



NOÊMIA KAREN DE OLIVEIRA

**QUALIDADE DE SEMENTES DE MILHO ARMAZENADAS EM
DIFERENTES EMBALAGENS E CONDIÇÕES DE
ARMAZENAMENTO**

LAVRAS – MG

2018

NOÊMIA KAREN DE OLIVEIRA

**QUALIDADE DE SEMENTES DE MILHO ARMAZENADAS EM DIFERENTES
EMBALAGENS E CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

Prof. Dr. João Almir Oliveira

Orientador

LAVRAS – MG

2018

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA,
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Oliveira, Noêmia Karen de.

Qualidade de sementes de milho armazenadas em diferentes
embalagens e condições de armazenamento / Noêmia Karen de
Oliveira. - 2018.

107 p. : il.

Orientador: João Almir Oliveira.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Lavras, 2018.

Bibliografia.

1. Embalagem de polipropileno. 2. Vigor. 3. Sanidade. I.
Oliveira, João Almir. II. Título.

NOÊMIA KAREN DE OLIVEIRA

**QUALIDADE DE SEMENTES DE MILHO ARMAZENADAS EM DIFERENTES
EMBALAGENS E CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO**

**QUALITY OF CORN SEED STORED IN DIFFERENT PACKAGES AND STORAGE
CONDITIONS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 21 de fevereiro de 2018.

Prof. Dr. Everson Reis	UFU
Dra. Leidiane Aparecida Ferreira Queiroz	Ministério da Agricultura
Prof. Dr. Luiz Antônio Augusto Gomes	UFLA
Prof. Dr. Renato Mendes Guimarães	UFLA

Prof. Dr. João Almir Oliveira
Orientador

LAVRAS – MG

2018

A Mauri, meu pai, que sempre apoiou todas as minhas decisões.

À Rosângela, minha mãe, que me ensinou que nada é impossível para Deus.

À Naiara, minha tão amada irmã, que sempre esteve ao meu lado em todos os momentos.

Aos meus avós, especialmente ao “Vô Mario”, que sempre foi meu protetor e que me ensinou que amigos são uma dádiva na vida e o respeito é um dos maiores tesouros que podemos ter.

À Marine (in memoriam), grande anjo e cúmplice da minha vida.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me deu o dom da vida e que sempre se mostra presente em todas as horas.

À minha família, que se manteve forte nos momentos mais difíceis que passamos nestes últimos anos.

À Universidade Federal de Lavras, ao Departamento de Agricultura (DAG) e, em especial, ao Setor de Sementes, por meio de seus professores e funcionários, pela oportunidade e condições oferecidas durante o curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

À empresa Helix Sementes - Agrocerec pelo fornecimento dos lotes das sementes e das embalagens para o desenvolvimento do trabalho.

Ao professor João Almir Oliveira, pela orientação, ensinamentos e amizade, além de ter contribuído em grande parte pelo meu conhecimento na área sementeira.

Aos professores Renato Mendes Guimarães e Maria Laene Moreira de Carvalho; e à pesquisadora Sttela Dellyzete Veiga Franco da Rosa, pela disponibilidade e contribuições ao meu conhecimento.

Aos amigos e agregados da “família sementes”, principalmente, Ariadne, Cristiane, Raquel, Bárbara, Tatiana, Stefania, Isabela, Ana Paula, Maria Alice, Diego, Vítor, Dennis, Madeleine, Danielle, Inara, Édila, Camila e Milena, por todo apoio e amizade dados durante os últimos anos.

À secretária da Pós-graduação do DAG, Marli dos Santos Túlio, sempre pronta para o auxílio indispensável.

A todos os colegas dos Departamentos de Agricultura, principalmente, aos amigos do NESem, pelo grande apoio e amizade, em toda a minha trajetória.

A “toda turma do João”, principalmente, Levi, Rafaela, Débora e Amanda, pela grande ajuda nos experimentos realizados durante o curso.

MUITO OBRIGADA!

