, para cada unidade de aumento na temperatura de secagem.

Constata-se decréscimo linear na porcentagem de emergência em ambas as variáveis analisadas (EM e PCE) com o aumento da temperatura demonstrando que temperaturas

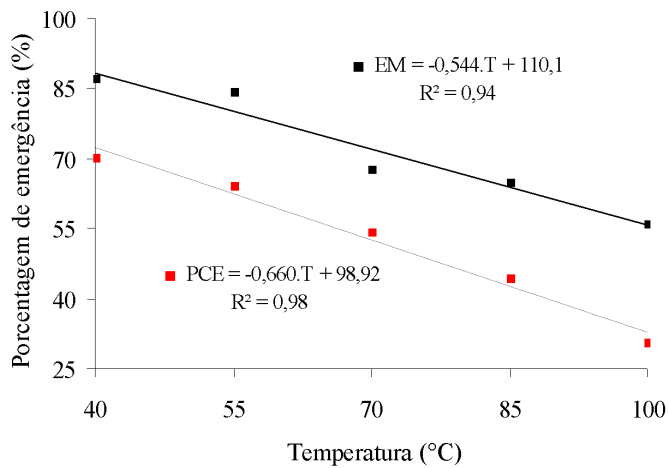


Figura 4. Porcentagem de emergência (EM) e primeira contagem da emergência (PCE) das sementes de sorgo sacarino após a secagem nas temperaturas (T) de 40, 55, 70, 85 e 100 °C

elevadas são prejudiciais às sementes cujo comportamento foi similar ao da germinação, que também apresentou decréscimo gradativo assim que a temperatura se elevou, evidenciando o comprometimento do vigor das sementes.

Nas Figuras 5 e 6 estão apresentados os valores do IVG e IVE, respectivamente, para as sementes de sorgo sacarino submetidas à secagem em diferentes condições de ar.

O IVG apresentou magnitudes de 41, 38, 33, 28 e 24 para as temperaturas do ar de secagem, de 40, 55, 70, 85 e 100 °C, respectivamente.

Desta maneira, a velocidade de germinação foi reduzindo com a elevação da temperatura evidenciando que o incremento de temperatura promove maior danificação nas membranas celulares das sementes comprometendo sua qualidade fisiológica, havendo redução de 0,291 para cada °C de incremento de temperatura.

Esses dados corroboram com os obtidos por Almeida et al. (2013) que observaram, trabalhando com o feijão adzuki, diminuição do IVG com a elevação da temperatura do ar de secagem apresentando menores magnitudes para as temperaturas mais elevadas.

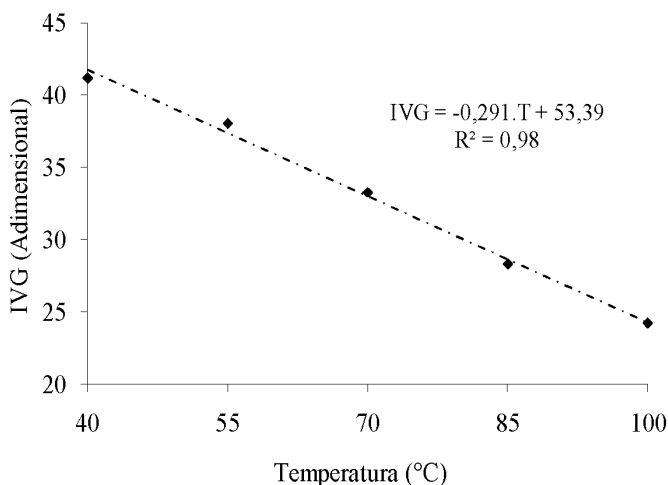


Figura 5. Índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes de sorgo sacarino após a secagem nas temperaturas (T) de 40, 55, 70, 85 e 100 °C

