

Qualidade física e fisiológica de sementes de milho durante o beneficiamento

Physical and physiological seed quality during processing

Daniele Nerling¹, Cileide Maria Medeiros Coelho^{2*}, Juliana Mazurkiévicz², Rubens Onofre Nodari²

Recebido em 02/04/2013; aprovado em 04/07/2014.

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi verificar o efeito das fases do beneficiamento sobre a qualidade física e fisiológicas de sementes de dois genótipos crioulos e duas variedades de polinização aberta de milho, bem como testar a eficiência do sistema de beneficiamento. As sementes foram amostradas na recepção na unidade de beneficiamento; após a pré-limpeza; após a secagem; após a passagem pela classificação por tamanho e densidade; e no armazenamento. As sementes foram avaliadas quanto ao teor de água, pureza física, germinação, índice de velocidade de germinação, envelhecimento acelerado, teste de frio, tetrazólio, condutividade elétrica, comprimento de plântula e radícula. O beneficiamento realçou a qualidade das sementes, sendo que aquelas no pré-ensaque apresentaram-se com desempenho superior quanto aos parâmetros analisados. Os genótipos crioulos foram mais tolerantes ao beneficiamento que as variedades de polinização aberta, pois a qualidade física e fisiológica foi preservada até o armazenamento.

PALAVRAS-CHAVE: Sementes, vigor, viabilidade, teste frio, tetrazólio.

ABSTRACT

The aim of this study was to assess the effect of the processing phases on the physical and physiological quality of seeds of two Creole

genotypes and two varieties of open pollinated corn, as well as test the processing efficiency of the system. The seeds were collected at the reception, after pre-cleaning, the drying process, size and density classification, and storage. The seeds were evaluated for the moisture content, physical purity, germination, germination index, accelerated aging, cold test, tetrazolium, electrical conductivity, and seedling and radicle length. The processing enhanced the seed quality, and higher performance was observed for the analyzed parameters during storage. The Creole genotypes were more tolerant to processing and showed higher physical and physiological seed quality.

KEYWORDS: Seed, vigor, viability, cold test, tetrazolium.

INTRODUÇÃO

A obtenção de sementes que atendam todos os atributos de qualidade representa a meta prioritária do processo de produção. Neste contexto, o beneficiamento constitui-se na última e importante etapa dentro do programa de produção de sementes, visto que o lote de sementes necessita ser beneficiado e manipulado de forma adequada, para que a semente possa manter a qualidade obtida no campo e expressar todo o seu potencial genético e fisiológico.

O beneficiamento de sementes constitui-se num conjunto de operações que visam realçar

¹ Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Rodovia Admar Gonzaga, 1346, Itacorubi, Caixa Postal 476, CEP 88034-000, Florianópolis, SC, Brasil.

² Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina – CAV/UDESC. Av. Luiz de Camões 2090, Bairro: Conta Dinheiro, CEP 88520-000, Lages, SC, Brasil. Email: cileidecoelho@yahoo.com.br. *Autora para correspondência.

as características de um lote de sementes. A qualidade final do lote de sementes depende do cuidado em manter, durante o beneficiamento, a qualidade obtida no campo, minimizando as injúrias que possam ocorrer durante o processo.

Os fatores que controlam os danos mecânicos e afetam a qualidade das sementes, são a intensidade e o número de impactos, local do impacto, grau de umidade e as características das sementes (CARVALHO e NAKAGAWA, 1988). As características das sementes podem ser variáveis dentro do lote, mas a variação maior será entre cultivares ou genótipos, visto que a susceptibilidade aos danos mecânicos está intrinsecamente relacionada a sua organização estrutural, ou seja, é uma característica herdável, as sementes mais compactadas e duras são as menos susceptíveis aos danos (CASSINI, 1992). Para Alvarez et al. (1997), os índices de resistência ao dano mecânico em soja, estão relacionados ao teor de lignina, sendo observado que genótipos com maiores percentuais de lignina tiveram os menores índices de dano mecânico. Wortman e Rinke (1951) observaram diferenças entre os híbridos de milho testados, e a resposta de cada cultivar após a colheita foi distinta necessitando ser estudada não só quanto aos seus efeitos mas também em suas causas.

