

Qualidade fisiológica de sementes de sorgo silageiro submetidas a diferentes seqüências de beneficiamento¹

João Rodolfo Guimarães Nunes², Nilson Lemos De Menezes³, Alberto Cargnelutti Filho⁴

Resumo - O presente trabalho teve por objetivo verificar o efeito de três seqüências de beneficiamento sobre a qualidade de lotes de sementes de sorgo silageiro (*Sorghum bicolor* L.) e, para tal, utilizaram-se os cultivares FEPAGRO-RS 11, FEPAGRO-RS 12, FEPAGRO 17 e FEPAGRO 18. As seqüências de beneficiamento foram: S1 - apenas a pré-limpeza; S2 - pré-limpeza mais três passagens pela limpeza; S3 - pré-limpeza, polimento e limpeza. Os tratamentos foram avaliados através das determinações do grau de umidade, massa de mil sementes, análise de pureza e dos testes de germinação, primeira contagem da germinação, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e tetrazólio, aplicados logo após o beneficiamento e 12 meses depois. Houve diferenças entre os lotes dos cultivares, quanto ao grau de umidade inicial, massa de mil sementes e qualidade fisiológica das sementes. Todas as seqüências de beneficiamento obtiveram pureza física superior a 99,0%. A seqüência de beneficiamento composta pelas operações de pré-limpeza, de polimento e de limpeza melhora o aspecto visual e não prejudica a qualidade fisiológica das sementes de sorgo silageiro, porém três passagens pela limpeza e polimento afetam o vigor das sementes após um ano de armazenamento.

Palavras-chave: *Sorghum bicolor*, beneficiamento, qualidade fisiológica.

Physiological quality of silage sorghum seeds submitted to different sequence of conditioning

Abstract - The objective of this paper was to check the effects of three different sequences of conditioning on seeds quality of silage sorghum (*Sorghum bicolor* L.), cultivars FEPAGRO-RS 11, FEPAGRO-RS 12, FEPAGRO 17 e FEPAGRO 18. Treatments followed the next sequence: S1- pre cleaning; S2 - pre cleaning plus three passages through cleaning; S3 - pre cleaning, polishing and cleaning. Treatments were measured through the levels of moisture, the mass of thousand seeds, purity analysis and tests of germination, first germination count, accelerated aging, electric conductivity and tetrazoliun, applied right after conditioning and 12 months later. It was observed some differences between cultivars, concerning levels of initial moisture, mass of thousand seeds and physiological quality of seeds. All the conducting treatments managed obtained purity quality superior to 99,0%. Sequences of conditioning consisted by pre cleaning operations, polishing and cleaning, improves visual aspect and does not damage physiological quality of the seeds from silage sorghum, but three cleaning operations and polishing affect seed vigour after storage of one year.

Key words: *Sorghum bicolor*, conditioning, physiological quality.

Introdução

A semente é um dos principais insumos da agricultura e sua qualidade é primordial ao estabelecimento de qualquer cultura. Para um bom desempenho, deve-se utilizar sementes com elevado potencial fisiológico, livres de danos mecânicos e de impurezas (VAUGHAN et al., 1980). Entretanto, a disponibilidade de sementes de sorgo silageiro com alta qualidade ainda é pequena, sendo que dentre os vários fatores que exercem influência em sua qualidade, o manejo pós-colheita tem grande importância. As sementes recém colhidas, geralmente, não apresentam condições de serem imediatamente comerciali-

zadas. É necessário o beneficiamento das mesmas, a fim de melhorar ou aprimorar suas características como armazenabilidade e plantabilidade. No que diz respeito, à forma, tamanho e à textura do tegumento, as sementes indesejáveis e os materiais contaminantes são muitas vezes semelhantes às sementes que se pretende beneficiar. O beneficiamento de sementes é uma etapa fundamental da produção de lotes de alta qualidade, sendo que a definição dos equipamentos e a sua correta regulagem estão intimamente ligadas à qualidade final.

As máquinas de beneficiamento realizam as separações com base em diferenças físicas entre a semente e o material indesejável, de tal maneira que a remoção deste

¹ Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor apresentada à Universidade Federal de Pelotas - UFPel.

² Eng. Agr., Msc, Responsável Técnico do Laboratório de Tecnologia de Sementes e Pesquisador da FEPAGRO, Rua Gonçalves Dias, 570, Bairro Menino Deus, CEP 90130-060, Porto Alegre, RS, Brasil. E-mail: joao-nunes@fepagro.rs.gov.br.

³ Prof. Dr. do Departamento de Fitotecnia, Universidade de Santa Maria (UFSM)

⁴ Departamento de Estatística, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Avenida Bento Gonçalves, 9500, Bairro Agronomia, CEP 91509-900. Porto Alegre, RS, Brasil. E-mail: cargnelutti@ufrgs.br.

material de um lote de sementes pode exigir que as sementes passem por um ou mais equipamentos especializados (WELCH, 1974; VAUGHAN et al., 1980).

