

EFEITOS DO AMBIENTE DE ARMAZENAMENTO NA QUALIDADE DE SEMENTES DE SORGO-SUDÃO¹

MARIANA ZAMPAR TOLEDO², CLÁUDIO CAVARIANI³, JOÃO NAKAGAWA⁴, ELZA ALVES⁵

RESUMO - O trabalho objetivou avaliar efeitos do ambiente de armazenamento na qualidade de sementes de sorgo-sudão (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf) de diferentes procedências. Cinco lotes de diferentes origens foram armazenados por nove meses, acondicionados em sacos de papel unifoliado, em quatro condições ambientais: ambiente natural de laboratório (sem controle de umidade relativa e temperatura); 30 a 40% de umidade relativa e sem controle de temperatura (simulada através de câmara seca); 10 a 15% de umidade relativa e 5 a 7°C de temperatura (simulada através de um refrigerador *Frost Free*); 40 a 50% de umidade relativa e -20°C de temperatura (simulada através de *freezer*). As avaliações laboratoriais, realizadas em intervalos trimestrais, foram: teor de água, massa de mil sementes, germinação, crescimento de plântulas, massa seca de plântulas, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, emergência em campo e índice de velocidade de emergência. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, num esquema fatorial 4 x 5, e comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A origem das sementes, relacionada à qualidade das mesmas, mostrou-se como o principal fator a influenciar a conservação. Os ambientes refrigerador e *freezer*, seguidos da câmara seca, mostraram-se adequadas à conservação de sementes de sorgo-sudão. A capacidade de conservação de sementes dessa espécie relaciona-se com a sua qualidade inicial dependente da sua origem.

Termos para indexação: *Sorghum sudanense*, vigor, germinação, condições de armazenamento, origens

EFFECTS OF STORAGE ENVIRONMENTAL CONDITIONS ON SORGHUM SEEDS QUALITY

ABSTRACT – The research had as objective the evaluation of the effects of storage environmental conditions on the quality of sorghum (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf) seeds from different origins. Five lots from different origins were stored for nine months, in paper bags, in four environmental conditions: natural laboratory environment (without relative humidity and temperature control); 30 to 40% relative humidity and without temperature control (simulated by a dry chamber); 5 to 7% relative humidity and 10 to 15°C temperature (simulated by a *Frost Free* refrigerator); 40 to 50% relative humidity and -20°C temperature (simulated by a freezer). Quarterly laboratory evaluations consisted of seed water content, weight of 1000 seeds, germination, seedling growth, seedling dry weight, accelerated aging, electrical conductivity, seedling emergence in the field, and speed of emergence-index. A completely random design was employed, as a 4 x 5 factorial experiment (environmental conditions x lots), with four replications. The origins of the seeds, related to their quality, was shown to be the main factor that influenced their conservation. The

¹Submetido em 06/03/2006. Aceito para publicação em 13/03/2007.

²Aluna de Pós Graduação, Depto. de Produção Vegetal - Setor Agricultura, FCA/UNESP, Caixa Postal 237, CEP 18603-970, Botucatu-SP. mztolledo@fca.unesp.br.

³Prof. Dr. Departamento de Produção Vegetal - Setor Agricultura, FCA/

UNESP. ccavariani@fca.unesp.br.

⁴Prof. Titular Aposentado, Voluntário, FCA/UNESP, Bolsista do CNPq.

⁵Prof. Dr., Área de Produção Vegetal, Campus Experimental de Registro/UNESP, Rua Tamekishi Takano, 5, CEP 11900-000, Registro-SP, email alves.elza@registro.unesp.br.

environments of the refrigerator and freezer, followed by the dry chamber were shown to be suitable for sorghum conservation. The conservation capacity of sorghum seeds is related to their initial quality and origin.

Index terms: *Sorghum sudanense*, vigor, germination, storage environmental conditions, origins

INTRODUÇÃO

A maior parte dos grãos, depois de colhidos, possui características inadequadas ao armazenamento, em razão principalmente do alto conteúdo de água na época da colheita necessitando, portanto, de tratamentos pós-colheita para que, durante o armazenamento, a qualidade dos grãos seja preservada (Bailey, 1992).

O período seguro de armazenagem para o sorgo é baseado na relação entre temperatura e teor de água das sementes. O limite de umidade para o armazenamento de sorgo varia em função da temperatura da massa e dos fatores climáticos do local (Brinholi, 1996).

A capacidade de conservação das sementes de uma espécie ou cultivar depende dos fatores que definem a qualidade inicial das sementes e das condições ambientais de armazenagem (Carvalho e Nakagawa, 2000). Assim, a germinação inicial, o teor de água das sementes e a temperatura do armazém são os três fatores que influenciam a longevidade das sementes preservadas em bancos de germoplasma (Chin, 1994).

Os principais fatores abióticos que afetam a qualidade da semente no armazenamento são: o teor de água das sementes, relacionado à umidade relativa do ambiente, e as condições de temperatura de armazenamento (Harrington, 1972).

