

QUALIDADE FÍSICA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MILHO (*Zea mays* L.) APÓS ARMAZENAMENTO

GICELLY DA SILVA MAIA¹, WALDENICE LEITE PINHEIRO², FRANCINETE DE ALMEIDA E ALMEIDA³, JOSÉ RENAN DA SILVA E SILVA⁴, MAGNUN ANTONIO PENARIOL DA SILVA⁵

¹ Graduanda em Engenharia Agrícola - UFRA, PA 451, Km 03, Bairro Açaizal, CEP 68680-000, Tomé-Açu, Pará, Brasil. gicellymayer@gmail.com

² Graduanda em Engenharia Agrícola - UFRA, PA 451, Km 03, Bairro Açaizal, CEP 68680-000, Tomé-Açu, Pará, Brasil. nicelpinheiro@hotmail.com

³ Graduanda em Engenharia Agrícola - UFRA, PA 451, Km 03, Bairro Açaizal, CEP 68680-000, Tomé-Açu, Pará, Brasil. francynete_almeida@gmail.com

⁴ Graduando em Engenharia Agrícola - UFRA, PA 451, Km 03, Bairro Açaizal, CEP 68680-000, Tomé-Açu, Pará, Brasil. renansilva.ga@gmail.com

⁵ Orientador. Professor Adjunto C da Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus de Tomé-Açu, PA 451, Km 03, Bairro Açaizal, CEP 68680-000, Tomé-Açu, Pará, Brasil. penariol@gmail.com

RESUMO: A cultura do milho (*Zea mays* L.) possui grande importância para a economia mundial e sementes com alto potencial fisiológico são premissas para um bom desempenho produtivo agrícola. Os sistemas de armazenamento objetivam manter a viabilidade das sementes, controlando fatores como umidade e temperatura, principais causas de deterioração. Logo, avaliar o vigor de sementes e seu potencial germinativo, visando como se estabelecerão em campo, é essencial para o controle da qualidade. O presente trabalho buscou avaliar o potencial germinativo e vigor de sementes de quatro híbridos de milho, armazenados em embalagens de papel multifoliado, a partir dos testes de germinação e frio. Foram também avaliados o teor de água, índice de velocidade de germinação, tempo médio de germinação e comprimento de plântulas. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com 4 tratamentos e 4 repetições, os resultados foram submetidos ao teste de Tukey ($p < 0,05$). O híbrido X2 safra 18/18 com vencimento em junho de 2019, apresentou potencial próximo ao indicado pelo fabricante, os demais não alcançaram o percentual mínimo de germinação apontado pelo fabricante. O armazenamento inadequado das embalagens após abertas podem ter reduzido sua eficácia na conservação das sementes, resultando na redução do potencial fisiológico das sementes de milho.

Palavras-chave: embalagens, germinação, vigor.

PHYSICAL AND PHYSIOLOGICAL QUALITY OF CORN SEEDS (*Zea mays* L.) AFTER STORAGE

ABSTRACT: The culture of corn (*Zea mays* L.) has a great importance for worldwide economy and seed with high physiological potential is a premise for good agricultural performance. The storage systems aim to maintain the viability of the seeds, controlling factors such as humidity and temperature, the main causes of deterioration. Therefore, evaluate the vigor of seeds and their germinative potential, aiming at how they will be established in the field is essential for quality control. The present work sought to evaluate the germinative potential and vigor of seeds of four corn hybrids stored in multifoliate paper, based on germination and cold tests. Also applied were: water content, germination speed index, average germination time and seedling length. The randomized design was used, with 4 treatments and 4 repetitions, the results were submitted to Tukey test ($p < 0,05$). The hybrid X2 crop 18/18, maturing in June 2019, show the next potential indicated by the manufacturer, the rest not achieved or the minimum percentage of germination indicated by the manufacturer. Reduced storage of packages, after opening, can reduce physiological potential of corn seeds.