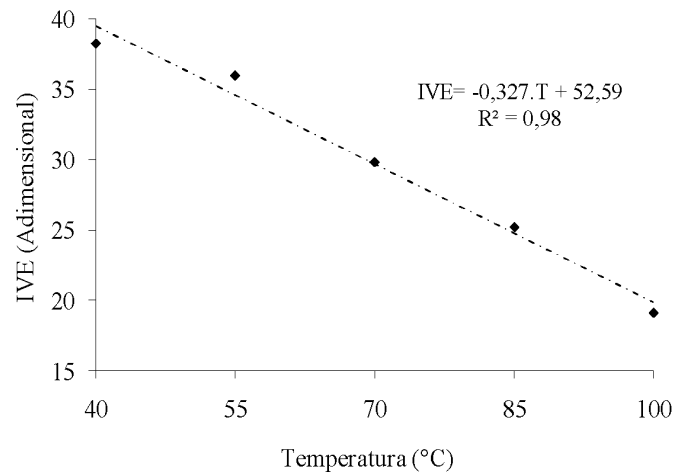


Figura 6. Índice de velocidade de emergência (IVE) das sementes de sorgo sacarino após a secagem nas temperaturas (T) de 40, 55, 70, 85 e 100 °C

O IVE apresentou valores de 38, 35, 29, 25 e 19 para as temperaturas do ar de secagem de 40, 55, 70, 85 e 100 °C, respectivamente. Desta forma, o comportamento da velocidade da emergência foi linearmente reduzido evidenciando o comprometimento da qualidade fisiológica e do vigor das sementes.

O comportamento do IVE foi similar ao do IVG, que também apresentou decréscimo gradativo assim que a temperatura se elevou evidenciando um decréscimo de 0,327 para cada °C de aumento na temperatura de secagem.

Verificou-se, ainda, que o aumento da condutividade elétrica, a diminuição da germinação, a emergência, o IVG e o IVE nas sementes de sorgo sacarino em função do aumento da temperatura do ar de secagem, podem ser representados adequadamente pelos modelos lineares, que indicaram coeficientes de determinação elevados com magnitudes superiores a 94%.

CONCLUSÕES

1. A qualidade fisiológica das sementes de sorgo sacarino é afetada pelo aumento da temperatura do ar de secagem, sendo que as temperaturas de 70, 85 e 100 °C são prejudiciais às sementes.
2. O aumento da temperatura do ar de secagem promove diminuição dos valores de germinação, emergência e vigor.
3. Para que a porcentagem de germinação das sementes se mantenha acima do valor mínimo estabelecido na legislação brasileira, recomenda-se que a temperatura do ar de secagem seja inferior a 55 °C.

AGRADECIMENTOS

Ao IF Goiano, CAPES, FINEP e CNPq pelo apoio financeiro indispensável para execução deste trabalho.

LITERATURA CITADA

Almeida, D. P.; Resende, O.; Mendes, U. C.; Costa, L. M.; Rocha, A. C. Influência da secagem na qualidade fisiológica do feijão adzuki. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.8, p.311-315, 2013. <http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v8i2a2164>