A umidade da semente constitui a principal condição para determinar o tempo de armazenamento das sementes. Desta maneira, sementes de diferentes espécies devem ter estabelecidos graus de umidade favoráveis ao armazenamento que, ao serem superados, predispõem as sementes à deterioração e ao desenvolvimento de fungos. Merch (1977) recomenda teor máximo de 12% para sementes de soja e sorgo, considerando-se um ano de armazenamento, que deve ser reduzido em dois pontos percentuais para períodos superiores.

Embora de importância relevante, não foram localizados trabalhos atuais na literatura sobre armazenamento de sementes de sorgo. Ao armazenar, durante um ano, sementes de três cultivares de sorgo granífero em condições de ambiente não

controlado e em câmara seca, Miranda (1967) constatou germinação satisfatória em sementes armazenadas em ambiente controlado e redução acentuada da germinação quando mantidas em condições de ambiente não controlado.

Avaliando a qualidade das sementes de quatro cultivares de sorgo granífero, oriundas de três localidades, em diversas épocas de armazenamento, Maeda e Sawazaki (1982) verificaram que a germinação e o vigor, aos dois meses de armazenamento, se encontraram com valores relativamente baixos, com variações em função dos locais e cultivares.

Sementes de sorgo foram armazenadas por Lim (1963) sob várias combinações de umidade relativa e temperatura do ar. Com umidade relativa baixa (40%), mesmo quando se manteve temperatura constante de 30°C, durante um ano, a porcentagem de germinação foi idêntica àquela do início do armazenamento; já quando a umidade era alta (80%), mesmo com redução da temperatura para 10°C, a germinação decresceu rapidamente, de modo que aos oito meses não mais alcançava o padrão para ser comercializada como semente certificada.

Embora de menor importância que o teor de água das sementes, a temperatura do ar é, também, um fator influenciador na conservação da qualidade da semente durante o armazenamento. A grande maioria das espécies cultivadas tem suas sementes tanto melhor conservadas quanto menor a temperatura do ar que as circunda, como apontado por Bacchi (1960).

O sorgo-sudão apresenta interesse crescente como alternativa para produção de massa vegetal visando a semeadura direta. A ausência de informações sobre a conservação de suas sementes e indicações de dificuldades de preservação da qualidade durante o armazenamento justificam a realização da presente pesquisa.

O trabalho objetivou avaliar efeitos de ambientes de armazenamento na qualidade de sementes de sorgo-sudão de diferentes procedências durante um período de nove meses.

MATERIAL E MÉTODOS

Os lotes de sementes corresponderam a cinco origens

distintas, sendo o lote 1 proveniente do estado do Mato Grosso, o lote 2 proveniente do Rio Grande do Sul, o lote 3 proveniente do Uruguai e os lotes 4 e 5 provenientes de dois diferentes locais do Rio Grande do Sul.

Amostras de sementes dos cinco lotes foram divididas em quatro porções iguais e acondicionadas em sacos de papel unifoliado e armazenadas por nove meses, em quatro condições ambientais, simuladas pelos equipamentos: AM – ambiente natural de laboratório, sem controle de umidade relativa e temperatura; CS – em câmara seca, com umidade relativa de 30 a 40% e sem controle de temperatura; R – em refrigerador (tipo *Frost Free*), com umidade relativa de 10 a 15% e temperatura de 5 a 7°C; F – em *Freezer*, com umidade relativa de 40 a 50% e temperatura de 20°C negativos.

A cada três meses as sementes foram avaliadas quanto à sua qualidade fisiológica mediante a realização das seguintes determinações/testes:

Teor de água: determinado com duas repetições, pelo método da estufa, a $105\pm 3^\circ\text{C}$ durante 24 horas, conforme metodologia descrita nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992).

Massa de mil sementes: efetuada mediante a pesagem de oito repetições de 100 sementes, conforme instruções constantes nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992).

Germinação: quatro repetições de 50 sementes foram acondicionadas em rolos de papel toalha, umedecidos com água destilada 2,5 vezes a massa do papel. Os rolos foram levados a um germinador regulado à temperatura alternada 20-30°C por 10 dias. A avaliação constou de duas contagens, aos quatro e aos dez dias, segundo Brasil (1992).

Crescimento de plântulas: avaliou-se, separadamente, o comprimento da raiz primária e da parte aérea das plântulas, em quatro repetições de 10 sementes, distribuídas, manualmente, em folhas de papel toalha, em linha traçada aproximadamente no terço superior da folha na direção longitudinal. Em seguida, confeccionaram-se os rolos que foram colocados, verticalmente, em germinador regulado à temperatura de 25°C, durante cinco dias (Nakagawa, 1994).

Massa seca de plântulas: realizado juntamente com o comprimento das plântulas, removendo-se os resquícios do tecido de reserva. As plântulas foram lavadas e secas em estufa de desidratação, regulada a 80°C, durante 24 horas. Após este período, as amostras tiveram suas massas determinadas, depois do resfriamento em dessecadores (Nakagawa, 1994).

