

ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE AVEIA PRETA PRODUZIDAS EM SOLOS DE DIFERENTES FERTILIDADES¹

JOÃO NAKAGAWA², CLÁUDIO CAVARIANI³, MÁRCIA MARIA CASTRO⁴

RESUMO - O trabalho objetivou estudar o comportamento de sementes de aveia preta (*Avena strigosa* Schreber) cv. Comum, produzidas em três condições distintas de fertilidade de solo e armazenadas em quatro ambientes diferentes. Os lotes foram armazenados por 60 meses, acondicionados em sacos de papel unifoliado, nas condições de ambiente natural de laboratório, de câmara seca (30 a 40% de U.R.), de geladeira (5 a 7°C) e de “freezer” (-20°C). As avaliações do teor de água e da germinação foram realizadas em intervalos trimestrais. Sementes oriundas de solo de menor fertilidade apresentaram menor capacidade de armazenamento, notadamente no ambiente natural de laboratório, com zero por cento de germinação após 48 meses. As sementes produzidas em solo de maior fertilidade apresentaram germinação superior a 90% aos 60 meses, quando conservadas em geladeira ou “freezer”. Os ambientes de geladeira e “freezer” mostraram-se mais favoráveis à conservação das sementes e o ambiente natural de laboratório o menos propício. A maior capacidade de conservação de sementes produzidas em solo de melhor fertilidade foi realçada em condições menos favoráveis de armazenagem.

Termos para indexação: *Avena strigosa*, conservação de sementes, germinação, vigor.

STORAGE OF BLACK-OAT SEEDS PRODUCED IN DIFFERENT SOIL FERTILITY CONDITIONS

ABSTRACT - The present study investigated the performance of *Avena strigosa* Schreber seeds, cv. Comum, produced under three different soil fertility conditions and stored in four storage environments. The seed lots were stored for 60 months, packed in a paper bag, in natural laboratory environment, dry chamber (30 to 40% of R.H.), refrigerator (5 to 7°C) and freezer (-20°C). The seed moisture content and the germination percentage were evaluated quarterly. Seeds produced in soil with less fertility presented lower storage capacity, mainly in the natural laboratory environment, where the germination was zero percent after 48 months of storage. Seeds produced in soil with high fertility presented germination superior to 90% at 60 months, when they were stored in a refrigerator or freezer. The refrigerator and freezer environments were the most favorable conditions for seed preservation; while the natural environment of laboratory was the worst. The less favorable conditions of storage enhanced the greatest preservation capacity shown by the seeds produced in high fertility soil.

Index terms: *Avena strigosa*, seed preservation, germination, vigor.

¹ Submetido em 18/09/2003. Aceito para publicação em 20/05/2004.

² Prof. Titular Aposentado, Voluntário, FCA-UNESP/Botucatu, Cx.P. 237, 18603-970, Botucatu-SP. Bolsista do CNPq. E-mail: secdamv@fca.unesp.br

³ Prof. Dr., FCA-UNESP/Botucatu. E-mail: ccavariani@fca.unesp.br

⁴ Eng. Agr., Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Agricultura, FCA - UNESP/Botucatu. Bolsista da CAPES. E-mail: marciacastro@fca.unesp.br

INTRODUÇÃO

A aveia preta (*Avena strigosa* Schreber) é uma gramínea rústica, utilizada como forrageira e como cultura para adubação verde de inverno em sistema de rotação de culturas, e adaptada às condições ambientais dos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, parte de São Paulo e Mato Grosso do Sul (Derpsch & Calegari, 1992). Tem-se apresentado como uma das melhores culturas de inverno, como cobertura morta, para a técnica de semeadura direta, razão para evolução de seu cultivo no sul do Brasil (Schuch et al., 1999), ocupando anualmente uma área estimada em 2,5 milhões de hectares no Rio Grande do Sul (ABRASEM, 2001). Face a sua importância, pesquisas visando a melhoria da tecnologia de produção vêm sendo realizadas, incluindo as que objetivaram a produção e a qualidade das sementes (Reis et al., 1992, 1993; Nakagawa et al., 1994, 1996, 2000; Rossetto & Nakagawa, 1995; Schuch et al., 1999). Já os trabalhos relacionados com a conservação das sementes de aveia preta não foram localizados, mesmo na literatura internacional, embora tenham sido encontrados para a aveia branca (*Avena sativa* L.) (Andersen & Andersen, 1972, 1992; Weidner et al., 1996; Pita et al., 1998; Ruiz et al., 1999).

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 & 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).