Keywords: packaging, germination, vigor.

1 INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea mays* L.) possui importância significativa na economia mundial estando relacionada a variadas formas de utilização, em sua maioria para alimentação animal (RIBEIRO, 2014). Nesse cenário, o uso de sementes com alto potencial fisiológico é basilar para o sucesso na produção agrícola (PEREIRA FILHO; BORGHI, 2016).

Há ampla diversidade de cultivares de milho e alcançar altos níveis de produção é premissa, deste modo, pesquisa, seleção e melhoramento são essenciais para o processo produtivo, assim como, testes que comprovem se lotes de sementes alcançam percentual mínimo de qualidade (SANTOS; BALDONI, 2018).

Sementes vigorosas apresentam potencial elevado tolerando fatores adversos quando expostas no campo, bem como temperatura, disponibilidade hídrica, sanidade e características inerentes ao solo (SILVA et al., 2016). À vista disso, os atuais sistemas de armazenamento se predispõem na garantia das características fisiológicas das sementes, visto que, a qualidade inicial das mesmas e as características do ambiente do armazém podem afetar seus atributos fisiológicos (RAZERA et al., 1986; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Conhecer o tipo de armazenamento é fundamental, pois, condições inadequadas na armazenagem aceleram processos degenerativos (MAZZUCO et al., 2002). Estudos realizados por Carvalho et al. (2014) com sementes de *Physalis angulata* L. constataram que tanto em embalagens porosas quanto herméticas o armazenamento não foi adequado para a manutenção da viabilidade das sementes mesmo em ambientes controlados.

As informações sobre o comportamento das sementes em face a prováveis condições climáticas durante a armazenagem auxiliam na tomada de decisão sobre o armazenamento do produto, uma relação custo-benefício advinda de possíveis perdas de qualidade na estocagem (SMANIOTTO et al., 2014).

Para o agricultor a qualidade infere na decisão sobre a compra de determinado lote (MAGALHÃES NETO et al., 2018). Diante disso, o teste de vigor associado ao de germinação é utilizado por empresas produtoras de sementes para controle de qualidade, com intuito de estimar o potencial das mesmas em campo (GRZYBOWSKI; VIEIRA; PANOBIANCO, 2015).

De acordo com Rocha e Silva (2015) a disponibilidade de testes eficientes para avaliação do potencial germinativo e vigor de sementes é fundamental para viabilidade a produção, haja vista que, o pequeno produtor adquire-as de forma fracionada, vendidas a quilos por alguns estabelecimentos que expõe as sementes a fatores físicos, pragas e fungos.

Dentre os testes mais indicados para compor um programa de qualidade de sementes estão o teste de germinação e teste de frio (MILOŠEVIC; VUJAKOVIC; KORAGIC, 2010). O teste de germinação realizado em condições ideais, ou seja, em laboratório, permite obter o percentual máximo de germinação de um lote, no entanto, este teste pode mostrar resultados não compatíveis com os que se teriam em campo (MARCOS FILHO, 1999). Estudos realizados por Oliveira et al. (2015), com sementes de *Jatropha curcas* L., demonstraram que uma das formas de avaliar a possível performance de sementes em campo sob condições adversas de clima é através do teste de frio. O teste de frio é amplamente utilizado para sementes de milho como mostra os estudos de diferentes autores (SBRUSSI; ZUCARELLI, 2014; GRZYBOWSKI; VIEIRA; PANOBIANCO, 2015; MEDEIROS; PEREIRA; SILVA, 2018).

O teste de frio submete as sementes a baixas temperaturas, alta umidade e organismos infecciosos, este para substratos de areia (CICERO; VIEIRA, 1994). O método contribui para a avaliação de sementes, sendo possível dimensionar com mais convicção o potencial do produto em campo (SENA; ALVES; MEDEIROS, 2017) haja vista que o campo pode oferecer variações climáticas.