Envelhecimento acelerado: utilizou-se o método de caixas plásticas (gerbox), acondicionando-se as sementes, em camada única sobre a tela, sem entrarem em contato com

os 40 mL de água destilada contidos no fundo. As caixas foram mantidas a 43°C por 72 horas no interior de câmaras de germinação. Posteriormente, foi realizado o teste de germinação, somente com a primeira contagem (Marcos Filho, 1999).

Condutividade elétrica: realizado com quatro repetições de 50 sementes que, após pesadas, foram colocadas em copos plásticos com capacidade de 200 mL, adicionando-se 75 mL de água destilada. Os copos foram mantidos em germinador regulado a 25°C por 24 horas para, a seguir, proceder-se a leitura com condutivímetro (Vieira e Krzyzanowski, 1999).

Emergência de plântulas em campo: semearam-se quatro repetições de 50 sementes, em linhas de 2m distanciadas de 0,40m entre si. O resultado foi expresso em porcentagem de plântulas emersas, avaliadas ao 14º dia após a semeadura (Nakagawa, 1999).

Índice de velocidade de emergência (IVE): concomitantemente ao teste de emergência das plântulas em campo, foram realizadas contagens, diariamente, do número de plantas emersas; foi aplicada a fórmula e os critérios estabelecidos por Maguire (1962).

Os parâmetros avaliados foram analisados estatisticamente, com base nas recomendações encontradas em Gomes (1990), considerando-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial 4 x 5, para cada época de avaliação. As médias foram comparadas através do teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As indicações fornecidas pelo teste F apontaram efeito significativo das origens das sementes, exceto para duas determinações realizadas aos nove meses; os efeitos de ambiente de armazenamento foram significativos particularmente para testes de vigor enquanto a interação entre ambos os fatores foi ocasional.

Os coeficientes de variação dos dados foram inferiores somente para as determinações de massa de mil sementes, germinação e condutividade elétrica, enquanto os demais testes apresentaram valores relativamente altos.

Nas Tabelas 1 e 2 constam os dados de teor de água dos cinco lotes de sementes de sorgo-sudão armazenadas por nove meses. As sementes dos distintos lotes apresentaram grau de umidade, no início do armazenamento, entre 11,0 a 12,7%, revelando uniformidade em razão do equilíbrio higroscópico com o ambiente. Após três, seis e nove meses de

TABELA 1. Teor de água (TA, %), massa de mil sementes (M1000, g) e germinação (G, %): dados médios previamente ao armazenamento e aos três meses, considerando as origens e ambientes de conservação (AMB – ambiente natural de laboratório; CS – câmara seca; R – refrigerador; F – freezer) em sementes de sorgo-sudão. Botucatu/SP, 2004.

Teste	Origens das sementes	Análises iniciais ao armazenamento					3 meses					
		Dados iniciais					Ambiente de armazenamento					
		AMB	CS	R	F	Médias	AMB	CS	R	F	Médias	
TA (%)	1	11,0	10,6	7,6	5,9	12,0	-					
	2	11,0	10,5	7,7	6,9	11,5	-					
	3	12,7	11,3	7,9	6,8	13,1	-					
	4	11,3	10,7	7,7	7,0	12,0	-					
	5	11,3	10,9	7,8	5,9	12,2	-					
	Médias	-	-	-	-	-	-					
M1000 (g)	1	0,91 ab	0,90 bA	0,93 abA	0,87 bA	0,88 aA	0,90 a					
	2	0,94 a	0,93 bAB	0,92 bB	1,00 aA	0,68 cC	0,88 a					
	3	0,94 a	0,89 bB	1,00 aA	0,63 dD	0,79 bC	0,83 b					
	4	0,78 c	1,01 aA	0,91 bB	0,86 bB	0,77 bC	0,89 a					
	5	0,87 b	0,93 bA	0,88 bA	0,78 cB	0,91 aA	0,87 a					
	Médias	0,89	0,93 a	0,93 a	0,83 b	0,81 b	-					
G (%)	1	83 ab	76 bB	84 abAB	80 aAB	88 aA	82 ab					
	2	82 ab	87 abA	77 abA	77 aA	78 abA	80 b					
	3	91 a	90 aA	87 aA	85 aA	88 aA	87 a					
	4	79 b	79 abA	74 bA	78 aA	75 bA	76 b					
	5	83 ab	83 abA	72 bA	81 aA	75 bA	77 b					
	Médias	83	83 a	78 a	80 a	81 a	-					

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

TABELA 2. Teor de água (TA, %), massa de mil sementes (M1000, g) e germinação (G, %): dados médios considerando as origens e ambientes de conservação (AMB – ambiente natural de laboratório; CS – câmara seca; R – refrigerador; F – freezer) em sementes de sorgo-sudão aos seis e nove meses de armazenamento. Botucatu/SP, 2004.