De acordo com Marincek (2000), o genótipo determina a qualidade fisiológica de uma semente que também está associada as condições ambientais em que foi produzida e armazenada, bem como as tecnologias de produção, colheita, secagem, beneficiamento e comercialização.

Existe um grande número de trabalhos que avaliam a qualidade fisiológica de híbridos de milho durante o beneficiamento, porém, estudos que avaliem a qualidade fisiológica em genótipos crioulos e variedades de polinização aberta são incipientes, apesar de sua importância sócio econômica e base para os programas de melhoramento genético da espécie.

Assim, considerando a importância das injúrias mecânicas e sua frequente ocorrência no processo de beneficiamento, objetivou-se com este trabalho verificar o efeito das fases de

beneficiamento na qualidade física e fisiológica de sementes de variedades de milho.

MATERIAL E MÉTODOS

As sementes de milho foram coletadas em cinco etapas dentro da unidade de beneficiamento (UBS), localizada em São Miguel do Oeste, SC, onde as amostras foram obtidas através de amostragens em diferentes pontos da UBS: 1) sementes obtidas na recepção das amostras na UBS (Recepção); 2) amostra retirada após a pré limpeza (PPL); 3) amostra obtida após a secagem (AS); 4) amostra obtida após a passagem pela classificação por tamanho e densidade (PA); 5) amostra de sementes armazenadas (SP), sem tratamento químico. O sistema de secagem utilizado foi do tipo intermitente.

Utilizaram-se para este trabalho sementes de duas variedades crioulas, Pixurum 05 e MPA 01, e duas variedades de polinização aberta (VPA), SCS 155 Catarina e SCS 154 Fortuna, produzidas no Extremo Oeste de Santa Catarina.

Após a coleta das sementes durante o processo de beneficiamento, obteve-se a amostra média em laboratório, com o uso do homogenizador tipo Gamet, para uma amostra de 1 kg, conforme as regras para análise de sementes (BRASIL, 2009). Desta amostra, obteve-se a amostra de trabalho, primeiramente para 900 g (análise de pureza e umidade). Da amostra pura obteve-se as quatro repetições também por homogeneização/redução. Em seguida as amostras foram armazenadas em câmara seca (± 10 °C, UR 40%) para posteriores análises dos parâmetros fisiológicos.

Análise da pureza física: através de análise visual realizou-se a separação manual das sementes puras, materiais inertes e outras sementes. Cada material separado foi pesado em balança de precisão e o resultado final expresso em porcentagem.

Grau de umidade: determinado em duas repetições de 10 gramas em estufa regulada a 105 ± 1 °C, por 24 horas (BRASIL, 2009), sendo os resultados expressos em porcentagem.

Porcentagem de germinação: A capacidade de germinação foi avaliada utilizando-se quatro repetições de 50 sementes, semeadas em rolo de papel toalha marca Germitest e colocadas em germinador regulado para manter temperatura constante de 25 °C. A contagem foi efetuada cinco dias após a instalação do teste, conforme recomendações contidas em Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Teste de frio: conduzido com quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento; as sementes foram distribuídas em papel Germitest umedecidos com água e foram mantidos à temperatura de 10 °C durante sete dias, os rolos foram recobertos com sacos plásticos. Na sequência foram colocados em câmara germinadora sob temperatura de 25 °C, onde permaneceram por sete dias, depois disso realizou-se a contagem de plântulas normais e os resultados foram expressos em porcentagem, conforme Vieira e Krzyzanowski (1999).

Teste de envelhecimento acelerado: realizado com quatro repetições de 50 sementes. No teste de envelhecimento acelerado foram utilizadas 200 sementes por tratamento, distribuídas em quatro repetições de 50 sementes e acondicionadas sobre a tela dentro de caixa plástica tipo gerbox, contendo 40 mL de água destilada. Após tampadas, as caixas foram colocadas em estufa incubadora, tipo BOD, à temperatura de 45 °C por 72 horas, conforme metodologia descrita por Marcos Filho et al. (1985). Após o envelhecimento, as sementes foram colocadas para germinar, seguindo a mesma metodologia adotada no teste de germinação.