RESUMO

Um das consequências do aprimoramento tecnológico dos agricultores e do aumento da área cultivada é a necessidade cada vez maior por sementes com alto vigor. Após a colheita das sementes, é importante que se garanta a manutenção da alta qualidade de sementes que vêm do campo. Para essa manutenção, deve-se sempre estar atento às condições de armazenamento das sementes. Além disso, a preservação da qualidade das sementes também está associada ao tipo de embalagem utilizada, sempre fazendo a escolha de cada embalagem para cada espécie de semente. No presente trabalho, foi observado um comportamento diferenciado entre os híbridos quanto à qualidade das sementes, em relação ao fator embalagem, visto que, para o SHS5050, não se verificou redução no vigor pelo teste de envelhecimento acelerado, para todas as embalagens, enquanto, para o BM820, verificou-se uma redução no vigor, quando os materiais foram armazenados, utilizando-se a embalagem de polipropileno trançado com uma folha de papel. Sementes de milho armazenadas em câmara fria mantiveram a germinação e a qualidade fisiológica por até 12 meses, no entanto, em condições não controladas, a qualidade é reduzida, principalmente, após oito meses de armazenamento. As sementes armazenadas em Lavras apresentaram resultados diferentes para cada híbrido. Para o híbrido SHS5070, a embalagem de papel multifoliada foi superior à de polipropileno trançado com uma folha de papel, após os 12 meses de armazenamento. O inverso ocorreu, para o híbrido BM3061, no qual a embalagem de polipropileno trançado foi a que se destacou, principalmente, aos 12 meses de armazenamento. Não houve efeito do fator embalagens para as sementes armazenadas em Patos de Minas. No ambiente não controlado, as sementes apresentaram um aumento na incidência fúngica após os 12 meses de armazenamento. As sementes armazenadas na câmara fria não deterioraram após os 12 meses de armazenamento.

Palavras-chave: *Zea mays*. Vigor. Embalagem. Polipropileno.

ABSTRACT

One of the consequences of the technological improvement of farmers and of the increase of cultivated area is the ever-greater need for high vigor seeds. After harvesting the seeds, it is important to ensure the maintenance of the high quality of seeds derived from the field. For this maintenance, one must always be aware of storage conditions. Furthermore, the preservation of seed quality is also associated to the type of packaging used, which must always be chosen for each seed species. In the present work, a differentiated behavior was observed among the hybrids regarding seed quality in relation to the packaging factor, presenting no reduction in vigor for SHS5050 by means of the accelerated aging test for all packages, whereas a reduction in vigor was observed for BM820 when the materials were stored using polypropylene package plaited with a sheet of paper. Corn seeds stored in cold chambers maintained germination and physiological quality for up to 12 months. However, under uncontrolled conditions, quality is reduced, especially after eight months of storage. The seeds stored in Lavras-MG, Brazil, presented different results for each hybrid. For hybrid SHS5070, the multifaceted paper packaging was superior to that of polypropylene plaited with a sheet of paper, after 12 months of storage. The reverse occurred for hybrid BM3061, for which the plaited polypropylene packaging was prominent, especially at 12 months of storage. There was no effect of the packaging factor for seeds stored in Patos de Minas-MG, Brazil. In the uncontrolled environment, the seeds showed an increase in fungal incidence after 12 months of storage. Seeds stored in cold chamber do not deteriorate after 12 months of storage.

Keywords: *Zea mays*. Vigor. Packing. Polypropylene.

LISTA DE FIGURAS

SEGUNDA PARTE – ARTIGOS

ARTIGO 1

- Figura 1 - Expressão da α -amilase em sementes de milho híbrido SHS5050 sem armazenamento (T), armazenados por 30 e 60 dias nas embalagens multifoliado, polipropileno trançado revestido com papel, polietileno duplo, nas condições de câmara fria (CF), câmara de 25°C (25), casa de vegetação (CV), usina de beneficiamento de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.45
- Figura 2 - Expressão da α -amilase em sementes de milho híbrido BM820 sem armazenamento (T), armazenados por 30 e 60 dias nas embalagens multifoliado, polipropileno trançado revestido com papel, polietileno duplo, nas condições de câmara fria (CF), câmara de 25°C (25), casa de vegetação (CV), usina de beneficiamento de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.45
- Figura 3 - Expressão da catalase (CAT) em sementes de milho híbrido SHS5050 sem armazenamento (T), armazenados por 30 e 60 dias nas embalagens multifoliado, polipropileno trançado revestido com papel, polietileno duplo, nas condições de câmara fria (CF), câmara de 25°C (25), casa de vegetação (CV), usina de beneficiamento de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.46
- Figura 4 - Expressão da catalase (CAT) em sementes de milho híbrido BM820 sem armazenamento (T), armazenados por 30 e 60 dias nas embalagens multifoliado, polipropileno trançado revestido com papel, polietileno duplo, nas condições de câmara fria (CF), câmara de 25°C (25), casa de vegetação (CV), usina de beneficiamento de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.46
- Figura 5 - Expressão da superóxido dismutase (SOD) em sementes de milho híbrido SHS5050 sem armazenamento (T), armazenados por 30 e 60 dias nas embalagens multifoliado, polipropileno trançado revestido com papel, polietileno duplo, nas condições de câmara fria (CF), câmara de de 25°C