Teste	Origens das sementes	6 meses					9 meses				
		Ambiente de armazenamento					Ambiente de armazenamento				
		AMB	CS	R	F	Médias	AMB	CS	R	F	Médias
TA (%)	1	10,0	7,1	5,7	12,3	-	10,3	7,9	5,9	12,4	-
	2	9,8	6,9	6,3	11,8	-	10,1	7,8	6,5	12,1	-
	3	10,4	7,4	6,2	13,5	-	10,8	8,2	6,7	13,8	-
	4	10,1	7,1	7,0	12,2	-	10,3	7,9	6,6	12,4	-
	5	9,9	6,9	6,3	12,1	-	10,3	8,0	6,1	12,6	-
	Médias	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M1000 (g)	1	0,91 aA	0,90 aA	0,93 aA	0,95 aA	0,92 a	0,87 aBC	0,92 aAB	0,83 bcC	0,95 aA	0,89 a
	2	0,91 aA	0,91 aA	0,90 aA	0,94 aA	0,91 a	0,86 aB	0,93 aAB	0,92 aAB	0,98 aA	0,92 a
	3	0,92 aAB	0,91 aAB	0,90 aB	0,96 aA	0,92 a	0,90 aAB	0,89 aAB	0,88 abB	0,95 aA	0,91 a
	4	0,73 bB	0,88 aA	0,75 bB	0,87 bA	0,81 b	0,76 bB	0,75 bB	0,79 cdAB	0,83 bA	0,78 b
	5	0,75 bAB	0,74 bAB	0,70 bB	0,77 cA	0,74 c	0,84 aA	0,54 cC	0,75 dB	0,79 bAB	0,73 c
	Médias	0,84 c	0,87 b	0,83 c	0,90 a	-	0,85 b	0,80 c	0,83 bc	0,90 a	-
G (%)	1	82 abA	83 bA	85 aA	88 aA	84 ab	85 aA	87 aA	86 aA	81 aA	85 ab
	2	80 abA	87 abA	85 aA	84 aA	84 ab	83 aA	87 aA	86 aA	81 aA	84 ab
	3	86 aA	93 aA	86 aA	86 aA	88 a	87 aA	90 aA	90 aA	85 aA	88 a
	4	76 bB	82 bAB	85 aA	80 aAB	81 b	89 aA	87 aA	87 aA	85 aA	87 ab
	5	80 abA	83 bA	78 aA	85 aA	81 b	87 aA	80 aA	79 aA	81 aA	82 b
	Médias	81 b	86 a	84 ab	84 ab	-	86 a	86 a	85 a	82 a	-

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

armazenamento, os teores de água dos cinco lotes mantiveram-se semelhantes dentro de cada ambiente, porém diferentes entre ambientes em função das umidades relativas destes. Esses resultados permitem inferir possível ausência de interferência do teor de água no comportamento fisiológico dos lotes dentro de cada ambiente, mas sim entre ambientes. O mesmo raciocínio se aplica ao efeito da temperatura dos ambientes na qualidade fisiológica das sementes. Valores inferiores de teor de água foram observados nos ambientes de refrigerador e câmara seca e superiores nos ambientes *freezer* e ambiente natural.

A massa de mil sementes mostrou os lotes 1, 2 e 3 com valores superiores aos demais no início do período de armazenamento (Tabelas 1 e 2). Aos três meses não foi possível destacar nenhuma variável estudada como superior à outra em todas as combinações possíveis. Aos seis e nove meses de armazenagem os lotes 1, 2 e 3 destacaram-se dos demais, independentemente do ambiente de conservação; considerando as origens, destacou-se, em termos médios, o ambiente *Freezer*.

Os dados de germinação apresentados nas Tabelas 1 e 2 revelaram efeito, apenas, da origem das sementes aos três e seis meses de armazenamento. Os lotes 4 e 5, armazenados em câmara seca e *freezer* apresentaram, aos três meses, comportamento germinativo inferior aos demais. Aos seis meses os lotes comportaram-se diferentemente entre si dentro do ambiente natural e câmara seca, mas não nos ambientes refrigerador e *freezer*. Todavia, em termos médios, o lote 3 destacou-se como de melhor qualidade, corroborando os dados iniciais obtidos; os lotes 1 e 2 apresentaram qualidade intermediária e os lotes 4 e 5 inferior.

Conforme as Tabelas 3 e 4, os desenvolvimentos do sistema radicular e da parte aérea de plântulas, a partir de sementes das diversas origens, armazenadas sob diferentes condições, não revelaram consistência dos dados no decorrer do período de armazenamento. As significâncias de origens das sementes aos três e seis meses indicaram comportamento médio inferior do lote 3, enquanto a significância dos ambientes, aos seis meses, apontaram a câmara seca como mais adequada.

TABELA 3. Comprimento da parte aérea (CPA, cm), comprimento de raiz (CR, cm) e massa seca de plântulas (MS, mg): dados médios previamente ao armazenamento e aos três meses, considerando as origens e ambientes de conservação (AMB – ambiente natural de laboratório; CS – câmara seca; R – refrigerador; F – freezer) em sementes de sorgo-sudão. Botucatu/SP, 2004.