Deste modo, objetivou-se avaliar atributos físicos e fisiológicos, através de

diferentes testes, de quatro lotes de milho armazenadas em embalagens de papel kraft.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório multiuso I e II, da Universidade Federal Rural da Amazônia – Campus Tomé-Açu/PA, nas coordenadas geográficas 2° 23' 36.06" de latitude sul e 48° 11' 11.27" de longitude oeste do meridiano de Greenwich, 38m de altitude média sobre o nível do mar e temperaturas entre 23 e 32°C, com clima “Ami” segundo a classificação de Köppen. (PACHÊCO; BASTOS, 2002).

2.2 Determinação do teor de água em estufa de circulação forçada a 70°C

Avaliou-se quatro híbridos: CR-120, safra: 17/18 – Peneira: 22L (X1); AG 1051 safra: 18/18– Peneira: C1L (X2); AG 1051 safra: 18/18– Peneira: R2L (X3) e BR-205 safra: 18/18 –Peneira: 22 (X4), com validade germinativa para: MAI/2019, JUN/2019, AGO/2019 e SET/2019, respectivamente, e identificadas como T1, T2, T3 e T4, todos com germinação mínima de 85%, segundo o fabricante.

Baseando-se nas Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009), utilizou-se uma estufa com circulação de ar forçada a 70°C até as sementes atingirem peso constante, com quatro repetições de 50 sementes por tratamento e os resultados expressos em porcentagem com base no peso úmido. O cálculo de porcentagem de perda de água pelo método da estufa foi determinado pela equação (1):

$$\%TA = \frac{10 \times (Pu - Ps)}{Pu - Tara} \quad (1)$$

Onde:

TA = Teor de água nas sementes;

Pu = Peso Úmido;

Ps = Peso Seco;

Tara = Peso das placas ou das latas sem as sementes.

2.3 Teste de germinação

Utilizou-se quatro repetições com 50 sementes de cada lote, as quais foram submetidas para germinar em sala de germinação com temperatura de 25°C a 30°C. Avaliou-se a emergência de plântulas no 4° e 7° dia. Os resultados foram expressos em porcentagem média por lote de plântulas normais.

2.4 Teste de frio

Para a determinação do potencial germinativo e vigor das sementes (BRASIL, 2009), utilizou-se quatro repetições por tratamento, um total de 16 bandejas de tamanho 42 x 30 x 2 cm, onde foram distribuídas quatro repetições de 50 sementes de cada lote, sobre duas folhas de papel toalha *Germitest* e encobertas por outra, umedecidas previamente com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco. As bandejas foram vedadas e em seguida, mantidas em câmara fria na temperatura de 10°C por 7 dias, posteriormente, encaminhadas para sala de germinação com temperatura alternada de 25°C a 30°C. A primeira contagem ocorreu no 4° dia e a última no 7° dia após o teste de frio.

2.5 Índice de velocidade de germinação

Para obtenção dos dados, utilizou-se a equação (2):

$$IVG = \sum \frac{ni}{ti} \quad (2)$$

Onde:

ni: número de sementes germinadas a cada dia;

ti: tempo de germinação (dias).

2.6 Tempo médio de germinação

Realizado juntamente com o teste padrão de germinação, efetuou-se a contagem de sementes germinadas a cada dia (CARVALHO; CARVALHO, 2009). Partindo do princípio de que um grupo de sementes que possuem menor tempo de germinação são mais vigorosas. Utilizou-se a equação (3):

$$TM = \frac{(\sum ni.ti)}{\sum ni} \quad (3)$$

Onde:

TM: é o tempo médio de germinação (dias);

ni: número de sementes germinadas a cada dia;

ti: tempo de germinação (dias).

2.7 Comprimento da plântula

Baseando-se na metodologia de Felix et al. (2018), o comprimento médio de plântulas foi realizado com uma régua graduada em centímetros. Mediu-se da radícula ao hipocótilo de 10 plântulas normais tiradas ao acaso de cada repetição.