O nível de qualidade das sementes a serem armazenadas retrata todo o seu histórico durante a fase de produção e processamento pós-colheita. Desta forma, o manejo da cultura, o ambiente da produção, a maturidade, a colheita, as técnicas de secagem e beneficiamento influenciam o vigor inicial das sementes e, conseqüentemente, a sua capacidade de conservação. Para propiciar ótimas condições culturais, os manejos da fertilidade do solo, do suprimento de água e da população de plantas são importantes (Kameswara-Rao & Sastry, 1998) pois o estado nutricional das plantas é um dos fatores a afetar a qualidade das sementes (Dornbos Jr., 1995). Em aveia preta, os estudos desenvolvidos com adubação nitrogenada mostraram efeitos na produtividade de sementes, nos componentes da produção e na qualidade das sementes (Nakagawa et al., 1994, 1996, 2000; Schuch et al., 1999), todavia não se avaliou-se a capacidade de conservação dessas sementes.

A conservação das sementes a baixo teor de água e a baixa temperatura poderá, teoricamente, permitir a manutenção da viabilidade das sementes ortodoxas por muitos anos (Harrington, 1972). Pita et al. (1998) não observaram variação da germinação de sementes de aveia branca quando armazenadas com baixo teor de água (6-7%) e baixa temperatura (-10 a -15°C) por período de 10 anos. Specht et al. (1998), entretanto, verificaram que as sementes de aveia-branca perderam mais rapidamente a germinação que as de cevada, constatada a partir do segundo ano de conservação a 0°C, embaladas em recipientes de vidro com sílica gel. Ruiz et al. (1999), ao avaliarem a viabilidade de sementes de aveia branca, cevada e trigo armazenadas com teores de água inferiores a 7% e em câmara a -4°C e -18°C, constataram que após 10 anos as sementes de aveia mostraram maior deterioração, sendo que cerca de 35% das amostras apresentaram perdas de germinação significativas em relação ao valor inicial. A razão da menor armazenabilidade da aveia-branca estaria relacionada a fraca capacidade de ligação da água ocasionada pela distribuição do lipídeo por todo o grão (endosperma); isso significa que possuem mais água livre disponível que poderá aumentar as atividades metabólicas indesejáveis (Ganßmann & Vorwerck, 1995). Além disso, a concentração de lipídeos é mais elevada que em outros cereais, variando de 50 a 90g. kg⁻¹ entre genótipos (Peterson, 1992), fato que também deve interferir na capacidade de conservação.

O objetivo do presente trabalho foi estudar o comportamento de sementes de aveia preta, produzidas em condições distintas de fertilidade de solo e conservadas em ambientes diferentes de armazenamento.

MATERIAL E MÉTODOS

As sementes de aveia preta (*Avena strigosa* Schreber) cv. Comum foram produzidas em três condições distintas de fertilidade, quais sejam: F₁ = gleba em pousio, com pH = 4,5 e saturação de bases (V) de 35%, acrescidas de adubação de 20, 80 e 40kg/ha de N, P₂O₅ e K₂O na semeadura; F₂ = gleba com cultivo anterior de batata, com pH = 5,1 e V = 49%, na qual aplicou-se calcário para elevar V para 70% e com adubação de 20, 80 e 40kg/ha de N, P₂O₅ e K₂O; F₃ = as mesmas condições de F₂, seguida de adubação em cobertura no perfilhamento com 40kg/ha de N. Maiores detalhes da produção de sementes encontram-se em Nakagawa et al. (2000).

As sementes de cada lote foram divididas em porções iguais, embaladas em saco de papel unifoliado e armazenadas

em quatro condições ambientais: AM – em laboratório, sem controle de temperatura e umidade relativa, CS – em câmara seca, com umidade relativa de 30-40% e sem controle de temperatura; GE – em geladeira, com temperatura de 5-7°C e umidade relativa de 10-15%; FR – em “freezer”, com temperatura - 20°C.

Antes do armazenamento e a cada três meses foram avaliados o teor de água das sementes, a germinação e o vigor (primeira contagem do teste de germinação). O teor de água das sementes foi avaliado pelo método da estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$ por 24h, em duas subamostras de aproximadamente 13,0g cada. O teste de germinação foi realizado empregando-se quatro subamostras de 50 sementes e seguindo-se as recomendações encontradas nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992). A primeira contagem do teste de germinação foi considerada como teste de vigor.

Foram avaliados os teores de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) e de micronutrientes (Cu, Zn, Mn e Fe) das sementes, baseando-se em metodologia descrita em Malavolta et al. (1989), dos três lotes de sementes antes do armazenamento.