Teste	Origens das sementes	Análises iniciais ao armazenamento		3 meses				
		Dados iniciais	Ambiente de armazenamento					
			AMB	CS	R	F	Médias	
CPA (cm)	1	8,08 ab	12,80 aA	15,38 aA	11,98 abA	11,73 aA	12,97 a	
	2	8,00 ab	13,35 aA	12,00 aA	12,23 abA	11,28 aA	12,21 ab	
	3	5,58 b	11,88 aA	11,80 aA	7,63 bA	10,03 aA	10,33 b	
	4	9,80 a	13,15 aA	12,83 aA	14,40 aA	12,80 aA	13,29 a	
	5	7,20 ab	13,90 aA	12,90 aA	16,05 aA	13,48 aA	14,08 a	
	Médias	7,73	13,02 a	12,98 a	12,46 a	11,86 a	-	
CR (cm)	1	5,40 a	7,55 aA	9,00 abA	8,23 aA	6,90 aA	7,92 abc	
	2	5,60 a	7,80 aA	6,43 bA	7,88 aA	6,88 aA	7,24 bc	
	3	4,38 a	7,38 aA	7,55 abA	4,73 bB	6,73 aAB	6,59 c	
	4	7,20 a	8,10 aA	8,73 abA	8,70 aA	7,38 aA	8,23 ab	
	5	5,90 a	8,48 aA	9,83 aA	8,75 aA	8,23 aA	8,82 a	
	Médias	5,70	7,86 a	8,31 a	7,66 a	7,22 a	-	
MS (mg)	1	3,15 a	3,03 aA	3,68 aA	3,63 abA	3,45 bA	3,44 b	
	2	3,25 a	4,43 aA	3,60 aA	3,40 bA	3,35 bA	3,44 b	
	3	3,45 a	3,65 aA	3,83 aA	5,03 aA	3,95 abA	4,11 ab	
	4	3,43 a	4,28 aA	4,13 aA	4,05 abA	3,83 abA	4,07 ab	
	5	3,28 a	4,48 aA	4,68 aA	3,83 abA	4,95 aA	4,48 a	
	Médias	3,31	3,77 a	3,98 a	3,99 a	3,91 a	-	

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

Ao início do período de armazenamento os lotes das diferentes origens não diferiram entre si quanto à massa de matéria seca de plântulas (Tabelas 3 e 4). Aos seis e nove meses verificou-se, apenas, efeito das origens com melhor comportamento dos lotes 3, 4 e 5, contrariamente ao verificado para a massa de mil sementes para estes dois últimos lotes. Após seis meses destacaram-se, considerando-se as diversas origens dos lotes, os ambientes refrigerador e *freezer*.

De acordo com as Tabelas 5 e 6, o envelhecimento acelerado foi influenciado pelas origens aos três, seis e nove meses e, também, pelos ambientes de conservação aos nove meses. Assim, observou-se que o lote 3 foi mais vigoroso que os demais e, como salientado aos nove meses, os ambientes que possibilitaram a manutenção de teores de água mais baixos (câmara seca e *freezer*) ou proporcionaram temperaturas inferiores de armazenamento (refrigerador e *freezer*) destacaram-se.

Conforme os dados verificados no teste de condutividade elétrica (Tabelas 5 e 6), o lote 3 mostrou-se, ao longo do período de armazenamento, como mais vigoroso que os demais, independentemente do ambiente de conservação. Aos seis meses, o ambiente natural revelou, considerando os valores observados, certa discriminação dos lotes sendo o 3

de melhor qualidade, o 1 e 2 como de qualidade intermediária e o 4 e 5 como de qualidade inferior.

Nas Tabelas 5 e 6 são apresentados os dados de emergência de plântulas no campo e de IVE. Aos três, seis e nove meses a análise estatística revelou significância das origens, assim como nos testes de germinação, de envelhecimento acelerado e de condutividade elétrica. Aos seis e nove meses constatou-se, também, efeito do ambiente de armazenamento sobressaindo-se os ambientes de refrigerador, aos seis meses, e refrigerador e *freezer*, aos nove meses.

Sementes de sorgo-sudão são amiláceas e portanto, apresentam melhor capacidade de conservação que sementes oleaginosas (Carvalho e Nakagawa, 2000). Sob condições de ambiente natural o teor de água das sementes pode alterar-se em função de oscilações da umidade relativa ambiental e, conjugada com variações da temperatura, determinar redução da qualidade fisiológica das sementes, como referido por Wetzal e Andrigueto (1987).

A qualidade inicial das sementes é fator determinante, entre outros, da sua capacidade de conservação. O lote 3, de melhor qualidade inicial, não sofreu influência dos ambientes de armazenamento. Os lotes 1 e 2 e os lotes 4 e 5, que no decorrer do período de conservação revelaram-se como de

TABELA 4. Comprimento da parte aérea (CPA, cm), comprimento de raiz (CR, cm) e massa seca de plântulas (MS, mg): dados médios considerando as origens e ambientes de conservação (AMB – ambiente natural de laboratório; CS – câmara seca; R – refrigerador; F – freezer) em sementes de sorgo-sudão aos seis e nove meses de armazenamento. Botucatu/SP, 2004.