Para a obtenção de sementes com uniformidade de forma e tamanho, que facilitem o tratamento e a semeadura, torna-se necessário o processamento mecânico, empregando-se máquinas dotadas de peneiras. Na escolha das peneiras, o tamanho e a forma das perfurações das mesmas se aproximam do tamanho das sementes em produção e removem sementes de outras culturas, de plantas daninhas, material inerte, sementes quebradas e sementes maiores ou menores do que a semente desejada. Entretanto, alguns materiais indesejáveis ou estruturas remanescentes da própria planta em questão são do mesmo tamanho da semente, impossibilitando a separação completa. Nesses casos, torna-se necessário usar outras operações de separação e aprimoramento para completar o beneficiamento das sementes (WELCH, 1974).

O beneficiamento para a retirada de estruturas aderidas às sementes, ou aquelas que fazem parte das mesmas, pode desencadear efeitos físicos e fisiológicos. A presença de glumas pode afetar a germinação da semente promovendo dormência ou simplesmente sendo uma barreira física. Em algumas gramíneas ocorre dormência exógena com características físicas, como em *Brachiaria brizantha*, na qual a presença de tecidos da cariopse, da lema ou da pálea, provavelmente, diminuem a disponibilidade de oxigênio ao embrião (CARDOSO, 2004). Na espécie *Paspalum notatum*, as glumelas das sementes não impõem impedimento à embebição, porém as sementes apresentam dormência imposta pela pálea, pois quando esta estrutura é retirada há um aumento significativo na germinação (MAEDA e PEREIRA, 1997).

A germinação de sementes de sorgo, comparando sementes sem glumas, com glumas e sementes no ráquis, foi estudada por Cereceres et al. (1983). Os autores observaram que as sementes com glumas tiveram germinação mais lenta do que as sem glumas. As glumas de sementes imaturas de sorgo possuem inibidores fenólicos, cuja presença não é detectada, nestas estruturas, em sementes maduras (SANTOS et al., 1991; TILLMANN et al., 1991).

Na tentativa de retirar as glumas e minimizar operações de beneficiamento muitos equipamentos desenvolvidos para outros usos podem ser testados. A utilização de equipamento adaptado a esta função é frequente no beneficiamento de sementes. Nas diversas espécies das quais se produzem lotes de sementes de qualidade melhorada têm sido usadas máquinas e equipamentos adequados, sem, no entanto, impedir certo grau de danificações mecânicas. Essas danificações mecânicas são consequências de regulagens mal feitas ou máquinas inadequadas que causam redução acentuada de vigor, diminuição da germinação e perda da viabilidade das se-

mentes, além de facilitar o ataque de microorganismos e pragas (NETTO et al., 1997; CARVALHO e NAKAGAWA, 2000; MENEZES et al., 2002).

Como consequências dos danos físicos e fisiológicos sobre a semente, poderão ocorrer a quebra da mesma, ruptura de tegumento e membranas, alterações da atividade respiratória, alterações enzimáticas e protéicas, modificações no metabolismo de carboidratos e lipídios.

Analisar o impacto sobre a qualidade das sementes e a resposta de diferentes cultivares ao manuseio dos equipamentos de beneficiamento é fator importante para evitar a redução do vigor e viabilidade, que comprometem o armazenamento, estabelecimento e desenvolvimento inicial das plantas.

O presente trabalho tem por objetivo verificar o efeito de três sequências de beneficiamento sobre a qualidade fisiológica das sementes de quatro lotes de cultivares de sorgo silageiro.

Material e Métodos

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Análise de Sementes da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO), durante os anos de 2006 e 2007, em Porto Alegre, Rio Grande do Sul (RS). Utilizaram-se os cultivares de sorgo silageiro (*Sorghum bicolor* L.) FEPAGRO-RS 11, FEPAGRO-RS 12, FEPAGRO 17 e FEPAGRO 18, representados, cada um, por um lote de sementes produzido na safra 2005/2006, que foram beneficiados na unidade FEPAGRO Fruticultura, em Taquari, RS.

As sementes, produzidas em campos distintos, foram colhidas manualmente, secas na panícula utilizando secador estacionário com o propósito de obter umidade da semente entre 11% e 12%. Após a secagem as panículas foram trilhadas. A partir deste ponto, os lotes dos cultivares foram submetidos a diferentes sequências de beneficiamento, com a finalidade de facilitar as operações e promover a retirada das glumas.

As sequências de beneficiamento foram feitas em distintas máquinas: a primeira sequência consistiu apenas de pré-limpeza (S1), na qual as sementes passaram na máquina de ar e peneiras (MAP), utilizando a peneira com furos de 5,0mm de diâmetro; a segunda (S2) foi composta pela sequência formada pela pré-limpeza, mais três passagens pela limpeza, efetuadas na máquina de ar e peneiras (mesma máquina de pré-limpeza), utilizando duas peneiras de furos redondos, com diâmetros de 3,2 e 2,8mm; a terceira sequência (S3) consistiu em uma única passada pelas máquinas de pré-limpeza, polimento e limpeza, empregando as mesmas peneiras utilizadas nas sequências anteriores (Figura 1).