Os dados de germinação e primeira contagem do teste de germinação foram analisados em esquema fatorial 3×4 , em delineamento inteiramente ao acaso, considerando os três lotes (F_1 , F_2 e F_3) e as quatro condições de armazenamento (AM, CS, GE e FR), com quatro repetições para cada momento de avaliação trimestral, no decorrer dos 60 meses de armazenamento. Foram ajustadas equações de regressão polinomial de até 3º grau para cada lote (F_1 , F_2 e F_3) em cada condição de armazenamento para os dados de germinação e primeira contagem.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao se avaliar os teores de macro e micronutrientes nas sementes dos três lotes de aveia preta antes do armazenamento, observou-se que foram pequenas as diferenças entre os teores, exceto para alguns micronutrientes (Tabela 1).

O lote F_2 , para quase todos os elementos analisados, apresentou os maiores valores, com exceção ao N, o qual sobressaiu-se no lote F_3 , e ao Mn, com valor bem superior para F_1 . O lote F_3 originou-se de solo com as mesmas características onde se produziu o lote F_2 e recebeu a mesma adubação, exceto a dose de N em cobertura (40kg/ha) recebida pelas plantas; fato esse que deve ter proporcionado o maior valor de N nas suas sementes, pois Schuch et al. (1999) constataram que a adubação nitrogenada aumentou a

concentração de N nas sementes de aveia-preta. Já o maior teor de Mn nas sementes do lote F_1 pode ser relacionado às características químicas do solo que as produziu, aliada a não aplicação de calcário, o que deve ter proporcionado maior disponibilidade de Mn às plantas, isto considerando que o solo apresentava $\text{pH}=4,5$. Welch (1995), ao tabular as concentrações de nutrientes encontradas em sementes de aveia branca de diferentes genótipos e procedências, constatou os maiores valores de Mn (média = 136 mg/kg) para as oriundas de solos ácidos da Finlândia.

As sementes dos lotes F_1 , F_2 e F_3 apresentaram teores de água de 11,6, 11,8 e 11,7%, respectivamente, quando foram embaladas para o armazenamento, mostrando semelhança de valores em razão de estarem em equilíbrio higroscópico com o ambiente. Após armazenadas, os teores de água dos três lotes mantiveram-se semelhantes dentro de cada ambiente (AM, CS, GE e FR), porém diferentes entre ambientes (Tabela 2) em função de suas umidades relativas. Observa-se que os desvios das médias do teor de água foram menores na geladeira e no “freezer”, indicando menor variação da umidade relativa nesses que no ambiente de laboratório e na câmara seca no decorrer dos 60 meses de armazenagem das sementes. Por esses resultados, pode-se inferir que o teor de água das sementes não deve ter alterado o comportamento fisiológico dos lotes dentro de cada ambiente, mas deve ter afetado se comparado entre ambientes. O mesmo raciocínio é válido para o efeito da temperatura dos ambientes na qualidade fisiológica das sementes.

A análise de variância dos dados de germinação e da primeira contagem do teste de germinação apresentou efeito de interação entre ambientes de armazenamento e lotes de sementes. Face a esses resultados, realizou-se a análise da regressão polinomial dos dados de germinação e da primeira contagem para cada lote dentro de cada ambiente no decorrer dos 60 meses de armazenamento. As equações das regressões e os valores do coeficiente de determinação (R^2) estão apresentados nas Tabelas 3 e 4 (germinação e primeira contagem). Nas Figuras. 1, 2, 3 e 4 estão representadas as curvas ajustadas para os dados de germinação e de primeira contagem do teste de germinação, respectivamente, para ambiente de laboratório (AM), câmara seca (CS), geladeira (GE) e “freezer” (FR).

As sementes ao serem armazenadas apresentavam germinação de $F_1 = 94\%$, $F_2 = 96\%$ e $F_3 = 98\%$ e de primeira contagem $F_1 = 74\%$, $F_2 = 79\%$ e $F_3 = 85\%$, ou seja, com menor qualidade o lote F_1 , produzido em solo de menor fertilidade, e com maior qualidade o lote F_3 , que recebera a adubação nitrogenada em cobertura, produzido em solo de

TABELA 1. Teor de macronutrientes (g/kg) e micronutrientes (mg/kg) dos três lotes de sementes de aveia preta produzidas em condições distintas de fertilidade de solo. Botucatu, 1995.

Lotes	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Zn	Mn	Fe	
		g/kg						mg/kg			
F ₁	20,32	4,28	4,06	0,68	1,12	1,58	10,00	46,00	162,00	50,80	
F ₂	22,88	4,57	4,10	1,00	1,24	1,76	16,38	47,72	56,00	100,82	
F ₃	23,36	4,45	3,80	0,70	1,07	1,77	11,74	41,00	48,78	57,58	

TABELA 2. Dados médios do teor de água (%) dos lotes de sementes (F₁, F₂ e F₃) de aveia preta armazenadas em condições de ambiente natural de laboratório (AM), câmara seca (CS), geladeira (GE) e "freezer" (FR) durante 60 meses.