Teste	Origens das sementes	6 meses					9 meses				
		Ambiente de armazenamento					Ambiente de armazenamento				
		AMB	CS	R	F	Médias	AMB	CS	R	F	Médias
CPA (cm)	1	5,33 aA	5,35 aA	5,53 aA	5,93 aA	5,53 a	3,58 aA	4,59 aA	3,85 aA	3,85 bcA	3,97 b
	2	4,60 aA	5,80 aA	5,28 aA	4,80 abA	5,12 a	4,75 aA	4,69 aA	4,96 aA	5,51 aA	4,98 a
	3	4,68 aAB	5,45 aA	3,10 bB	2,95 bB	4,04 b	4,44 aA	4,37 aA	3,84 aAB	2,80 cB	3,86 b
	4	4,90 aAB	6,30 aA	5,90 aAB	4,40 abB	5,38 a	5,04 aA	4,68 aA	5,06 aA	3,84 bcA	4,65 ab
	5	4,18 aA	5,48 aA	4,90 abA	4,18 abA	4,68 ab	4,56 aA	4,12 aA	4,65 aA	4,56 abA	4,47 ab
	Médias	4,74 b	5,68 a	4,94 ab	4,45 b	-	4,47 a	4,49 a	4,47 a	4,11 a	-
CR (cm)	1	6,28 aA	7,51 bA	7,84 aA	6,99 abA	7,15 bc	6,39 aA	8,47 aA	6,69 aA	6,79 abA	7,08 ab
	2	5,73 aA	8,16 abA	6,93 aA	7,66 abA	7,12 bc	8,02 aA	7,06 aA	7,77 aA	7,65 aA	7,63 a
	3	6,72 aAB	9,20 abA	6,40 aB	5,65 bB	6,99 c	7,78 aA	7,27 aA	5,72 aAB	4,55 bB	6,33 b
	4	8,38 aAB	10,53 abA	8,63 aAB	6,91 abB	8,59 ab	7,30 aA	7,20 aA	7,06 aA	6,41 abA	6,99 ab
	5	7,95 aB	10,96 aA	8,75 aAB	9,79 aAB	9,36 a	7,11 aA	6,08 aA	7,05 aA	6,28 abA	6,63 ab
	Médias	7,01 b	9,25 a	7,71 b	7,40 b	-	7,32 a	7,21 a	6,86 a	6,34 a	-
MS (mg)	1	2,60 bcA	2,60 bA	3,15 aA	3,30 abA	2,91 b	2,31 bB	3,05 abA	2,55 cAB	3,13 aA	2,76 b
	2	2,13 cB	2,75 bAB	3,33 aA	3,28 abA	2,87 b	2,66 abA	2,60 bA	2,92 abcA	2,78 aA	2,74 b
	3	2,83 bcA	2,75 bA	3,18 aA	3,53 abA	3,07 b	2,94 abA	3,06 abA	2,86 bcA	2,92 aA	2,94 ab
	4	4,38 aA	4,05 aA	3,70 aAB	2,78 bB	3,73 a	3,06 aA	3,18 abA	3,57 aA	3,11 aA	3,23 a
	5	3,33 abA	4,15 aA	3,43 aA	4,15 aA	3,76 a	3,10 aA	3,41 aA	3,24 abA	3,36 aA	3,28 a
	Médias	3,05 a	3,26 a	3,36 a	3,41 a	-	2,81 a	3,06 a	3,02 a	3,06 a	-

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

TABELA 5. Envelhecimento acelerado (EA, %), condutividade elétrica (CE, $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$), emergência em campo (EC, %) e índice de velocidade de emergência (IVE): dados médios previamente ao armazenamento e aos três meses, considerando as origens e ambientes de conservação (AMB – ambiente natural de laboratório; CS – câmara seca; R – refrigerador; F – freezer) em sementes de sorgo-sudão. Botucatu/SP, 2004.