2.8 Frequência relativa de germinação e sincronização

O teste de frequência relativa de germinação e sincronização foram calculados de acordo com a metodologia utilizada por Silva et al. (2016). Para tanto, utilizou-se a equação 4 e 5.

$$FR = ni / \sum ni \quad (4)$$

Onde:

FR = frequência relativa de germinação;

ni = número de sementes germinadas por dia;

$\sum ni$ = número total de sementes germinadas.

$$U = - \sum fi \log_2 fi \quad (5)$$

Onde:

U = sincronização de germinação;

fi = frequência relativa de germinação;

\log_2 = logaritmo base 2.

2.9 Análise de dados

Utilizou-se o delineamento estatístico inteiramente casualizado com 4 tratamentos e 4 repetições, cada repetição com 50 sementes. Os resultados foram submetidos ao teste de média (T) com p-valor <0,05 de significância, com auxílio do *software* estatístico Sisvar versão 5.6.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de água das sementes apresentou-se semelhante para três lotes estudados, variando de 10,5 a 11%. Entretanto, o híbrido X4 evidenciou valor superior a 13%. De acordo com Nascimento e Moraes (2011) a atividade dos fungos de armazenamento ocorre quando o teor de água das sementes ultrapassa 13%.

Verificou-se diferenciação na porcentagem de germinação, onde o híbrido X2, com vencimento em junho de 2019 expressou diferença significativa para esta variável, aproximando-se do valor descrito pelo fabricante na embalagem. Em termos, a embalagem deste híbrido denotou eficiência na conservação do produto.

Para o híbrido X4, vencimento em setembro de 2019, não houve percentual de germinação, pois este parâmetro considera apenas germinadas plântulas normais, havendo perda total pela presença de fungos, onde constatou-se o aparecimento logo no segundo dia de experimento, como observado na figura 1.

Figura 1. Presença de fungos no híbrido BR-205

O teste de frio mostrou percentuais de germinação superiores ao do teste padrão para os híbridos X2 e X3 (vencimento em junho/2019 e agosto/2019, respectivamente), entretanto com percentuais aproximados entre si. Tais lotes foram classificados como os mais vigorosos, haja vista que o teste de frio expõe as sementes a condições de estresse.

As condições de estresse proporcionaram um percentual de plântulas normais, demonstrando que além das sementes possuírem índice de germinação próximos ao informado na embalagem, estas, ainda apresentam alto vigor para o X2 com vencimento em junho/2019. Contudo, o lote X1

com vencimento em maio/2019 apresentou redução no percentual germinativo, ou seja, a embalagem influenciou significativamente a viabilidade das sementes reduzindo pela metade o vigor.

O teste de frio mostrou baixo percentual de germinação nas sementes do híbrido X4 de setembro/2019, eventualmente, relativo a baixa temperatura, que por sua vez reduziu a proliferação inicial do fungo. De acordo com Ramos et al. (2014), quando sementes contaminadas por fungos são expostas a temperaturas em torno de 10 °C, os fungos são afetados negativamente caso o período de exposição ultrapasse os 8 dias.

Tabela 1. Teor de água (T.A), germinação (G.), teste de frio (T.F), Sincronização (U), índice de velocidade de germinação (I.V.G), tempo médio de germinação (T.M.G) e comprimento (C). Caracterização do fisiológica de quatro híbridos com diferentes meses de vencimento.