Índice de Velocidade de Germinação: realizado concomitante ao teste de germinação, computando-se as plântulas normais no 3º, 5º e 7º dia após a semeadura, calculado de acordo com Maguire (1962).

Condutividade Elétrica: teste realizado em quatro repetições de 50 sementes por tratamento, pesadas em balança de precisão, colocadas em copos plásticos com 75 mL de água destilada, em câmaras de germinação à temperatura de 25 °C e umidade relativa do ar de 100%. As

leituras da condutividade elétrica da solução foram realizadas nos tempos 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12 e 24 horas com condutivímetro digital portátil modelo MB-11P-Marte. Os valores expressos em $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}/\text{g}^{-1}$ de semente conforme Vieira e Carvalho (1994).

Teste de Tetrazólio: realizado em duas repetições de 50 sementes por tratamento, umedecidas entre papel e mantidas por 16 horas em câmara de germinação sob temperatura de 25°C. As sementes foram seccionadas e submersas em solução de tetrazólio a 0,075% mantidas no escuro em câmara com temperatura de 30 °C, por duas horas. Decorrido o tempo de coloração dos embriões, a solução foi eliminada, as sementes foram lavadas em água destilada e a avaliação realizada conforme metodologia proposta por Vieira e Krzyzanowski (1999).

Comprimento de Plântula: conduzido juntamente ao teste padrão de germinação, aos cinco dias obteve-se com auxílio de régua o comprimento de coleóptilo e da radícula das plântulas normais. Os resultados foram expressos em valores médios em cm.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme os resultados da Tabela 1, as variedades apresentaram comportamentos distintos durante o beneficiamento para o parâmetro pureza física, apresentaram um aumento de 3% a 8% no grau de impureza após o processo de secagem, indicando que houve deficiência neste ponto do processamento, o que ocasionou fissuras, rompimento do tegumento e quebra de sementes, provocado possivelmente pela temperatura e velocidade de secagem inadequado para a espécie. Todavia, ao final do processamento houve incremento no percentual de pureza de 7% a 13%. As sementes prontas para o armazenamento apresentaram os maiores valores para pureza, o qual demonstra que houve eficiência na retirada de impurezas pelo processo de beneficiamento.

A susceptibilidade aos danos mecânicos é uma característica herdável e também depende da

Tabela 1 - Percentual de pureza física de sementes durante as diferentes etapas do beneficiamento para as variedades Pixurum 05, SCS 154 Fortuna, SCS 155 Catarina e MPA 01.

Tratamentos	Pixurum 05	SCS 154	SCS 155	MPA 01
	(%)	(%)	(%)	(%)
Recepção – Testemunha	92,2	82,1	92,2	92,9
Após a pré-limpeza	95,1	89,4	95,0	95,5
Após secagem	92,5	86,5	87,5	88,4
Após armazenamento	93,8	86,0	90,0	90,2
Sementes prontas	100,0	95,6	99,3	99,5

intensidade e do número de impactos, tamanho e forma da semente e seu tecido de reserva, associado fortemente o seu teor de água na colheita (CARVALHO e NAKAGAWA, 1988; ALVES et al., 2001). No entanto, no beneficiamento podem ocorrer as principais fontes de danos mecânicos, que influenciariam na pureza física e na qualidade fisiológica. Durante o processo, as quedas, o transporte, as esteiras, elevadores e outros equipamentos intrínsecos ao processo podem causar dano às sementes dependendo do tipo de beneficiamento e embalagem (DELOUCHE, 1967; OLIVEIRA et al., 1999), além do próprio processo de secagem. Isso enfatiza a importância do monitoramento e controle do grau de umidade em todo o processo de produção de sementes.