- Amaducci, S.; Monti, A.; Venturi, G. Nonstructural carbohydrates and fibre components in sweet and fibre sorghum as affected by low and normal input techniques. *Industrial Crops Products*, v.20, p.111-118, 2004. <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2003.12.016>
- Brasil. Instrução Normativa nº25, de 20 de dezembro de 2005. Publicado na seção 1 do DOU n.243. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, 2005.
- Brasil. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de defesa Agropecuária. Regras para análise de sementes. Brasília: MARA, 2009. 398p.
- Carlesso, V. O.; Berbert, P. A.; Silva, R. F.; Detmann, E. Secagem, armazenamento e qualidade fisiológica de sementes de maracujá-amarelo. *Revista Brasileira de Armazenamento*, v.33, p.9-18, 2008.
- Corrêa, P. C.; Ribeiro, D. M.; Resende, O.; Botelho, F. M. Determinação e modelagem das propriedades físicas e da contração volumétrica do trigo durante a secagem. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.10, p.665-670, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662006000300019>
- Dias, D. C. F. S.; Bhering, M. C.; Tokuhisa, D.; Hilst, P. C. Teste de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de cebola. *Revista Brasileira de Sementes*, v.28, p.154-162, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222006000100022>
- Fontes, M. M.; Silva, B. A.; Dantas, J. P.; Silveira, D. C.; Cavalcanti, M. T. Caracterização físico-química do melado de sorgo granífero sacarino [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]. *Revista Verde*, v.6, p.216-219, 2011.
- Garcia, D. C.; Barros, A. C. S. A.; Peske, S. T.; Menezes, N. L. Secagem de sementes. *Ciência Rural*, v.34, p.603-608, 2004. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782004000200045>
- Lopes, J. C.; Martins Filho, S.; Tagliaferri, C.; Rangel, O. J. P. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja produzidas em Alegre-ES. *Revista Brasileira de Sementes*, v.24, p.51-58, 2002.
- Maguire, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, v.2, p.176-177, 1962. <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>
- Martinazzo, A. P.; Correa, P. C.; Resende, O.; Melo, E. C. Análise e descrição matemática da cinética de secagem de folhas de capim-limão. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.11, p.301-306, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662007000300009>
- Menezes, N. L.; Cicero, S. M.; Villela, F. A.; Bortolotto, R. P. Using X-Raysto evaluate fissures in rice seeds dried artificially. *Revista Brasileira de Sementes*, v.34, p.70-77, 2012a. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222012000100009>
- Menezes, N. L.; Pasqualli, L. L.; Barbieri, A. P. P.; Vidal, M. D.; Conceição, G. M. Temperaturas de secagem na integridade física, qualidade fisiológica e composição química de sementes de arroz. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.42, p.430-436, 2012b. <http://dx.doi.org/10.1590/S1983-40632012000400011>
- Nakagawa, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: Vieira, R. D.; Carvalho, N.M. (ed.) Testes de vigor em sementes. FUNEP: Jaboticabal, 1994. p.44-85.
- Oliveira, J. A.; Silva, T. T. A.; Pinho, E. V. R. V.; Abreu, L. A. S. Secagem e armazenamento de sementes de sorgo com alto e baixo teor de tanino. *Revista Brasileira de Sementes*, v.33, p.699-710, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222011000400012>
- Prasad, S.; Singh, A.; Jain, N.; Joshi, H. C. Ethanol production from sweet sorghum syrup for utilization as automotive fuel in India. *Energy and Fuels*, v.21, p. 2415-2420, 2007. <http://dx.doi.org/10.1021/ef060328z>
- Rathmann, R.; Szklo, A.; Schaeffer, R. Land use competition for production of food and liquid biofuels: An analysis of the arguments in the current debate. *Renewable Energy*, v.35, p.14-22, 2010. <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2009.02.025>
- Resende, O.; Almeida, D. P.; Costa, L. M.; Mendes, U. C.; Sales, J. F. Adzuki beans (*Vigna angularis*) seed quality under several drying conditions. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.32, p.151-155, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612012005000013>
- Severiano, E.C.; Oliveira, G.C.; Curi, N.; Dias Júnior, M.S. Potencial de uso e qualidade estrutural de dois solos cultivados com cana-de-açúcar em Goianésia (GO). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.33, p.159-168, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832009000100017>
- Vasilakoglou, I.; Dhima, K.; Karagamnidis, N.; Gatsis, T. Sweet sorghum productivity for biofuels under increased soil salinity and reduced irrigation. *Field Crops Research*, Amsterdam, v.120, p.38-46, 2011. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fcr.2010.08.011>
- Vasquez, G. H.; Bertolin, D. C.; Spiegiorin, C. N. Testes de envelhecimento acelerado e de condutividade elétrica para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Revista Brasileira de Biociências*, v.9, p.18-24, 2011.
- Vieira, R. D.; Krzyzanowski, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: Krzyzanowski, F. C.; Vieira, R. D.; França Neto, J. B. (ed.). Vigor de sementes: Conceitos e testes, Londrina: ABRATES, 1999. Cap. 4, p.1-26.
- Vieira, R. D.; Penario, A. L.; Percin, D.; Panobianco, M. Condutividade elétrica e teor de água inicial das sementes de soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.37, p.1333-1338, 2002. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2002000900018>