As sementes foram polidas, para retirada das aderências florais, com o polidor de cereais, marca Grimm de rendimento 6 a 10 sc/hora, com abertura máxima de sa-

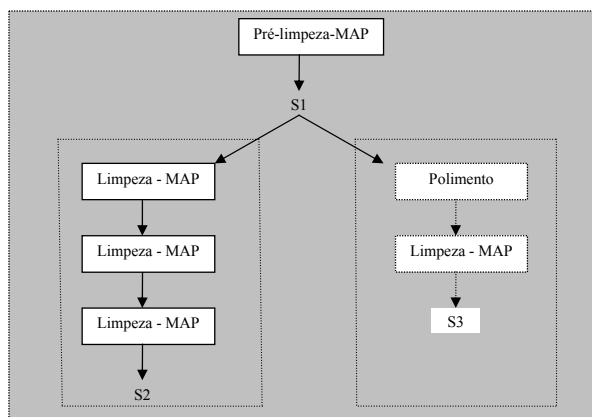


Figura 1 - Sequências de beneficiamento (MAP - máquina de ar e peneiras)

ída e aperto médio da navalha, conforme testes preliminares. As amostras retiradas no final de cada sequência de beneficiamento foram enviadas ao laboratório e, após recepção, foram homogeneizadas utilizando um divisor de tipo Gamet, para a retirada das amostras de trabalho destinadas à avaliação de sua qualidade.

A avaliação dos tratamentos foi realizada através das determinações e testes indicados a seguir:

Grau de Umidade - foi determinado em quatro subamostras pelo método de estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$, por 24 horas, de acordo com as Regras para Análise de Sementes - RAS (BRASIL, 1992). Os resultados foram expressos em percentagem média para o lote de cada cultivar.

Massa de Mil Sementes - foi determinada conforme recomendação das RAS (BRASIL, 1992), utilizando-se oito repetições de 100 sementes para cada cultivar, com as quais se determinou a média e o coeficiente de variação. Quando esse último apresentou valor menor ou igual a 4,0%, a massa de mil sementes, de cada cultivar, foi obtida multiplicando-se a média das 100 sementes por dez.

Análise de Pureza - foi realizada utilizando-se a amostra de trabalho de 90g, para cada cultivar, conforme recomendações da RAS (BRASIL, 1992). A amostra de trabalho foi dividida em sementes puras, outras sementes e material inerte. O resultado referente às sementes puras foi expresso em percentagem.

Teste de Germinação - foi realizado com quatro repetições de 100 sementes para cada cultivar. As sementes foram distribuídas em papel toalha, umedecido com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a massa do substrato seco e colocado em câmara regulada a 5°C , pelo período de cinco dias, para superação da dormência. Posteriormente, os rolos foram colocados em germinador regulado a 25°C , com avaliação no quarto e no décimo dia, após a colocação no germinador. As avaliações seguiram as RAS (BRASIL, 1992) e os resultados foram expressos em percentagem de plântulas normais.

Primeira Contagem do Teste de Germinação - foi realizada juntamente com o teste de germinação, computando-se as plântulas normais, após quatro dias da instalação do teste (BRASIL, 1992). Os resultados foram expressos em percentagem de plântulas normais.

Teste de Envelhecimento Acelerado - as sementes foram acondicionadas em caixas plásticas (mini-câmaras) de $11 \times 11 \times 3\text{cm}$, tipo gerbox, com bandeja telada. Após a adição de 40 mL de água destilada nas caixas, foram distribuídas, uniformemente, 500 sementes de cada cultivar sobre a tela e, então, as caixas foram fechadas e levadas a um germinador a 41°C , durante 96 horas (AOSA, 1983). Após esse período, quatro repetições de 100 sementes envelhecidas foram semeadas em papel toalha, umedecido com água destilada, e levadas ao germinador à temperatura de 25°C . A avaliação foi realizada no quarto dia após a instalação do teste. Os resultados foram expressos em percentagem de plântulas normais.

Teste de Condutividade Elétrica - foi realizado pelo método massal, utilizando-se quatro repetições de 50 sementes intactas da porção semente pura. Determinou-se a massa das sementes em balança de precisão ($0,001\text{g}$) e imersas em 75 mL de água deionizada, em copos plásticos, mantidos a 25°C , por 24 horas (AOSA, 1983). Efetuaram-se leituras da condutividade elétrica da água após 24 horas de imersão, em condutímetro modelo Digimed MD 31 e os resultados foram obtidos a partir do valor da condutividade elétrica dividido pela massa úmida das sementes, expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$.

Teste de Tetrázólio - foi realizado com quatro repetições de 50 sementes, as quais foram pré-condicionadas em papel toalha umedecido, por 18 horas, em estufa a 25°C . Decorrido esse período, as sementes foram cortadas ao meio, para exposição do embrião, e colocadas em copos plásticos, sendo totalmente cobertas pela solução 0,5% do sal 2,3,5 cloreto de trifênil tetrázólio e mantidas em germinador a 30°C , por 3 horas. Após a coloração, as sementes foram lavadas em água corrente e avaliadas individualmente, segundo os critérios estabelecidos por Delouche et al. (1976), adaptados quanto ao número de repetições.