Híbridos/ vencimento	T. A	G. %	T. F	U	I. V. G plântulas. dia ⁻¹	T. M. G (dia)	C. (cm)
X1/ maio/2019	11	65 bc	52 b	0,70	16.95 b	3.0 b	10.67 ab
X2/ jun/2019	10.6	78 c	86 d	0,38	25.7 c	2.2 a	15.12 c
X3/ ago/2019	10.5	59 b	67 c	0,49	16.4 b	3.0 b	12.64 b
X4/ set/2019	13.5	0 a	13 a	0,47	7.45 a	3.5 c	10.08 a
CV%	-	11.86	11.09		15.5	5.91	4.25

Valores com a mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste *Tukey* ($p < 0,05$)

De acordo com Paraginski et al. (2015), sementes armazenadas em sacos de polietileno por mais de 6 meses em temperaturas acima de 15°C reduzem a qualidade fisiológica das sementes de milho. No estado do Pará, a temperatura média é entorno de 27°C, o que pode estar relacionado com os baixos resultados de potenciais da maioria dos testes, demonstrando que conforme a embalagem, as sementes são facilmente afetadas pelo meio externo.

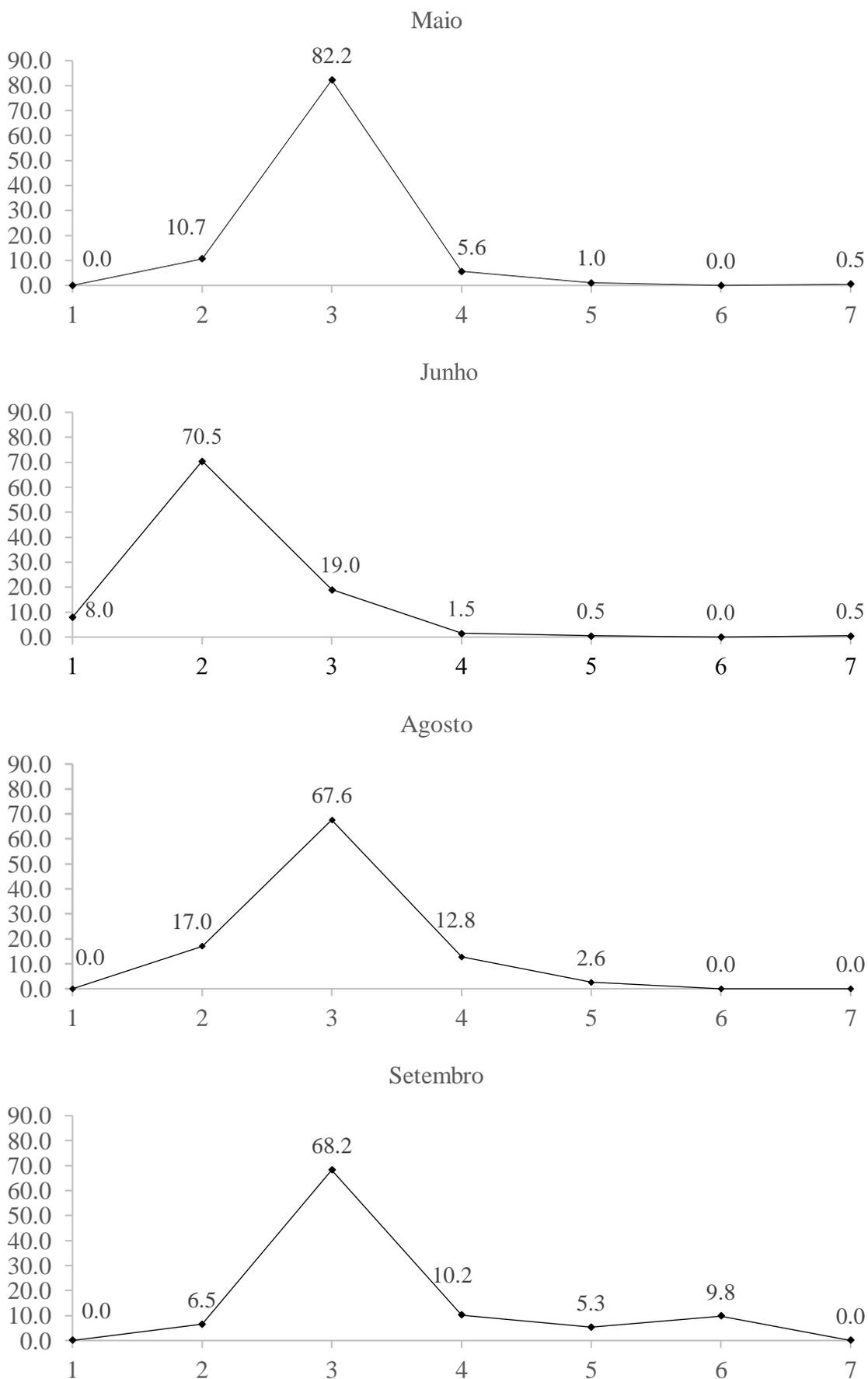
Para os resultados de Índice de Velocidade de Germinação observou-se os melhores resultados para o X2, concordando também com os resultados obtidos no teste de frio e germinação. O tempo médio de germinação para este híbrido também foi satisfatório. Os híbridos avaliados diferiram estatisticamente para o T.M.G., sendo semelhante somente entre os híbridos X1 e X3.