De acordo com a Tabela 2, as sementes apresentavam grau de umidade médio de 17,1%. Em relação ao ponto de amostragem, a secagem foi eficiente, reduzindo o percentual médio de umidade para 12,7%, no entanto, as variedades SCS 155 Catarina e SCS 154 Fortuna foram sensíveis na absorção de umidade após o armazenamento em silo pulmão, quando aumentaram o grau de umidade para 15,4% e 14,6%, respectivamente, voltando ao grau de 13,5% e 12,3% no ponto de ensaio, no armazenamento final. Desta forma, os teores de umidade permaneceram próximos ao recomendado para minimizar os danos mecânicos, pois, segundo Carvalho e Nakagawa (2000), há aumento da intensidade de quebra da semente quando o teor de água é inferior a 12%, e superior a 18% as sementes estão muito

susceptíveis aos danos por amassamento.

Para o comprimento de coleóptilo e radícula, não houve diferenças entre as variedades avaliadas, no entanto, houve aumento gradual no tamanho de ambos à medida que as sementes passaram pelas diferentes etapas do beneficiamento, chegando ao ponto de sementes prontas para ensaio com os maiores índices de viabilidade e vigor, considerando-se que eliminou-se de forma eficiente as sementes quebradas e mal formadas (Tabela 2).

O vigor das sementes mostrou variações após a armazenagem em silo. A variedade MPA 01 foi mais sensível a ambos os testes (frio e envelhecimento precoce), apresentando percentual de germinação de 56%; comportamento semelhante teve a variedade SCS 154 Fortuna com percentual de 73% e 61%, respectivamente, para ambos os testes (Tabela 3). Esses resultados enfatizam o baixo vigor das sementes destas variedades e a susceptibilidade destes genótipos à degradação se forem armazenados por tempos mais prolongados, e a impossibilidade de uso das sementes em semeaduras antecipadas, com temperaturas mais amenas.

Ainda de acordo com a Tabela 3, tanto no envelhecimento acelerado quanto no teste de frio as sementes tiveram melhor desempenho na última etapa, evidenciando que o beneficiamento foi eficiente na retirada de sementes que afetavam negativamente a qualidade fisiológica do lote.

O processamento padronizou a qualidade das sementes e proporcionou melhorias

Tabela 2 - Valores médios de grau de umidade, germinação, velocidade de germinação, comprimento de coleóptilo e radícula, para quatro variedades de milho, em cinco locais de amostragem dentro da unidade de beneficiamento de sementes.

TRATAMENTOS						
	Recepção	PPL	AS	PA	SP	
Variedades	Grau de Umidade (%)					Média
Pixurum 05	14,3	14,8	12,7	12,8	12,3	13,4a*
MPA 01	16,1	16,6	13,3	13,7	14,1	14,7b
SCS 155 Catarina	18,5	17,4	12,4	15,4	13,5	15,4b
SCS 154 Fortuna	19,4	20,9	12,5	14,6	12,3	15,9ab
Médias	17,1b	17,4b	12,7a	14,1a	13,0a	
	Germinação (%)					Média
Pixurum 05	81	80	78	77	83	80a
MPA 01	81	80	79	80	83	81a
SCS 155 Catarina	80	83	82	86	86	83a
SCS 154 Fortuna	75	70	74	71	80	74b
Médias	79ab	78b	78b	78b	83a	
	Índice de Velocidade de Germinação					Média
Pixurum 05	24,9	24,4	24,8	25,6	25,9	25,1a
MPA 01	21,2	18,3	20,3	23,3	21,9	21,0b
SCS 155 Catarina	21,4	19,2	20,5	23,5	22,0	21,3b
SCS 154 Fortuna	16,1	17,6	18,7	18,0	21,3	18,3c
Médias	20,9bc	19,9c	21,1b	22,6a	22,8a	
	Comprimento do Coleóptilo (cm)					Média
Pixurum 05	4,1	4,4	4,5	5,2	4,6	4,6a
MPA 01	3,7	3,9	4,5	4,8	5,2	4,4a
SCS 155 Catarina	3,2	4,2	4,5	4,3	5,2	4,3a
SCS 154 Fortuna	3,6	4,0	4,5	4,8	5,0	4,4a
Médias	3,6c	4,1bc	4,5ab	4,8a	5,0a	
	Comprimento da Radícula (cm)					Média
Pixurum 05	8,9	8,3	8,8	8,7	9,3	8,8a
MPA 01	8,4	8,7	8,4	8,4	8,5	8,5a
SCS 155 Catarina	8,2	9,1	8,5	7,8	8,2	8,3a
SCS 154 Fortuna	8,3	8,4	8,3	8,3	8,2	8,3a
Médias	8,4a	8,6a	8,5a	8,3a	8,6a	

*Médias na coluna e na linha, seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3 - Resultados dos testes de frio e envelhecimento acelerado em sementes de milho em diferentes fases do beneficiamento.