Os testes e determinações foram repetidos após um ano de armazenagem das amostras em câmara seca sob as condições de 20°C e 35% de umidade relativa do ar.

Os dados foram submetidos à análise de variância e teste F a 5% de probabilidade, segundo o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3×4 (três sequências de beneficiamento \times quatro lotes de cultivares), com quatro repetições. Após a análise de variância, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. A variável germinação e suas derivações foram transformadas em arco seno (SANTANA et al., 2004). As análises foram realizadas com auxílio do software SISVAR (FERREIRA, 2000).

Resultados e Discussão

O grau de umidade variou de 13,2 a 16,2%, sendo que os lotes dos cultivares FEPAGRO 17 e FEPAGRO 18 apresentaram graus de umidade acima da umidade recomendada para armazenamento (Tabela 1). A maior umidade no cultivar FEPAGRO 18, provavelmente, afetou a qualidade das sementes avaliada posteriormente.

Tabela 1 - Grau de umidade e massa de mil sementes iniciais de lotes de quatro cultivares de sorgo silageiro. Porto Alegre-RS, 2006

| Lotes dos cultivares (%) | Grau de Umidade | Massa de Mil Sementes (g) |
|--------------------------|-----------------|---------------------------|
| FEPAGRO-RS 11 | 13,9 | 21,4 |
| FEPAGRO-RS 12 | 13,2 | 21,1 |
| FEPAGRO 17 | 14,3 | 21,1 |
| FEPAGRO 18 | 16,2 | 19,9 |

O grau de umidade das sementes é fator importante na colheita e beneficiamento, pois pode influenciar na quantidade e no tipo de dano mecânico, que por sua vez afeta a qualidade fisiológica das sementes (KELLER et al., 1972; CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

A massa de mil sementes, dos lotes, variou de 19,9 a 21,4g, sendo a menor massa encontrada no lote do cultivar com maior grau de umidade. (Tabela 1).

A pureza das amostras dos lotes de sementes dos quatro cultivares determinada, após cada sequência, situou-se acima de 99%, indicando adequação dos tipos de beneficiamento. Embora não tenha sido executada a análise estatística desses dados, considerou-se altamente benéfica a sequência com o polimento, pois a mesma retirou

de forma eficiente as glumas sem prejudicar a pureza física da amostra (Figura 2).

O beneficiamento é essencial na produção de sementes de alta qualidade, entretanto, sua qualidade final está intimamente ligada ao tipo de máquina a ser utilizada ou operação realizada (VAUGHAN et al., 1980). No estudo em discussão, o polimento e a limpeza não aumentaram a pureza física das amostras, porém retiraram as glumas que dificultam a semeadura, além de dar melhor aspecto visual à amostra.

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados relativos à qualidade fisiológica dos lotes de quatro cultivares de sorgo silageiro após as sequências de beneficiamento. Verificaram-se diferenças significativas entre os lotes dos cultivares. Os lotes dos cultivares FEPAGRO-RS12 e FEPAGRO 17 apresentaram maior germinação do que os demais, independentemente do tipo de beneficiamento. O beneficiamento com a pré-limpeza, polimento e limpeza determinou maior germinação para o lote do cultivar FEPAGRO-RS 11, o que não ocorreu com os lotes dos demais cultivares.

Nos lotes dos cultivares FEPAGRO-RS 12, FEPAGRO 17 e 18, a remoção das glumas pelo polidor não diminuiu a germinação, do mesmo modo que não ocorrem diferenças na percentagem de germinação das sementes maduras de sorgo com ou sem glumas, conforme Tillmann et al. (1991).

Quanto à qualidade fisiológica das sementes dos lotes dos quatro cultivares de sorgo observado nos testes de vigor após as sequências de beneficiamento, verificaram-se diferenças entre os mesmos, com os valores de médias superiores sendo observados nos lotes dos cultivares FEPAGRO-RS 12 e FEPAGRO 17. Esses resultados são semelhantes àqueles observados no teste de germinação.