Teste	Origens das sementes	Análises iniciais ao armazenamento		3 meses				
		Dados iniciais	Ambiente de armazenamento				Médias	
			AMB	CS	R	F		
EA (%)	1	53 b	62 abA	72 abA	64 bcA	73 abA	68 b	
	2	63 b	57 bB	70 abAB	73 abA	70 abAB	67 b	
	3	84 a	76 aA	81 aA	80 aA	76 aA	78 a	
	4	56 b	55 bA	62 bcA	49 cA	58 bcA	56 c	
	5	57 b	57 bA	53 cA	57 cA	52 cA	54 c	
	Médias	63	61 a	68 a	64 a	66 a	-	
CE ($\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$)	1	64,60 a	64,30 aA	66,71 aA	62,29 aA	66,01 aA	64,83 a	
	2	62,20 a	59,03 aA	63,42 aA	63,71 aA	58,73 aA	61,22 a	
	3	24,83 b	29,95 bA	30,26 bA	29,26 bA	27,75 bA	29,30 a	
	4	62,33 a	62,36 aA	64,76 aA	58,55 aA	63,94 aA	62,40 a	
	5	59,15 a	54,75 aB	66,43 aA	63,84 aAB	63,09 aAB	62,02 a	
	Médias	54,52	54,08 a	58,31 a	55,53 a	55,90 a	-	
EC (%)	1	30 ab	40 bcA	50 aA	41 abA	48 aA	44 bc	
	2	42 a	52 abA	45 abA	42 abA	57 aA	49 ab	
	3	43 a	66 aA	60 aAB	52 aAB	50 aB	57 a	
	4	23 ab	35 bAB	30 bcB	36 bAB	45 aA	36 c	
	5	18 b	16 cA	23 cA	19 cA	11 bA	17 d	
	Médias	31	42 a	41 a	38 a	42 a	-	
IVE	1	2,25 a	2,71 bA	3,56 aA	2,64 abA	3,14 aA	3,01 bc	
	2	2,57 a	3,75 abAB	3,18 abAB	2,81 aB	4,29 aA	3,51 ab	
	3	2,92 a	4,65 aA	4,33 aA	3,54 aA	3,28 aA	3,95 a	
	4	1,17 a	2,58 bcA	2,03 bcA	2,70 abA	3,18 aA	2,62 c	
	5	1,65 a	1,15 cA	1,09 cA	1,33 bA	0,70 bA	1,07 d	
	Médias	2,11	2,97 a	2,84 a	2,60 a	2,92 a	-	

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P>0,05$).

qualidade intermediária e inferior, respectivamente, tiveram atenuadas, até certo ponto, reduções em qualidade nos ambientes que proporcionaram baixos teores de água às sementes (câmara seca e refrigerador) ou temperaturas (refrigerador e freezer). Desse modo, a origem das sementes, relacionado à qualidade das mesmas, mostrou-se, nesse trabalho, como o principal fator a influenciar a conservação, o que vem ao encontro de resultados observados por Maeda e Sawazaki (1982). Esses autores constataram variações de germinação e vigor de sementes de sorgo granífero em função do local de produção. Também Dornbos Jr. (1995) fez referência à importância das condições de campo a influenciar a qualidade das sementes e sua capacidade de conservação.

Considerando os fatores que podem interferir na conservação das sementes, verificou-se que o teor de água

foi menor quando armazenadas em refrigerador que no freezer. Porém, a temperatura foi mais favorável no Freezer, tendo em vista que sementes de sorgo são ortodoxas, como referido por Harrington (1972).

Os resultados obtidos mostraram o relacionamento entre a qualidade inicial e o teor de água das sementes e a temperatura do ambiente de armazenamento. Verificou-se, também, que as sementes de sorgo-sudão apresentaram melhor conservação sob condições de baixa temperatura e umidade relativa. Os resultados corroboram com os obtidos por Nakagawa et al. (2004), que concluíram que, dentre os ambientes testados, a refrigerador e freezer mostram-se mais favoráveis à conservação de sementes aveia preta comparativamente ao ambiente de câmara seca.

TABELA 6. Envelhecimento acelerado (EA, %), condutividade elétrica (CE, mS.cm⁻¹.g⁻¹), emergência em campo (EC, %) e índice de velocidade de emergência (IVE): dados médios considerando as origens e ambientes de conservação (AMB – ambiente natural de laboratório; CS – câmara seca; R – refrigerador; F – freezer) em sementes de sorgo-sudão aos seis e nove meses de armazenamento. Botucatu/SP, 2004.