Lotes	Armazenamento			
	AM	CS	FR	GE
F ₁	10,51 ± 0,97	7,62 ± 0,82	12,92 ± 0,35	5,65 ± 0,23
F ₂	10,55 ± 0,88	7,61 ± 0,79	12,81 ± 0,36	5,73 ± 0,36
F ₃	10,59 ± 0,98	7,64 ± 0,86	12,79 ± 0,37	5,83 ± 0,32

melhor fertilidade. As diferenças, apesar de não serem acentuadas, indicariam o lote F₁ com menor potencial de conservação, considerando essa qualidade inicial. Relacionando a qualidade dos lotes com os resultados da concentração dos nutrientes nas sementes (Tabela 1), as diferenças observadas, são o teor de N (maior para F₃ e menor para F₁) e o de Mn (maior para F₁), pois para os demais as

concentrações foram semelhantes nos três lotes.

Armazenando-se as sementes em ambiente de laboratório (AM), de acordo com as curvas ajustadas (Figura 1), houve acréscimo nos valores de germinação para os lotes F₁ e F₂ até os seis meses, enquanto para F₃, os valores que já eram elevados mantiveram-se.

Pelos resultados dos lotes F₁ e F₂, pode-se inferir que o acréscimo observado na germinação nesse período de seis meses seria em função da superação da dormência das poucas sementes que apresentavam esse fenômeno. Weidner et al. (1996) constataram que as cariopses dormentes de aveia-branca, cevada, centeio e triticale perderam lentamente a sua dormência, sendo que após seis meses de armazenamento em ambiente seco a superação foi total. Os referidos autores encontraram uma correlação positiva entre o nível de dormência e o conteúdo de ácidos fenólicos durante esse período de armazenamento, vindo a confirmar a hipótese do envolvimento dos compostos fenólicos no controle da dormência e da germinação de cariopses dos cereais.

TABELA 3. Equações de regressão polinomial para os dados de germinação dos lotes de sementes (F₁, F₂ e F₃) de aveia preta armazenadas em condições de ambiente natural de laboratório (AM), câmara seca (CS), geladeira (GE) e "freezer" (FR) durante 60 meses, com os respectivos coeficientes de determinação (R²).

Tratamentos	Equações	R ²
AM – F ₁	$Y = 89,9583 + 2,5211 x - 0,1811 x^2 + 0,0019 x^3$	0,98
F ₂	$Y = 96,0224 + 0,7059 x - 0,0391 x^2$	0,96
F ₃	$Y = 96,7969 + 0,1072 x - 0,0271 x^2$	0,98
CS – F ₁	$Y = 92,7480 + 0,6099 x - 0,0246 x^2$	0,73
F ₂	$Y = 95,5501 + 0,3092 x - 0,0090 x^2$	0,78
F ₃	$Y = 98,6543 - 0,2926 x + 0,0192 x^2 - 0,0004 x^3$	0,93
GE – F ₁	$Y = 97,5195 - 0,1626 x$	0,55
F ₂	$Y = 95,6590$	NS
F ₃	$Y = 98,6645 - 0,0908 x$	0,24
FR – F ₁	$Y = 97,3788 - 0,1384 x$	0,43
F ₂	$Y = 96,4762$	N.S.
F ₃	$Y = 97,6082 - 0,0814 x$	0,23

NS- não significativo

TABELA 4. Equações de regressão polinomial para os dados de primeira contagem do teste germinação dos lotes de sementes (F₁, F₂ e F₃) de aveia preta armazenadas em condições de ambiente natural de laboratório (AM), câmara seca (CS), geladeira (GE) e “freezer” (FR) durante 60 meses, com os respectivos coeficientes de determinação (R²).

Tratamentos	Equações	R ²
AM – F ₁	$Y = 89,8040 - 4,0199 x + 0,430 x^2$	0,87
F ₂	$Y = 91,4732 - 2,8567 x + 0,0207 x^2$	0,95
F ₃	$Y = 94,1214 - 2,7730 x + 0,0183 x^2$	0,92
CS – F ₁	$Y = 77,5246 - 0,0803 x - 0,0220 x^2$	0,85
F ₂	$Y = 80,0390 + 0,7084 x - 0,0315 x^2$	0,88
F ₃	$Y = 81,6206 + 0,5913 x - 0,0289 x^2$	0,84
GE – F ₁	$Y = 78,1598 - 2,0106 x + 0,0962 x^2 - 0,0013 x^3$	0,73
F ₂	$Y = 78,4978 - 0,3468 x$	0,28
F ₃	$Y = 98,6101 - 2,6063 x + 0,0950 x^2 - 0,0011 x^3$	0,54
FR – F ₁	$Y = 66,4190 + 0,4744 x - 0,0186 x^2$	0,60
F ₂	$Y = 68,4246 + 0,8345 x - 0,0202 x^2$	0,51
F ₃	$Y = 86,0433 - 2,2867 x + 0,0893 x^2 - 0,0011 x^3$	0,66