Variedades	TRATAMENTOS					Médias
	Recepção	PPL	AS	PA	SP	
	Teste de Frio (%)					
Pixurum 05	79	74	82	76	92	81a*
MPA 01	69	57	68	56	67	63c
SCS 155 Catarina	77	81	80	77	85	80a
SCS 154 Fortuna	68	69	71	74	84	73b
Médias	73b	70b	75ab	71b	82a	
	Envelhecimento Acelerado (%)					
Pixurum 05	79	81	82	81	91	83a
MPA 01	75	62	64	57	72	66b
SCS 155 Catarina	86	86	79	85	88	85a
SCS 154 Fortuna	61	58	61	62	81	65b
Médias	75b	72b	72b	71b	83a	

*Médias na coluna e na linha, seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

físicas, no entanto, não melhorou a qualidade fisiológica e sanitária das sementes, pois os valores de germinação obtidos após as fases de beneficiamento não se enquadraram na exigência mínima para comercialização de sementes e não foram superiores significativamente ao início do processo de beneficiamento (recepção da amostra). Pois, o recomendado para a comercialização como semente deveria ser no mínimo de 85% para milho variedade, conforme Lei 10.711/2003 (BRASIL, 2009).

O teste de tetrazólio tem se mostrado uma alternativa promissora pela precisão e rapidez na determinação da viabilidade e do vigor da semente (FERREIRA e SÁ, 2010). De acordo com a Tabela 4, não houve diferença significativa entre os pontos de coleta das amostras. Com relação as variedades, MPA 01 e SCS 154 Fortuna, observaram-se as melhores percentagens de sementes viáveis, porém, no teste de germinação estas variedades não expressaram resultados similares. Para Grabe (1976) e Vieira e Carvalho (1994), discrepâncias encontradas entre os testes

de tetrazólio e germinação podem ter diversas razões, entre elas, diferenças de amostragem e a interpretação por parte do analista, que muitas vezes pode ser subjetiva.

A quantidade de lixiviados medidos na solução de embebição das sementes resulta no valor da condutividade elétrica, e está relacionado à integridade das membranas celulares, assim sendo, foi proposto como parâmetro da avaliação do vigor de sementes (MARCOS FILHO et al., 1987). Todas as sementes lixiviam solutos, mesmo aquelas cujos sistemas de membranas apresentam-se intactos, mas a quantidade de solutos decresce com o tempo de embebição, até atingir um estado de equilíbrio (ROSA et al., 2000). Segundo Chen e Burriss (1990), os danos de secagem podem estar relacionados com a ruptura da membrana, com consequente aumento da condutividade elétrica e lixiviação de açúcares e solutos. Tal afirmativa pode ser verificada na Figura 1. A taxa de liberação de lixiviados começou a estabilizar a partir da leitura das 10 horas de embebição, sendo então

Tabela 4 - Resultado dos testes de tetrazólio e dano mecânico em sementes de milho das variedades Pixurum 05, MPA 01, SCS 155 Catarina e SCS 154 Fortuna, amostradas em cinco pontos durante o processo de beneficiamento.