	(25), casa de vegetação (CV), usina de beneficiamento de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.....	47
Figura 6 -	Expressão da superóxido dismutase (SOD) em sementes de milho híbrido BM 820 sem armazenamento (T), armazenados por 30 e 60 dias nas embalagens multifoliado, polipropileno trançado revestido com papel, polietileno duplo, nas condições de câmara fria (CF), câmara de 25°C (25), casa de vegetação (CV), usina de beneficiamento de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.....	48
Figura 7 -	Expressão da álcool desidrogenase (ADH) em sementes de milho híbrido SHS5050 sem armazenamento (T), armazenados por 30 e 60 dias embalagens multifoliado, polipropileno trançado revestido com papel, polietileno duplo, nas condições de câmara fria (CF), câmara de 25°C (25), casa de vegetação (CV), usina de beneficiamento de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.....	49
Figura 8 -	Expressão da álcool desidrogenase (ADH) em sementes de milho híbrido BM820 sem armazenamento (T), armazenados por 30 e 60 dias nas embalagens multifoliado, polipropileno trançado revestido com papel, polietileno duplo, nas condições de câmara fria (CF), câmara de 25°C (25), casa de vegetação (CV), usina de beneficiamento de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.....	49
Figura 9 -	Expressão da malato desidrogenase (MDH) em sementes de milho híbrido SHS5050 sem armazenamento (T), armazenados por 30 e 60 dias embalagens multifoliado, polipropileno trançado revestido com papel, polietileno duplo, nas condições de câmara fria (CF), câmara de 25°C (25), casa de vegetação (CV), usina de beneficiamento de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.....	50
Figura 10 -	Expressão da malato desidrogenase (MDH) em sementes de milho híbrido BM820 sem armazenamento (T), armazenados por 30 e 60 dias nas embalagens multifoliado, polipropileno trançado revestido com papel, polietileno duplo, nas condições de câmara fria (CF), câmara de 25°C (25), casa de vegetação (CV), usina de beneficiamento de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.....	50

ARTIGO 2

- Figura 1 - Germinação (%) de sementes de milho híbrido BM3061 armazenadas, no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP), nas condições de armazenamento de câmara fria (CF), resfriado (RF) e armazém de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017..... 63
- Figura 2 - Germinação (%) de sementes de milho híbrido SHS5070, armazenadas no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP), nas condições de armazenamento de câmara fria (CF), resfriado (RF) e armazém de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017..... 64
- Figura 3 - Teste de envelhecimento acelerado (%) de sementes de milho híbrido BM3061 armazenadas no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP), nas condições de armazenamento de câmara fria (CF), resfriado (RF) e armazém de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017..... 65
- Figura 4 - Teste de envelhecimento acelerado (%) de sementes de milho híbrido SHS5070, armazenadas no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP), nas condições de armazenamento de câmara fria (CF), resfriado (RF) e armazém de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017. 67
- Figura 5 - Teste de frio (%) de sementes de milho híbrido BM3061 armazenadas no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP), nas condições de armazenamento de câmara fria (CF), resfriado (RF) e armazém de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017..... 68
- Figura 6 - Teste de frio (%) de sementes de milho híbrido SHS5070 armazenadas no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP), nas condições de armazenamento de câmara fria (CF), resfriado (RF) e armazém de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017..... 69
- Figura 7 - Índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de milho híbrido BM3061 armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens

	de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) nas condições de armazenamento de câmara fria (CF), resfriado (RF) e armazém de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.....	70
Figura 8 -	Índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de milho híbrido SHS5070, armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) nas condições de armazenamento de câmara fria (CF), resfriado (RF) e armazém de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.	72
Figura 9 -	Emergência (%) de sementes de milho híbrido BM3061 armazenadas no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP), nas condições de armazenamento de câmara fria (CF), resfriado (RF) e armazém de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.....	73
Figura 10 -	Emergência (%) de sementes de milho híbrido SHS5070 armazenadas no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP), nas condições de armazenamento de câmara fria (CF), resfriado (RF) e armazém de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.....	74
Figura 11 -	Incidência (%) de <i>Aspergillus</i> sp. em sementes de milho híbrido BM3061 armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens nas condições de armazenamento de câmara fria (CF), resfriado (RF) e armazém de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.....	76
Figura 12 -	Incidência (%) de <i>Aspergillus</i> sp. em sementes de milho híbrido SHS5070 armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens nas condições de armazenamento de câmara fria (CF), resfriado (RF) e armazém de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.....	78
Figura 13 -	Incidência (%) de <i>Fusarium</i> sp. em sementes de milho híbrido BM3061, armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.....	79
Figura 14 -	Incidência (%) de <i>Fusarium</i> sp. em sementes de milho híbrido SHS5070, armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel	

	multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.....	80
Figura 15 -	Porcentagem de incidência de <i>Penicillium</i> sp. em sementes de milho híbrido BM3061, armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) nas condições de armazenamento de câmara fria (CF), resfriado (RF) e armazém de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.....	81
Figura 16 -	Incidência (%) de <i>Penicillium</i> sp. em sementes de milho híbrido SHS5070, armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.....	82

ARTIGO 3

Figura 1 -	Teste de envelhecimento acelerado (%) de sementes de milho híbrido BM3061, armazenadas no município de Patos de Minas, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP), nas condições de armazenamento de câmara fria (CF), resfriado (RF) e armazém de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.....	94
Figura 2 -	Teste de envelhecimento acelerado (%) de sementes de milho híbrido SHS5070, armazenadas no município de Patos de Minas, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP), nas condições de armazenamento de câmara fria (CF), resfriado (RF) e armazém de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.....	95
Figura 3 -	Teste de frio (%) de sementes de milho híbrido BM3061, armazenadas no município de Patos de Minas, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP), nas condições de armazenamento de câmara fria (CF), resfriado (RF) e armazém de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.....	96
Figura 4 -	Teste de frio (%) de sementes de milho híbrido SHS5070, armazenadas no município de Patos de Minas, por 12 meses. UFLA, Lavras, MG, 2017.....	97
Figura 5 -	Índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de milho híbrido BM3061, armazenado no município de Patos de Minas, por 12 meses em	

	embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) nas condições de armazenamento de câmara fria (CF), resfriado (RF) e armazém de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.	98
Figura 6 -	Índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes do milho híbrido SHS5070, armazenado no município de Patos de Minas, por 12 meses. UFLA, Lavras, MG, 2017.....	988
Figura 7 -	Porcentagem de emergência para o milho híbrido SHS5070, armazenado no município de Patos de Minas, por 12 meses. UFLA, Lavras, MG, 2017.....	99
Figura 8 -	Incidência (%) de <i>Aspergillus</i> sp. em sementes de milho híbrido BM3061, armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens nas condições de armazenamento de câmara fria (CF) e armazém de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.	100
Figura 9 -	Incidência (%) de <i>Aspergillus</i> sp. em sementes de milho híbrido SHS5070, armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens nas condições de armazenamento de câmara fria (CF) e armazém de sementes (UBS).....	101
Figura 10 -	Incidência (%) de <i>Fusarium</i> sp. em sementes de milho híbrido BM3061, armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens nas condições de armazenamento de câmara fria (CF) e armazém de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.	102
Figura 11 -	Incidência (%) de <i>Fusarium</i> sp. em sementes de milho híbrido SHS5070, armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.....	103
Figura 12 -	Incidência (%) de <i>Penicillium</i> sp. em sementes de milho híbrido BM3061, armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens nas condições de armazenamento de câmara fria (CF) e armazém de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.	104
Figura 13 -	Incidência (%) de <i>Penicillium</i> sp. em sementes de milho híbrido SHS5070, armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.....	105