Após esse período de acréscimo da germinação (F₁ e F₂), verifica-se que as sementes dos três lotes passaram a apresentar queda na porcentagem de germinação, com intensidades diferentes, porém de forma bem mais acentuada no lote F₁. Assim, após 24 meses em ambiente de laboratório, o lote F₁ apresentava germinação inferior a 75%, limitando sua comercialização como semente no estado de São Paulo,

por estar abaixo do padrão (CESM/SP, 1998); os outros dois lotes mantiveram-se ainda dentro dos padrões por pelo menos mais seis meses. O lote F₁ perdeu sua capacidade de germinação logo após os 48 meses, enquanto o F₂ e F₃ próximos aos 60 meses.

Pelas curvas ajustadas para os resultados da primeira contagem do teste de germinação (Figura 1), constata-se que

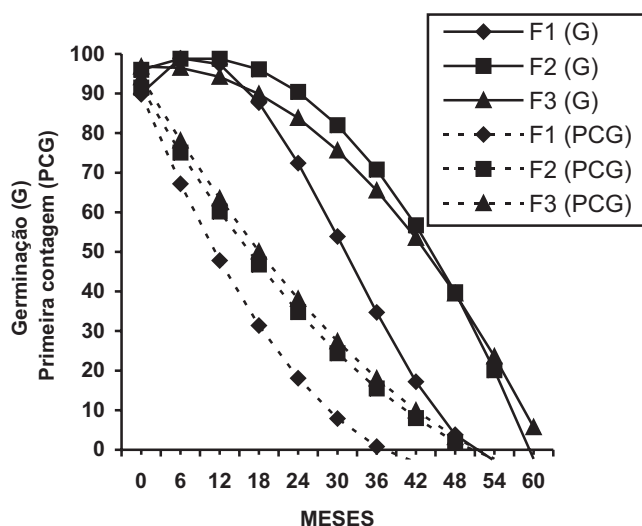


FIGURA 1. Germinação (%) e primeira contagem do teste de germinação (%) de sementes de aveia preta produzidas em condições distintas de fertilidade de solo (F₁, F₂ e F₃) e armazenadas em ambiente natural de laboratório. Botucatu, 2001.

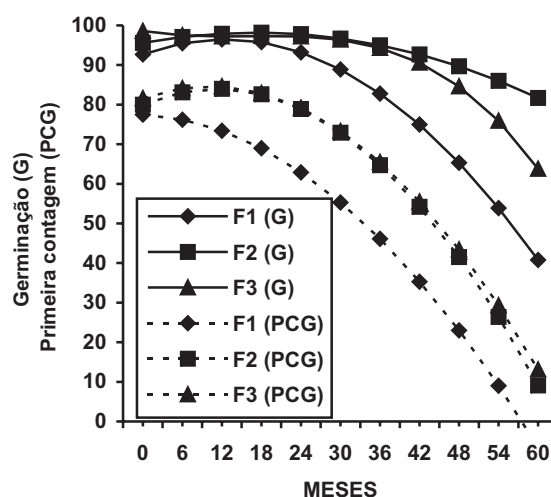


FIGURA 2. Germinação (%) e primeira contagem do teste de germinação (%) de sementes de aveia preta produzidas em condições distintas de fertilidade de solo (F₁, F₂ e F₃) e armazenadas em câmara seca. Botucatu, 2001.

o decréscimo dos valores com o armazenamento em condições de laboratório foi bem mais rápido que o da germinação, mantendo as sementes dos lotes F_2 e F_3 comportamento semelhantes, enquanto as da F_1 , à semelhança da germinação, apresentaram queda maior. Verifica-se assim que a perda de vigor ocorreu de forma mais rápida que a germinação, e que a qualidade inicial das sementes, aqui diferenciada em função das condições de fertilidade do local de produção, apresentou-se como um importante fator a afetar a capacidade de conservação das sementes (Chin, 1994; Carvalho & Nakagawa, 2000). Dessa maneira, o melhor manejo da fertilidade do solo e conseqüentemente a melhor nutrição da planta, possibilitaram sementes com melhor qualidade para os lotes F_2 e F_3 , estando de acordo, portanto, com as afirmativas de Kameswara-Rao & Sastry (1998) e Dornbos Jr (1995) que ressaltam a importância dessas condições de campo. A melhor qualidade fisiológica dos lotes F_2 e F_3 em relação a F_1 não pode ser justificada apenas pelos valores de concentração de nutrientes (Tabela 1) apresentado nas sementes, pois como comentado anteriormente, as diferenças foram pequenas; outros componentes armazenados necessitariam ser avaliados.