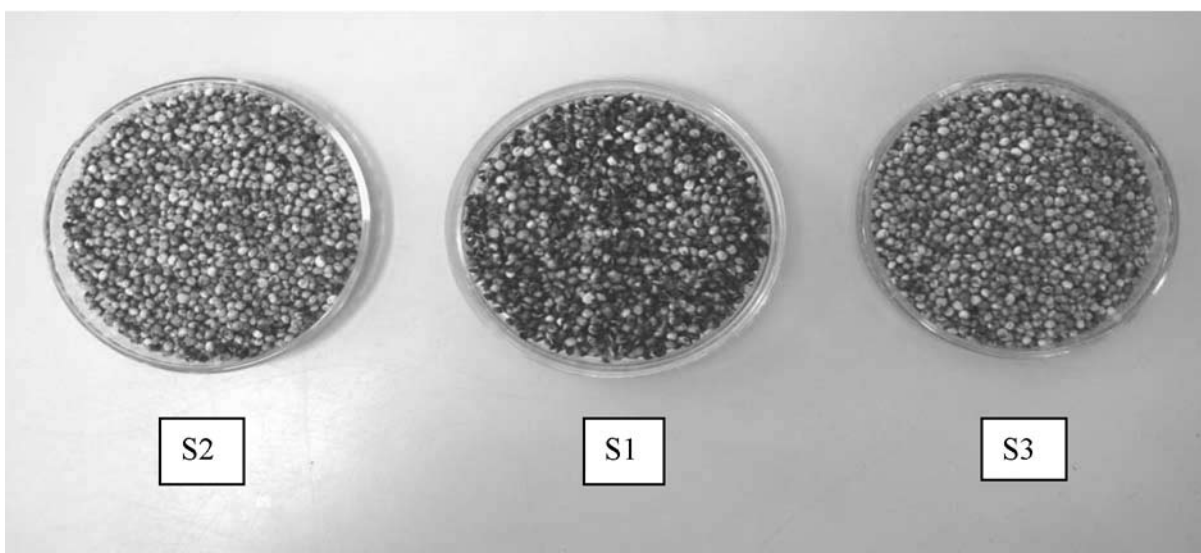


Figura 2 - Componente semente pura obtido na análise de pureza.

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SORGO SILAGEIRO SUBMETIDAS
A DIFERENTES SEQUÊNCIAS DE BENEFICIAMENTO

Tabela 2 - Resultados dos testes de germinação, primeira contagem da germinação, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e tetrazólio (TZ), aplicados aos lotes de quatro cultivares de sorgo silageiro, após diferentes sequências de beneficiamento. Porto Alegre, RS, 2006.

| Seqüência de Beneficiamento | Lote dos cultivares | | | |
|---|---------------------|---------------|------------|-----------|
| | FEPAGRO RS 11 | FEPAGRO RS 12 | FEPAGRO 17 | FEPAGRO18 |
| GERMINAÇÃO (%) | | | | |
| 1 | 70bB* | 88aA | 87aA | 62aB |
| 2 | 74abB | 86aA | 88aA | 62aC |
| 3 | 81aB | 88aA | 86aAB | 62aC |
| Média | 75 | 87 | 87 | 62 |
| CV (%) | 4,96 | | | |
| Primeira Contagem da Germinação (%) | | | | |
| 1 | 62aB | 87aA | 86abA | 55aB |
| 2 | 62aB | 84aA | 88aA | 55aB |
| 3 | 68aB | 85aA | 79bA | 50aC |
| Média | 64 | 85 | 84 | 53 |
| CV (%) | 5,45 | | | |
| Envelhecimento Acelerado (%) | | | | |
| 1 | 87aA | 90aA | 88aA | 78aB |
| 2 | 91aA | 89aA | 86aA | 62bB |
| 3 | 88aA | 91aA | 86aA | 71aB |
| Média | 88 | 90 | 87 | 70 |
| CV (%) | 4,83 | | | |
| Condutividade Elétrica (mS cm ⁻¹ g ⁻¹) | | | | |
| 1 | 19,48aA | 19,78aA | 17,22aA | 31,30aB |
| 2 | 23,07aB | 20,87aB | 15,31aA | 31,07aC |
| 3 | 20,50aA | 19,01aA | 18,34aA | 31,36aB |
| Média | 21,01 | 19,89 | 16,96 | 31,24 |
| CV (%) | 7,69 | | | |
| Viabilidade TZ (%) | | | | |
| 1 | 92bB | 99aA | 95aAB | 87aB |
| 2 | 98aA | 98aA | 98aA | 84aB |
| 3 | 93bB | 96aAB | 98aA | 88aB |
| Média | 94 | 97 | 97 | 86 |
| CV (%) | 6,11 | | | |

Beneficiamento: 1 - Pré-limpeza; 2 - Pré-limpeza e três passagens pela limpeza; 3 - Pré-limpeza, Polimento e limpeza.

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

Na avaliação da primeira contagem da germinação, as sequências de beneficiamento não afetaram a qualidade fisiológica das sementes, mesmo com mais de uma passagem pela máquina de ar e peneira ou com a passagem por máquina de polimento, pois a formação de plântulas normais, para os três lotes dos cultivares, foi similar após os tratamentos. O lote do cultivar FEPAGRO 17 apresentou diferença entre as sequências de beneficiamento, com menor resultado após a sequência que utilizou o polimento, no entanto tal resultado destoa dos resultados anteriores.

O teste de envelhecimento acelerado aplicado após as sequências de beneficiamento, para os lotes dos cultivares utilizados e nas condições em que o teste foi realizado, não impôs estresse suficiente aos lotes de cultivares. Ao contrário, estimulou a germinação, fato que pode relacionar-se com uma possível superação de dormência como é sugerido pela RAS (BRASIL, 1992), que recomenda realizar o teste de germinação a temperatura

alternada de 30-45°C, usando como método para superar a dormência 45°C por 2 a 4 dias. A condição utilizada no teste favoreceu a germinação do sorgo, fato comprovado visualmente, pois as sementes ao serem semeadas nos rolos de papel toalha já apresentavam protrusão de raiz primária. Além da promoção da germinação, houve acentuada infestação de microorganismos que, apesar de não avaliados nesse trabalho, estavam presentes e foram constatados.