Os resultados dos comprimentos médios de plântulas normais, evidenciam melhores resultados para os híbridos X2 e X3. Silva e Cicero (2014), verificaram que plântulas que

apresentam maiores comprimentos tendem a ser vigorosas. Portanto, o resultado de comprimento médio de plântula concorda com os resultados dos demais testes, mostrando que o híbrido X2 com validade em junho/2019 teve suas qualidades preservadas pela embalagem.

Na figura 2, observa-se elevada frequência de germinação para o híbrido com vencimento em maio/2019 no terceiro dia. Nos dados de germinação utilizados no teste de frequência não foram diferenciadas plântulas normais e anormais como é feito no teste de germinação padrão, demonstrando que elevada quantidade de germinação não significa, necessariamente, que se tornarão plântulas normais e por conseguinte vigorosas. Os híbridos avaliados apresentaram frequência relativamente semelhantes, entretanto, o X2 com vencimento em junho/2019, mesmo se equivalendo em características genéticas ao X3 com vencimento em agosto/2019, teve sua frequência de germinação no segundo dia de experimento.

Figura 1. Frequência de germinação (%). Tempo de avaliação (dia).



Razera et al. (1986), mostrou que sementes de milho colocadas em sacos de papel multifoliados (parede de 5 folhas) e acondicionados em armazéns de alvenaria, conseguiu manter o teor de água em 11%, em média, durante um período de 12 meses para o município de Campinas/SP, onde a umidade relativa média local foi de 75% e temperatura 22°C. Já em Ubatuba - SP a umidade média foi de 88% e temperatura 21°C, o teor de água observado foi de 14.2%. Aos 12 meses de armazenamento este autor obteve 98% de germinação e 50% de vigor em Campinas - SP e 4,3% de germinação e 0% de vigor em Ubatuba - SP. Isso demonstra que quanto maior a umidade relativa do ar do local, menor será a qualidade das sementes no decorrer do tempo de armazenamento em condições ambiente, pois as embalagens não toleram lugares com umidade relativa alta por serem permeáveis.

No geral, os resultados obtidos com os testes demonstram a vulnerabilidade das sementes acondicionadas em sacos de papel multifoliados.

As empresas produtoras de sementes de alto potencial fisiológico, conseguem manter as características das sementes quando essas ainda estão em sua responsabilidade. Porém, quando transferidas a locais de revenda é difícil manter as condições ideais de armazenamento, principalmente na região norte, onde os índices de temperatura e umidade são altos, de 80 a 90% de UR do ar e temperaturas máximas em torno de 34°C. Portanto, as embalagens se mostram ineficazes quando colocadas em ambientes sujeitos a condições adversas, principalmente umidade e temperatura, necessitando de um controle no mínimo razoável dos fatores ambientais.