Acompanhando-se o comportamento das sementes armazenadas em câmara seca (CS), pelas curvas ajustadas para germinação (Figura 2), verifica-se que à semelhança do observado para as armazenadas em ambiente (Figura 1) há um acréscimo dos valores para os lotes F_1 e F_2 , porém por períodos um pouco maiores, até em torno de 12 meses para F_1 e de 18 meses para F_2 . Este fato que pode ser atribuído à superação de dormência, anteriormente comentado. A diminuição da germinação com o armazenamento foi menos acentuada na câmara seca do que no ambiente de laboratório, com o lote F_1 a apresentar o maior decréscimo seguindo-se de F_2 e F_3 . Apesar da queda da viabilidade, nessas condições de armazenamento, o lote F_1 apresentou-se dentro do padrão de 75% de germinação até aos 42 meses, enquanto F_3 até 54 meses e F_2 no decorrer dos 60 meses.

A perda de vigor, avaliado pela primeira contagem do teste de germinação, foi mais rápida que a germinação (Figura 2), apresentando-se com menor qualidade o lote F_1 e semelhantes os lotes F_2 e F_3 . Dessa maneira, as sementes do lote F_1 , em condições de ambiente de conservação mais favorável (baixa umidade relativa), mantiveram o pior comportamento, mostrando sua menor qualidade.

Observando-se o formato das curvas da primeira contagem do teste de germinação dos três lotes (Figuras 1 e 2), verifica-se que a perda de vigor ocorreu de forma rápida

no início do armazenamento em ambiente de laboratório, enquanto na câmara seca a perda de qualidade foi mais acentuada na fase final do estudo.

Ambos ambientes não apresentavam controle de temperatura, portanto as sementes ficaram em condições semelhantes. A diferença existente foi em relação a umidade relativa, cujo efeito pode ser visto no teor de água das sementes (Tabela 2); embora a diferença tenha ficado em torno de três pontos percentuais entre as sementes dos dois ambientes,

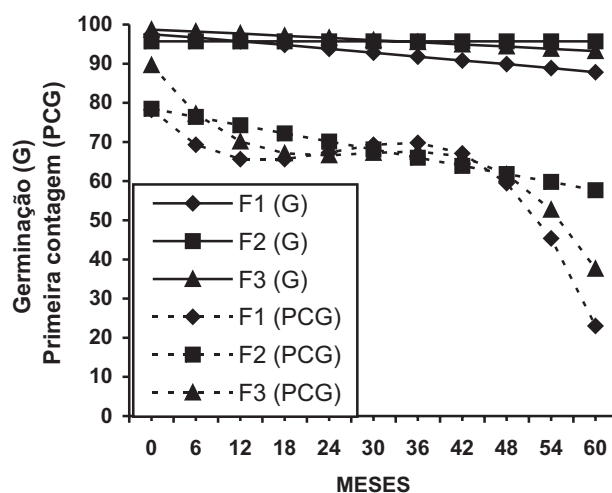


FIGURA 3. Germinação (%) e primeira contagem do teste de germinação (%) de sementes de aveia preta produzidas em condições distintas de fertilidade de solo (F_1 , F_2 e F_3) e armazenadas em geladeira. Botucatu, 2001.

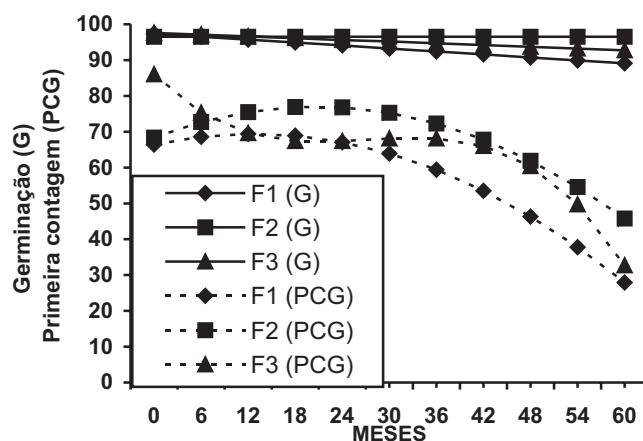


FIGURA 4. Germinação (%) e primeira contagem do teste de germinação (%) de sementes de aveia preta produzidas em condições distintas de fertilidade de solo (F_1 , F_2 e F_3) e armazenadas em "freezer". Botucatu, 2001.

esta representou efeitos negativos consideráveis na germinação após os 12 meses de armazenamento (Figuras 1 e 2) e no vigor bem antes. Trabalhos mostram que a cada acréscimo de 1% no teor de água das sementes, a capacidade de conservação se reduz a metade, para os teores de água entre 5 a 14% (Toledo & Marcos Filho, 1977). No presente trabalho, os efeitos do teor de água não chegaram a tanto, mas possibilitaram observar que foram mais marcantes para as sementes com qualidade inicial inferior.