Teste	Origens das sementes	6 meses					9 meses				
		Ambiente de armazenamento					Ambiente de armazenamento				
		AMB	CS	R	F	Médias	AMB	CS	R	F	Médias
EA (%)	1	76 abA	79 aA	67 aA	75 aA	74 ab	62 bcA	69 aA	67 aA	70 aA	67 bc
	2	68 bA	77 aA	74 aA	70 aA	72 b	68 bA	73 aA	75 aA	72 aA	72 b
	3	86 aA	83 aA	81 aA	74 aA	81 a	88 aA	79 aA	79 aA	83 aA	82 a
	4	68 bA	81 aA	78 aA	70 aA	74 ab	53 bcB	70 aA	70 aA	75 aA	67 bc
	5	71 abA	73 aA	69 aA	66 aA	70 b	50 cB	66 aA	68 aA	71 aA	64 c
	Médias	73 ab	79 a	74 ab	71 b	-	64 b	71 a	72 a	74 a	-
CE (S.cm ⁻¹ .g ⁻¹)	1	74,48 abA	70,88 aAB	71,55 aAB	65,98 aB	70,72 a	71,92 aAB	76,90 aA	68,42 aB	70,26 aAB	71,87 a
	2	70,98 bA	73,56 aA	67,02 aAB	63,27 aB	68,71 a	72,03 aA	69,20 bA	64,93 aA	70,09 aA	69,06 a
	3	30,52 cA	33,22 bA	32,75 bA	29,01 bA	31,38 b	31,33 bA	34,40 cA	27,89 bA	29,89 bA	30,88 b
	4	80,24 aA	73,53 aAB	70,08 aBC	63,02 aC	71,71 a	73,69 aAB	72,72 abA	64,84 aB	71,77 aAB	70,75 a
	5	80,39 aA	69,56 aB	69,41 aB	70,43 aB	72,45 a	73,71 aA	69,75 abA	62,78 aA	69,19 aA	68,86 a
	Médias	67,32 a	64,15 ab	62,16 b	58,34 c	-	64,53 a	64,59 a	57,77 b	62,28 a	-
EC (%)	1	60 aA	59 aA	66 aA	43 aB	57 a	53 bB	64 aAB	73 aA	65 aAB	64 ab
	2	65 aA	47 abcC	62 aAB	48 aBC	55 a	64 abA	60 abA	64 abA	72 aA	65 a
	3	59 aA	56 abAB	57 abA	42 abB	53 a	62 abA	65 aA	67 abA	72 aA	66 a
	4	35 bAB	43 bcA	43 bA	28 bcB	37 b	70 aA	56 abB	66 abAB	77 aA	67 a
	5	32 bAB	38 cAB	46 bA	25 cB	35 b	57 abAB	49 bB	59 bAB	64 aA	57 b
	Médias	50 a	49 a	55 a	37 b	-	61 bc	59 c	66 ab	70,00 a	-
IVE	1	3,70 abB	4,98 aAB	5,83 aA	3,89 aB	4,60 a	5,51 abB	7,13 abAB	7,92 aA	6,63 aAB	6,80 ab
	2	4,43 aA	3,66 abcA	5,07 abA	4,21 aA	4,34 a	6,75 abA	6,98 abA	6,87 abA	7,72 aA	7,08 a
	3	4,09 aA	4,37 abA	3,94 bcA	3,11 abA	3,88 a	6,15 abA	7,62 aA	7,41 abA	7,56 aA	7,19 a
	4	2,48 bcAB	3,23 bcAB	3,70 bcA	2,12 cB	2,88 b	7,21 aA	6,77 abA	7,44 abA	8,33 aA	7,44 a
	5	2,10 cAB	2,45 cAB	3,43 cA	1,79 cB	2,44 b	5,33 bA	5,65 bA	5,99 bA	6,61 aA	5,90 b
	Médias	3,36 bc	3,74 b	4,39 a	3,02 c	-	6,19 b	6,83 ab	7,13 a	7,37 a	-

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

CONCLUSÕES

A capacidade de conservação de sementes de sorgo-sudão relaciona-se com a sua qualidade inicial dependente da sua origem.

Os ambientes refrigerador e freezer, seguidos da câmara seca, são adequados à conservação de sementes de sorgo-sudão.

REFERÊNCIAS

BACCHI, O. Estudos sobre a conservação de sementes. V- Alface. **Bragantia**, Campinas, v.19, p.41-45, 1960.

BAILEY, J.E. Whole grain storage. In: SAUER, D.B. (Ed.). **Storage of cereal grains and their products**. Minnesota: American Association of Cereal Chemists, 1992. 615p.

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

BRINHOLI, O. **Cultura do sorgo granífero (*Sorghum bicolor***

(L.) Moench). Botucatu: FCA/UNESP, 1996. 196p.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

CHIN, H.F. Seedbanks: conserving the past for the future. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.22, n.2, p. 385-400, 1994.

DORNBOS JR, D.L. Production environment and seed quality. In: BASRA, A.S. (Ed.). **Seed quality: basic mechanisms and agricultural implications**. New York: Food Products Press, 1995. p.119-152.

GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. 13 ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 468p.

HARRINGTON, J.F. Seed storage and longevity. In: KOZLOWSKI, T.T. (Ed.). **Seed biology**. v. 3. New York: Academic Press, 1972. p.119-152.

LIM, S.M. **The influence of various storage environments on the moisture content, viability and vigor of crimson clover and sorghum seed**. 1963. 39f. Tese (Doutorado em Produção de Sementes) – Mississippi State University, Mississippi, 1963.

MAEDA, J.A., SAWAZAKI, E. Fatores que afetam a qualidade de sementes de sorgo: cultivares e localidades. **Bragantia**, Campinas, v.41, n.10, p.101-107, 1982.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation for emergence and vigour. **Crop Science**, Madison, v.2, p.176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.3.1-3.24.

MERCH, R.F. **Beneficiamento e armazenamento de grãos**. Porto Alegre: CESA, 1977. 104p.

MIRANDA, P. Reflexos das condições ecológicas de campo em sementes de sorgo (*Sorghum vulgare* Pers) armazenadas. **Boletim Técnico do Instituto de Pesquisas Agronômicas de Pernambuco**, Recife, v.21, p.13-26, 1967.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.). **Testes de**

vigor em sementes. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.49-85.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.2.1-2.24.

NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C.; CASTRO, M.M. Armazenamento de sementes de aveia preta produzidas em solos de diferentes fertilidades. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.26, n.2, p.7-14, 2004.

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. p.4.1-4.26.

WETZEL, C.T., ANDRIGUETO, J.R. **Armazenamento de sementes**. Brasília: ABEAS, 1987. 30p. (Curso de sementes, módulo 7-7.1).