Os híbridos X1 com vencimento em maio/2019 e X3 agosto/2019 apresentaram resultados não satisfatórios para os testes de

germinação e vigor. O tipo de embalagem, bem como o acondicionamento inadequado das sementes após abertura das mesmas, devido venda avulsa das sementes podem ter influenciado nos resultados, permitindo assim, maior entrada de umidade, favorecendo o aumento da deterioração desses produtos.

Estes resultados demonstram uma necessidade de renovação de mercados de revenda de sementes fracionadas. Como esse tipo de comércio está voltado a pequenos produtores, entende-se que as sementes poderiam ser acondicionadas em embalagens de menor capacidade, evitando deste modo, exposição dos produtos a fatores adversos, variação de umidade, temperatura e a ação de microrganismos deteriorantes. Atenção dada também ao local de armazenamento, evitando locais quente, úmido, descoberto, e higienização do mesmo na renovação do estoque. Abertura das embalagens o mínimo possível para que as sementes consigam manter suas características mínimas exigidas até o período estipulado pelo fabricante. Desta forma, faz-se necessário o uso de embalagens mais tecnológicas que possam amenizar ao máximo os efeitos das condições adversas em que as sementes podem estar sujeitas.

4 CONCLUSÕES

Os potenciais germinativos foram reduzidos mesmo antes dos seus vencimentos devido as embalagens, após abertas em condições de ambiente de comércio, estarem expostas a trocas gasosas inviabilizando a qualidade das sementes.

O híbrido X1 com vencimento em junho/2019 apresentou melhores resultados, estando esse mais próximo as descrições de potencial descrito pelo fabricante.

5 REFERÊNCIAS

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

CARVALHO, D. B.; CARVALHO, R. I. N. Qualidade fisiológica de sementes de guanxuma em influência do envelhecimento acelerado e da luz envelhecimento acelerado e da luz. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 3, p. 489-494, 2009.

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

CARVALHO, T. C.; D'ANGELO, J. W. O.; SCARIOT, G. N.; SAES JÚNIOR, L. A.; CUQUEL, F. L. Germinação de sementes de *Physalis angulata* L.: estágio de maturação do cálice e forma de armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 44, n. 4, p. 357-362, out./dez. 2014.

CICERO, S. M.; VIEIRA, R. D. Teste de frio. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 151-164.

FELIX, F. C.; ARAUJO, F. S.; SILVA, M. D.; FERRARI, C. S.; PACHECO, M. V. Estresse hídrico e térmico na germinação de sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 13, n. 2, p. e5515, 2018.

GRZYBOWSKI, C. R. S.; VIEIRA, R. D.; PANOBIANCO, M. Testes de estresse na avaliação do vigor de sementes de milho. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 46, n. 3, p. 590-596, jul./set. 2015.

MAGALHÃES NETO, W.; GADOTTI, G. I.; VILLELA, F. A.; MARTINS, A. B. N.; CARVALHO, I. R.; CAVALCANTE, J. A. Critérios de escolha de sementes de milho pelos agricultores da região de votuporanga-sp. **Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade**, Pelotas, v. 5, n. 2, p. 43-50, dez. 2018.

MARCOS FILHO, J. Testes de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C. (ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 3.1-3.24.

MAZZUCO, H.; LORINI, I.; BRUM, P. A. R.; ZANOTTO, D. L.; BAARIONI JUNIOR, W.; AVILA, A. S. Composição química e energética do milho com diversos níveis de umidade na colheita e diferentes temperaturas de secagem para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 6, p. 2216-2220, nov. 2002. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982002000900009>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982002000900009&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 17 jan. 2020.

MEDEIROS, A. D.; PEREIRA, M. D.; SILVA, J. A. Processamento digital de imagens na determinação do vigor de sementes de milho. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 13, n. 3, e5540, 2018.