O comportamento das sementes de cada lote, quanto a germinação, foi bem semelhante nos ambientes de geladeira (GE) e “freezer” (FR), pois ao se realizar as análises de regressão polinomial, para F_1 e F_3 foram ajustados regressões lineares e para F_2 as regressões não foram significativas (Tabela 3). Constata-se que em ambos ambientes os três lotes apresentaram germinações semelhantes no decorrer do armazenamento (Figuras 3 e 4) e acima do padrão de sementes fiscalizadas de aveia-preta (75%) do estado de São Paulo (CESM/SP, 1998). Considerando-se as equações lineares ajustadas (Tabela 3) para germinação, as sementes do lote F_1 apresentaram decréscimo de germinação maior que as do lote F_3 , mostrado pelos coeficientes angulares (β) das equações e pelas curvas às Figuras 3 e 4. Entre os dois ambientes considerados (GE e FR), os coeficientes angulares tanto para F_1 como para F_2 foram menores no “freezer”, indicando que o decréscimo da germinação no decorrer do armazenamento foi menor, ou seja, que apresentou melhores condições para conservação que a geladeira.

Ao se avaliar os resultados da primeira contagem do teste de germinação, verifica-se que o comportamento dos lotes foi diferente nos ambientes de geladeira e “freezer” (Tabela 4, Figuras 3 e 4). Todavia, em ambos ambientes as sementes de F_1 , seguido de F_3 apresentaram pior comportamento que F_2 , confirmando a menor qualidade fisiológica do lote oriundo de solo de menor fertilidade. Comparando os dois ambientes, constatou-se decréscimos mais acentuados nos valores da primeira contagem do teste de germinação das sementes armazenadas no “freezer” do que na geladeira, para os três lotes (Figuras 3 e 4), diferindo do que indicaram as curvas ajustadas para germinação. Crispim (1994) obteve também resultados não concordantes entre a germinação e os testes de vigor, pois estudando o armazenamento de sementes de dois cultivares de feijão, verificou que, após 18 meses, a germinação foi superior na geladeira (3°C) que no freezer (-15°C), quando em embalagem porosa; todavia os testes de vigor não mostraram essa superioridade da qualidade nas sementes conservadas em geladeira.

Se forem observados os fatores que podem interferir na capacidade de conservação das sementes, verifica-se que o teor de água das sementes foi menor nas armazenadas em geladeira (Tabela 2) que no “freezer”, porém a temperatura foi mais favorável no “freezer”, considerando serem sementes ortodoxas (Harrington, 1972). Assim, sementes de aveia-branca, quando armazenadas com teores de água de 6 a 7%, em ambientes com temperaturas de -10°C e -15°C, conservam-se sem apresentar variações na germinação por período de 10 anos (Pita et al., 1998). No presente estudo como as sementes foram embaladas em saco de papel unifoliado, as sementes do “freezer” apresentavam maior teor de água (Tabela 2) que as do referido trabalho, mas mesmo nessas condições as sementes mantiveram alta germinação por cinco anos, embora com decréscimos no vigor. Specht et al. (1998), todavia, verificaram que as sementes de aveia-branca conservadas a 0°C, embaladas em recipientes de vidro com sílica gel em seu interior, apresentaram aumentos progressivos no número de amostras com queda de germinação, já a partir do segundo ano de armazenamento. As sementes aqui armazenadas em geladeiras (5 a 7°C), por terem apresentado baixo teor de água, ou seja abaixo de 6 a 7% (Tabela 2), conservaram a germinação em níveis adequados durante os cinco anos, apesar de ter apresentado diminuição no vigor.

Os resultados obtidos mostram a importância, a interdependência e a sinergia do teor de água das sementes e da temperatura do ambiente na conservação de sementes de aveia preta, bem como da qualidade inicial, para a potencialidade de armazenamento.

CONCLUSÕES

Os ambientes de geladeira e “freezer” mostram-se mais favoráveis à conservação de sementes aveia preta comparativamente ao ambiente de câmara seca.

As sementes de aveia preta produzidas em solo de maior fertilidade apresentam maior potencial de conservação, que é ralaçado sob condições menos favoráveis de armazenamento.