Mesmo não tendo provocado um estresse adequado, o teste de envelhecimento acelerado mostrou, após o tratamento com três passagens pela máquina de ar e peneira, menor resultado no cultivar FEPAGRO 18, fato que talvez pudesse ser atribuído à associação entre menor qualidade do lote do cultivar, maior umidade e maior manuseio mecânico das sementes.

Na avaliação da qualidade fisiológica através do teste de condutividade elétrica, o lote do cultivar FEPAGRO

17 apresentou maior resultado e o lote do FEPAGRO 18 o menor. Quanto às sequências de beneficiamento, não houve diferenças, como já havia sido observado nos testes anteriores.

Os resultados relativos à viabilidade das sementes, obtidos pelo teste de tetrazólio, indicaram diferenças entre sequências de beneficiamento apenas no cultivar FEPAGRO-RS 11, no qual a sequência de beneficiamento constituída de três passagens pela máquina de ar e peneiras determinou maior viabilidade. Nos lotes dos demais cultivares, as sequências de beneficiamento não influenciaram.

Observou-se, através da viabilidade estimada pelo teste de tetrazólio, a confirmação do ranqueamento dos lotes dos cultivares e ausência de prejuízo pelo uso do polimento das sementes rejeitando-se a hipótese de que o mesmo seguido de limpeza na máquina de ar e peneiras causa redução da qualidade das sementes de sorgo silageiro.

Com relação à qualidade física após o beneficiamento e armazenamento por 12 meses, observou-se que o grau de umidade das sementes dos quatro lotes dos cultivares de sorgo silageiro estabilizou-se aproximadamente em 11%, sendo que os teores de água variaram de 11,0% a 11,7%, os quais foram considerados adequados para o armazenamento e não responsáveis por variações na qualidade das sementes, uma vez que o local e as condições de armazenamento (Câmara seca) foram determinantes dos níveis de umidade mantidos pelas sementes.

As sementes de sorgo são classificadas como de vida longa, ou seja, podem manter a viabilidade por períodos longos em condições favoráveis, chegando até 17 anos quando armazenadas com 11,0% de umidade (BAUDET, 2003).

A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada 12 meses após o beneficiamento e os resultados estão apresentados na Tabela 3. Os lotes dos cultivares FEPAGRO-RS 12 e FEPAGRO 17 apresentaram qualidade fisiológica superior aos demais, como havia sido observado antes do armazenamento. Esses resultados estão de acordo com as afirmações de Toledo et al. (2007), os quais indicaram que a capacidade de conservação das sementes de sorgo depende da qualidade inicial das mesmas.

Os resultados da germinação e da primeira contagem da germinação obtidos para os lotes dos cultivares FEPAGRO-RS 11 e FEPAGRO 18, após o período de armazenamento, foram superiores àqueles obtidos logo após o beneficiamento. Tal fato pode ser atribuído à dormência das sementes e a presença inicial de microrganismos junto às sementes. Com relação à dormência, é possível que o armazenamento tenha favorecido a superação da mesma nas sementes imaturas. O que justifica a presença de microrganismos é o fato de que, após a colheita das sementes, efetuada manualmente, as panículas foram trilhadas com partes do colmo contendo alta umi-

dade e muitos açúcares, fatores que provavelmente proporcionaram um meio de cultura para alguns fungos trazidos do campo e observados visualmente nas amostras beneficiadas e durante os testes iniciais.

O armazenamento interferiu na medida em que as amostras foram mantidas em condições adequadas contribuindo para a superação da dormência e na redução dos microrganismos de campo. Concordando com a hipótese de redução da presença de microrganismos, Vieira et al. (1993) afirmaram que algumas espécies de fungos, como o *Phomopsis spp* podem reduzir drasticamente a qualidade do lote de sementes, principalmente se os testes são conduzidos imediatamente após a colheita. Os mesmos autores comentam que o armazenamento poderá reduzir a presença dos fungos e que os resultados obtidos após o armazenamento poderão mostrar um desempenho muito melhor do lote de semente.

Para o lote do cultivar FEPAGRO 18, verificou-se que a sequência 1, composta apenas pela pré-limpeza, determinou maior germinação das sementes do que a terceira sequência, constituída da pré-limpeza, polimento e limpeza. Porém, a sequência que introduziu o polidor teve resultado semelhante ao tratamento composto pelas três passagens pela limpeza. No entanto, para o lote do cultivar FEPAGRO-RS11, a germinação com o tratamento que introduziu o polidor foi significativamente superior ao tratamento mínimo, mas não diferiu da sequência com três passagens pela limpeza.