MILOŠEVIC, M.; VUJAKOVIC, M.; KARAGIC, D. Vigour tests as indicators of seed viability. **Genetika**, Belgrado, v. 42, n. 1, p. 103-118, 2010. Disponível em: <http://www.doiserbia.nb.rs/img/doi/0534-0012/2010/0534-00121001103M.pdf>. Acesso em: 28 fev. 2019.

NASCIMENTO, W. M. O.; MORAES, M. H. D. Fungos associados a sementes de açaí: efeito da temperatura e do teor de água das sementes durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 415-425, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222011000300004>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-31222011000300004&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 11 maio 2019.

OLIVEIRA, G. L.; HILST, P. C.; SILVA, L. J.; SEKITA, M. C.; DIAS, D. C. F. S. Teste De Frio Para Avaliação Do Potencial Fisiológico De Sementes De Pinhão Manso (*Jatropha curcas* L.). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 31, n. 2, p. 509-517, mar./abr. 2015.

PACHÊCO, N. A.; BASTOS, T. X. **Boletim Agrometeorológico 2002 Tomé-Açu, PA**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. (Documentos, 203).

PARAGINSKI, R. T.; ROCKENBACH, B. A.; SANTOS, R. F.; ELIAS, M. C.; OLIVEIRA, M. Qualidade de grãos de milho armazenados em diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 19, n. 4, p. 358-363, 2015.

PEREIRA FILHO, I. A.; BORGHI, E. **Mercado de sementes de milho no Brasil: safra 2016/2017**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2016. (Documentos, 202).

RAMOS, P. D.; BARBOSA, R. M.; VIEIRA, B. G. T. L.; PANIZZI, R. C.; VIEIRA, R. D. Infecção por *Fusarium graminearum* e *Fusarium verticillioides* em sementes de milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 44, n. 1, p. 24-31, jan./mar. 2014.

RAZERA, L. F.; LAGO, A. A.; MAEDA, J. A.; ZINK, E.; GODOY JÚNIOR, G.; TELLA, R. Armazenamento de sementes de arroz e milho em diferentes embalagens e localidades paulistas. **Bragantia**, Campinas, v. 45, n. 2, p. 337-352, 1986.

RIBEIRO, S. S. Cultura do milho no Brasil. **Revista Científica Semana Acadêmica**, Fortaleza, v. 1, n. 49, p. 59-71, 2014. Disponível em: <https://semanaacademica.org.br/artigo/cultura-do-milho-no-brasil>. Acesso em: 23 fev. 2019.

ROCHA, C. R. M.; SILVA, C. S. M. Avaliação do vigor de sementes de girassol por meio de análise de imagens de plântulas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 6, p. 970-976, jun. 2015.

SANTOS, D. M.; BALDONI, A. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho. **GETEC**, Monte Carmelo, v. 7, n. 19, p. 19-30, 2018.

SBRUSSI, C. A. G.; ZUCARELI, C. Germinação de sementes de milho com diferentes níveis de vigor em resposta à diferentes temperaturas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 1, p. 215-226, jan./fev. 2014.

SENA, D. V. A.; ALVES, E. U.; MEDEIROS, D. S. Vigor tests to evaluate the physiological quality of corn seeds cv. 'Sertanejo'. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 47, n. 3, e20150705, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20150705>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782017000300151&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 20 jan. 2020.

SILVA, M. A. P.; LIMA, J. J. P.; BIAGGIONI, M. A. M.; CAVARIANI, C.; FERREIRA, G. Seed quality of crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) submitted to different drying methods. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 47, n. 2, p. 358-365, abr./jun. 2016.

SILVA, V. N.; CICERO, S. M. Análise de imagens de plântulas para avaliação do potencial fisiológico de sementes de berinjela. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 32, n. 2, p. 145-151, jun. 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362014000200004>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362014000200145&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 17 jan. 2020.

SMANIOTTO, T. A. S.; RESENDE, O.; MARÇAL, K. A. F.; OLIVEIRA, D. E. C.; SIMON, G. A. Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 4, p. 446-453, 2014.