Variedades	TRATAMENTOS					Médias
	Recepção	PPL	AS	PA	SP	
Pixurum 05	84	76	65	70	77	74b*
MPA 01	77	85	80	84	89	83a
SCS 155 Catarina	71	61	60	71	84	69b
SCS 154 Fortuna	76	85	79	85	88	83a
Médias	77ab	77ab	71b	78ab	85a	

*Médias na coluna e na linha, seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

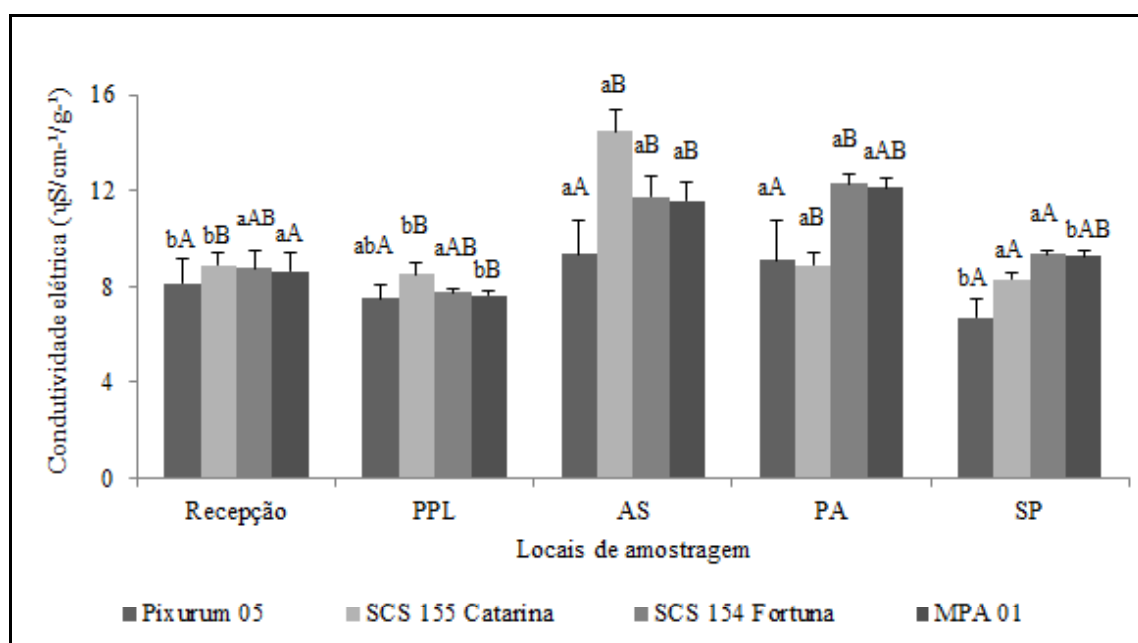


Figura 1- Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) de sementes de quatro variedades de milho amostradas em cinco pontos durante o processo de beneficiamento, após 10 horas de embebição em água. As letras referem-se ao teste de Tukey ($p < 0,05$), sendo: maiúsculas – comparação entre os locais de amostragem; minúsculas – comparação entre variedades.

estes os resultados utilizados nas comparações. A condutividade após a secagem para as variedades MPA 01, SCS 155 Catarina e SCS 154 Fortuna foi de $9,4 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, $11,4 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ e $9,7 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, respectivamente, em relação as sementes amostradas na recepção e na pré-limpeza que obtiveram média de $6,9 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, indicando que houveram danos nas membranas celulares, sendo necessário ajustes nas condições de

secagem. Tais danos são irreparáveis e podem indicar o favorecimento ao início do processo de deterioração em sementes, desta forma o único método que foi eficiente nesta detecção foi a determinação de condutividade elétrica.

Considerando as variedades avaliadas, de maneira geral, os genótipos crioulos foram mais tolerantes ao beneficiamento a partir dos resultados do teste de germinação, velocidade de

germinação, comprimento de coleóptilo e radícula, no teste de tetrazólio e na condutividade elétrica, no entanto, apresentaram desempenho inferior às variedades de polinização aberta nos teste de frio e envelhecimento acelerado. Resultado semelhante, José et al. (2004), avaliando o comportamento de diferentes linhagens ao processo de secagem, constataram que a sensibilidade das sementes ao processo varia de acordo com o genótipo. Este resultado abre perspectivas para futuros trabalhos que visam identificar as diferenças associadas ao genótipo, mas também para explicar o porquê das diferenças, ou seja, o fato de existir uma diferença genética demonstra a necessidade de realizar as análises morfológicas para detectar possíveis diferenças estruturais entre os genótipos avaliados e indicar com mais precisão a contribuição genética para os caracteres avaliados.