O teste de primeira contagem da germinação apontou diferenças significativas entre lotes dos cultivares e entre sequências de beneficiamento. Observou-se, novamente, o menor resultado no lote do cultivar FEPAGRO 18, como verificado no teste de germinação e no conjunto de testes aplicados antes do armazenamento. Para o lote do cultivar FEPAGRO-RS 12 a maior formação de plântulas normais aos quatro dias foi a sequência que utilizou o polimento, porém para o lote do cultivar FEPAGRO 18 este tratamento determinou a menor porcentagem de plântulas normais. Os demais cultivares não apresentaram diferenças resultantes da aplicação das sequências de beneficiamento. Esses resultados discrepantes não permitem indicar os reais efeitos dos tratamentos sobre a qualidade das sementes, por este teste, provavelmente, devido a pouca sensibilidade do mesmo.

A qualidade fisiológica das sementes, que passaram pelas sequências de beneficiamento, ao ser analisado pelo teste de envelhecimento acelerado, indicou redução mais acentuada da qualidade, após o armazenamento, nos cultivares de menor qualidade inicial. Isso está de acordo com a expectativa, pois não se pode esperar que as sementes de um lote de média qualidade apresentem, em armazenamento, um comportamento semelhante ao das sementes de um lote de alta qualidade (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SORGO SILAGEIRO SUBMETIDAS
A DIFERENTES SEQUÊNCIAS DE BENEFICIAMENTO

Tabela 3 - Resultados dos testes de germinação, primeira contagem da germinação, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e tetrazólio (TZ), aplicados a quatro lotes dos cultivares de sorgo silageiro, após diferentes sequências de beneficiamento e armazenadas por 12 meses.

| Sequências de Beneficiamento | Lotes dos cultivares | | | |
|---|----------------------|---------------|------------|------------|
| | FEPAGRO RS 11 | FEPAGRO RS 12 | FEPAGRO 17 | FEPAGRO 18 |
| Germinação (%) | | | | |
| 1 | 84bB* | 89aAB | 90aA | 74aC |
| 2 | 89aB | 85aA | 88aA | 68abB |
| 3 | 87abA | 90aA | 86aA | 62bB |
| Média geral | 87 | 88 | 88 | 68 |
| CV (%) | 3,88 | | | |
| Primeira Contagem da Germinação (%) | | | | |
| 1 | 83aA | 87abA | 89aA | 72aB |
| 2 | 87aA | 83bA | 87aA | 65abB |
| 3 | 86aA | 89aA | 86aA | 60bB |
| Média geral | 85 | 86 | 87 | 66 |
| CV (%) | 4,13 | | | |
| Envelhecimento Acelerado (%) | | | | |
| 1 | 82aA | 86aA | 84aA | 61aB |
| 2 | 44cC | 66bB | 81aA | 17bD |
| 3 | 69bA | 74bA | 66bAB | 53aB |
| Média geral | 65 | 75 | 77 | 43 |
| CV (%) | 8,36 | | | |
| Condutividade Elétrica (mS cm ⁻¹ g ⁻¹) | | | | |
| 1 | 24,90aB | 21,06aAB | 20,91aA | 32,29aB |
| 2 | 25,17aB | 23,77aAB | 19,01aA | 39,19bC |
| 3 | 24,30aA | 23,27aA | 25,17aA | 47,70cB |
| Média geral | 24,79 | 22,70 | 21,70 | 39,71 |
| CV (%) | 9,24 | | | |
| Viabilidade TZ (%) | | | | |
| 1 | 96abA | 90cB | 95aA | 84abC |
| 2 | 94bB | 97aA | 93bB | 82bC |
| 3 | 96aA | 95bA | 95aA | 85aB |
| Média geral | 95 | 94 | 94 | 84 |
| CV (%) | 1,86 | | | |

Beneficiamento: 1 - Pré-limpeza; 2 - Pré-limpeza e três passagens pela limpeza; 3 - Pré-limpeza, Polimento e limpeza.

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

Verificou-se que as sementes oriundas do beneficiamento mínimo, com apenas a pré-limpeza, foram superiores às demais, sugerindo que esse tratamento de beneficiamento produziu menos danos às sementes, fato aceitável uma vez que nessa sequência de beneficiamento as sementes foram menos manuseadas, sofrendo menos impactos e atritos. Nos lotes dos cultivares de menor qualidade, a sequência de beneficiamento que incluiu o polimento foi superior àquela formado por três passagens pela limpeza.

Diferentemente do observado logo após o beneficiamento, o teste de envelhecimento acelerado, depois do armazenamento, foi capaz de separar os lotes de sementes em função de cultivares e de sequências de beneficiamento. Embora as condições do armazenamento tenham sido favoráveis, o período deve ter consumido reservas e permitido certa taxa de deterioração, ocasionada por alterações de estruturas funcionais e enzimáticas (BAU-

DET, 2003), além de ter atuado favoravelmente sobre a superação de dormência.

O comprometimento do vigor antecede a perda de viabilidade e a redução da germinação, uma vez que o processo de deterioração ocorre antes da redução da germinação (BAUDET, 2003). Este fato é percebido em sementes armazenadas que ainda mostram boa germinação e não suportam uma condição de estresse.