REFERÊNCIAS

- ANDERSEN, K.; ANDERSEN, S. Longevity of cereal seeds and flax. *Acta Agriculturae Scandinavica*, Stockholm, v.22, n.1, p.3-10, 1972.
- ANDERSEN, K.; ANDERSEN, S. Longevity of cereal seeds. *Acta Agriculturae Scandinavica. Section B. Soil and Plant Science*,

Uppsala, v.42, n.3, p.170-172, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE SEMENTES. **Anuário Abrasem 2001**. Brasília: ABRASEM, 2001. 136p.

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

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4 ed. 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.

COMISSÃO ESTADUAL DE SEMENTES E MUDAS DE SÃO PAULO. **Padrões de sementes: gramíneas forrageiras**. Campinas: CESM, 1998. s.p.

CRISPIM, J.E. **Influência de embalagens e baixas temperaturas na qualidade fisiológica de sementes de feijão armazenadas**. 1994. 132f. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1994.

DERPSCH, R.; CALEGARI, A. **Plantas para adubação verde de inverno**. Londrina: IAPAR, 1992. 80p. (Circular, 73).

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.

GANBMANN, W.; VORWERCK, K. Oat milling, processing and storage. In: WELCH, R.W. (Ed.). **The oat crop. production and utilization**. London: Chapman & Hall, 1995. p.369-408.

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

KAWESWARA-RAO, N.; SASTRY, D.V.S.R. Seed quality considerations in germplasm regeneration. In: ENGELS, J.M.M.; RAMANATHA-RAO, R. (Ed.). **Regeneration of seed crops and their wild relatives**. Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 1998. p.144-149.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa de Potassa e Fósforo, 1989. 201p.

NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C.; MACHADO, J.R. Maturação de sementes de aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb). II. Maturidade da panícula e da espigueta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.2, p.327-339, 1994.

NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C.; MACHADO, J.R. Efeito de doses de N aplicados na emergência da panícula sobre a produção e qualidade de sementes de aveia-preta. **Pesquisa Agropecuária**

Brasileira, Brasília, v.18, n.2, p.160-166, 1996.

NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C.; MACHADO, J.R. Adubação nitrogenada no perfilhamento da aveia-preta em duas condições de fertilidade do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.6, p.1071-1080, 2000.

PETERSON, D.M. Composition and nutritional characteristics of oat grain and products. In: MARSHALL, H.G.; SORRELS, M.E.(Ed.). **Oat science and technology**. Madison: American Society of Agronomy, 1992. p.265-292.

PITA, J.M.; PÉREZ-GARCIA, F.; ESCUDERO, A.; CUADRA, C. Viability of *Avena sativa* L. seeds after 10 years of storage in base collection. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.55, n.1-2, p.183-187, 1998.

REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A.; COAN, O.; RESENDE, M.K.T. Efeitos de diferentes épocas de colheita sobre a produção de forragem e de sementes de aveia preta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27, n.1, p.111-117, 1992.

REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A.; VIEIRA, R.D.; GUIMARÃES, P.H.D. Produção e qualidade de sementes de aveia forrageira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, n.12, p.1425-1430, 1993.

ROSSETTO, C.A.V.; NAKAGAWA, J. Efeito da época de semeadura na produção e qualidade de sementes de aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.). **Científica**, São Paulo, v.23, n.1, p.171-184, 1995.

RUIZ, M.; MARTÍN, I.; CUADRA, C. Cereal seed viability after 10 years of storage in active and base germplasm collections. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.64, n.3, p.229-236, 1999.

SCHUCH, L.O.B.; NEDEL, J.L.; MAIA, M.S.; ASSIS, F.N. Vigor de sementes e adubação nitrogenada em aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.2, p. 127-134, 1999.

SPECHT, C.E.; HAMMER, K.; KELLER, E.R.J. Regeneration procedure in the Gatersleben genebank. In: ENGELS, J.M.M.; RAMANATHA-RAO, R. (Ed.). **Regeneration of seed crops and their wild relatives**. Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 1998. p.27-30.

TOLEDO, F.F.; MARCOS FILHO, J. **Manual de sementes. tecnologia da produção**. São Paulo: Editora Agrônômica Ceres, 1977. 224p.

WEIDNER, S.; PAPROCKA, J.; LUKASZEWICZ, D. Changes in free, esterified and glycosidic phenolic acids in cereal grains during the after-ripening. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.24, n.1, p.107-114, 1996.

WELCH, R.W. The chemical composition of oats. In: WELCH, R.W. (Ed.). **The oat crop. production and utilization**. London: Chapman & Hall, 1995. p. 279-320.