CONCLUSÃO

O beneficiamento foi eficiente em salientar a qualidade fisiológica das sementes na condição de armazenamento. Os genótipos crioulos foram mais tolerantes ao beneficiamento que as variedades de polinização aberta baseando-se nas avaliações de viabilidade e vigor, com exceção nos testes de tolerância ao frio e no envelhecimento acelerado. Entre os testes de vigor, a determinação de condutividade foi mais sensível em detectar as variações entre genótipos nos diferentes pontos de amostragem no processo de beneficiamento das sementes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ, P.J.C. et al. Relationship between soybean seed coat lignin content and resistance to mechanical damage. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.25, p.209-214, 1997. Disponível em: <http://agris.fao.org/agris-search/search/display.do?f=1998%2FCH%2FCH98002.xml%3BCH1997000336>. Acesso em: maio 2012.

ALVES, W.M. et al. Qualidade dos grãos de milho em função da umidade de colheita e da temperatura de secagem. **Revista Brasileira de**

Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.5, p.469-474 2001. ISSN 1807-1929. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662001000300017>. Acesso em: maio 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395p.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 3.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 424p.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. rev. e ampl. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 588p.

CASSINI, C. Cosecha anticipada y secado. In: **Maiz: cosecha, secado y almacenamiento**. Cordoba: INTA, 1992. 40p. Cuaderno de actualización técnica, n.10.

CHEN, Y.G., BURRIS, J.S. Role of carbohydrate in desiccation tolerance and membrane behavior in maturing maize seed. **Crop Science**, Madison, v.30, p.971-975, 1990. Disponível em: <https://www.crops.org/publications/cs/abstracts/30/5/CS0300050971>. Acesso em: abril. 2012.

DELOUCHE, J.C. Mechanical damage to seed. In: **SHORT COURSE FOR SEEDSMAN**, 1967, Mississippi, **Proceedings...** Mississippi State University, 1967. p.69-71.

FERREIRA, R.L.; SÁ, M. E.D. Contribuição de etapas do beneficiamento na qualidade fisiológica de sementes de dois híbridos de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.32, p.99-110, 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-31222010000400011&lang=pt. Acesso em: abril. 2012.

GRABE, D.F. **Manual do teste de tetrazólio em sementes**. Brasília: AGIPLAN, 1976. 85p.

JOSÉ, S.C.B.R. et al. Tolerância de sementes de linhagens de milho à alta temperatura de secagem. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.28, p.1107-1114, 2004.

MAGUIRE, J.D. Speed germination : aid index selection and evaluation seedlings vigor. **Crop**

Science, Madison, v.1, p.161-62, 1962.

MARCOS FILHO, J. et al. **Teste de vigor**. In: Avaliação da qualidade das sementes. Piracicaba, FEALQ, 1987. p.149-201.

MARCOS FILHO, J. et al. **Manual de análise de sementes**. Piracicaba: ESALQ, 1985. 112p.

MARINCEK, A. **Qualidade de sementes de milho produzidas sob diferentes sistemas de manejo no campo e em pós-colheita**. 2000. 105f. Dissertação. (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

OLIVEIRA, A. et al. Danos mecânicos ocorridos no beneficiamento de sementes de soja e suas relações com a qualidade fisiológica. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, p.59-66, 1999. Disponível em: <http://www.abrates.org.br/revista/artigos/1999/v21n1/artigo09.pdf>. Acesso em: maio 2012.

ROSA, S. D. V. F. et al. Eficácia do teste de condutividade elétrica para uso em estudos de danos de secagem em sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, p.54-63, 2000. Disponível em: <http://www.abrates.org.br/revista/artigos/2000/v22n1/artigo09.pdf>. Acesso em: maio 2012.

VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal, Funep/Unesp, 1994.164p.

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C. et al. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.4, p.1-26.

WORTMAN, L.S., RINKE, E.H. Seed corn injury at various stages of processing and its effect upon cold test performance. **Agronomy Journal**, Madison, v.43, p.299-305, 1951.