No teste de condutividade elétrica, observou-se que o lote do cultivar FEPAGRO 18 apresentou diferença significativa entre os tratamentos, mostrando que as sementes oriundas da sequência que incluiu apenas a pré-limpeza apresentaram maior qualidade fisiológica e as que sofreram polimento foram inferiores as demais.

Em termos gerais, a sequência que incluiu o polimento não diferiu da sequência composta por três passagens pela limpeza. O teste de condutividade elétrica, à semelhança do teste de envelhecimento acelerado, mostrou

que as amostras submetidas ao beneficiamento mínimo de pré-limpeza mantêm elevada a qualidade fisiológica durante o armazenamento.

A determinação da viabilidade das sementes permitiu observar, nos lotes de três cultivares estudados, que a sequência composta pelas operações de pré-limpeza, polimento e limpeza manteve a viabilidade no mesmo nível da sequência que aplicou apenas a pré-limpeza, indicando que as operações de polimento e limpeza, que aprimoraram as características físicas do lote, não prejudicaram a viabilidade das sementes. A introdução da operação de polimento na sequência de beneficiamento é pertinente na medida em que facilita as operações de

beneficiamento, melhora o aspecto visual das sementes, ajuda a uniformizar a semeadura, otimiza equipamentos, para uso imediato das sementes.

Conclusão

A sequência de beneficiamento, composta pelas operações de pré-limpeza, polimento e limpeza, melhora o aspecto visual e não prejudica a qualidade fisiológica imediata de sementes de sorgo silageiro.

A passagem por três vezes na máquina de limpeza e o polimento afeta o vigor das sementes após um ano de armazenamento.

Referências

- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS c– AOSA. **Seed Vigor Testing Handbook**. Ithaca, 1983. 93 p. Contribution, 32.
- BAUDET, L.M. Armazenamento de Sementes. In: SEMENTES: Fundamentos Científicos e Tecnológicos. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária, 2003. p. 366-415.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365 p.
- CARDOSO, V. J. M. Dormência: Estabelecimento do Processo. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI F. (Orgs.) **Germinação: do Básico ao Aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 95-108.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.
- CERECERES, J. D.; BERNAL, R.V.; JIMENEZ, E. S.; DELGADO, M. L. O. **Algunos Aspectos Bioquímicos y Fisiológicos de la Germinación del Grano de Sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) em la Panícula**. México D.C.: Centro de Genética, 1983.
- DELOUCHE, J. C.; STILL, T.W.; RASPET, M; LIENHARD, M. **O Teste de Tetrazólio para Viabilidade de Semente**. Brasília: AGIPLAN, 1976. p. 41-45.
- FERREIRA, D. F. Análises Estatísticas por Meio do Sisvar para Windows Versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., São Carlos. **Resumos...** p.255-258.
- KELLER, D. L.; CONVERSE, H. H.; HODGES, T.O .; CHUNG, D. S. Corn Kernel Damage Due to High Velocity Impact. **Transaction of the ASAE**, St. Joseph, v. 15, n. 2, p.330-332, 1972.
- MAEDA, J. A.; PEREIRA, M. F. D. A. Caracterização, Beneficiamento e Germinação de Sementes de *Paspalum notatum*. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.19, n.1, p.100-105, 1997.
- MENEZES, N. L.; LERSCH JUNIOR, I.; STORCK, L. Qualidade Física e Fisiológica das Sementes de Milho após o Beneficiamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.24, n.1, p.97-102, 2002.
- NETTO, D. A. M.; BORBA, C.S.; OLIVEIRA, A.C.; AZEVEDO, J.T.; ANDRADE, R.V.; ANDREOLI, C. Qualidade Fisiológica de Sementes de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) Danificadas após Armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.19, n.2, p 342-348, 1997.
- SANTANA, D. G.; RANAL, A. M. **Análise da Germinação: um Enfoque Estatístico**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2004. 248 p.
- SANTOS, D. S. B.; TILLMANN, M. A. A.; PETERS, J. A. Presença de Inibidores e Efeitos das Glumas na Embebição de Sementes de Sorgo Sacarino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 7, p. 989-993, 1991.
- TILLMANN, M. A. A.; SANTOS, D.S.B., PETERS; J.A. Efeito das Glumas na Qualidade Fisiológica de Sementes de Sorgo Sacarino durante o Tratamento de Maturação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n.7, p. 67-973, 1991.
- TOLEDO, M. Z.; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J.; ALVES, E. Efeito do Ambiente de Armazenamento na Qualidade de Sementes de Sorgo-Sudão. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 29, n. 2, p. 44-52, 2007.
- VAUGHAN, C. E.; GREGG, B. R.; DELOUCHE, J.C. **Beneficiamento e Manuseio de Sementes**. Brasília: MAPA/SNAP/CSM, 1980. 205 p.
- VIEIRA, R. D.; SADER, R.; CARVALHO N. M. **Curso sobre Testes de Vigor em Sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1993. 95 p.
- WELCH, G. B. **Beneficiamento de Sementes no Brasil**. Brasília: AGIPLAN, 1974. 205 p.