LISTA DE TABELAS

SEGUNDA PARTE – ARTIGOS

ARTIGO 1

- Tabela 1 - Teor de água (%) para o milho híbrido SHS5050 armazenado por 30 e 60 dias em diferentes embalagens (multifoliado, polipropileno trançado revestido com papel, polietileno duplo) e em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.....39
- Tabela 2 - Teor de água (%) para o milho híbrido BM 820 armazenado por 30 e 60 dias em diferentes embalagens (multifoliado, polipropileno trançado revestido com papel, polietileno duplo) e em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.....40
- Tabela 3 - Porcentagem média de plântulas normais pelo teste de envelhecimento acelerado para o milho híbrido SHS5050, armazenado por 30 e 60 dias, em diferentes embalagens (multifoliado, polipropileno trançado revestido com papel, polietileno duplo) e em diferentes condições de armazenamento.....41
- Tabela 4 - Porcentagem média de plântulas normais no teste de envelhecimento acelerado para o milho híbrido BM 820, armazenado por 30 e 60 dias, em diferentes embalagens (multifoliado, polipropileno trançado revestido com papel, polietileno duplo) e em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.....42
- Tabela 5 - Porcentagem média de plântulas normais no teste de frio para o milho híbrido SHS 5050, armazenado por 30 e 60 dias, em diferentes embalagens (multifoliado, polipropileno trançado revestido com papel, polietileno duplo) e em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.....43
- Tabela 6 - Porcentagem média de plântulas normais no teste de frio para o milho híbrido BM 820, armazenado por 30 e 60 dias, em diferentes embalagens (multifoliado, polipropileno trançado revestido com papel, polietileno duplo) e em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.....44

ARTIGO 2

- Tabela 1 - Temperatura dentro da embalagem (°C) por dez dias após a retirada das sementes do resfriamento.61

Tabela 2 - Teor de água (%) para o milho híbrido BM3061 armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.	61
Tabela 3 - Teor de água (%) para o milho híbrido SHS5070 armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.	61
Tabela 4 - Porcentagem média de plântulas normais germinadas para o milho híbrido BM3061 armazenado, no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.....	63
Tabela 5 - Porcentagem média de plântulas normais germinadas para o milho híbrido SHS5070 armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.....	64
Tabela 6 - Porcentagem média de plântulas normais no teste de envelhecimento acelerado para o milho híbrido BM3061 armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.	66
Tabela 7 - Porcentagem média de plântulas normais no teste de envelhecimento acelerado, para o milho híbrido SHS5070 armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.	67
Tabela 8 - Teste de frio (%) para o milho híbrido BM3061 armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.	68
Tabela 9 - Teste de frio (%) para o milho híbrido SHS5070 armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de	

polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.	69
Tabela 10 - Índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes do milho híbrido BM3061 armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.....	71
Tabela 11 - Índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes do milho híbrido SHS5070, armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.....	72
Tabela 12 - Porcentagem de emergência para o milho híbrido BM3061 armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.	74
Tabela 13 - Porcentagem de emergência para o milho híbrido SHS5070, armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.	75
Tabela 14 - Porcentagem de incidência de <i>Aspergillus</i> sp. em sementes de milho híbrido BM3061, armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.....	75
Tabela 15 - Incidência (%) de <i>Aspergillus</i> sp. em sementes de milho híbrido SHS5070 armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens nas condições de armazenamento de câmara fria (CF), resfriado (RF) e armazém de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.....	76
Tabela 16 - Incidência (%) de <i>Aspergillus</i> sp. em sementes de milho híbrido SHS5070, armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens nas condições de armazenamento de câmara fria (CF), resfriado (RF) e armazém de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.....	77

Tabela 17 - Incidência (%) de <i>Fusarium</i> sp. em sementes de milho híbrido BM3061, armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.....	78
Tabela 18 - Incidência (%) de <i>Fusarium</i> sp. em sementes de milho híbrido SHS5070, armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.....	80
Tabela 19 - Porcentagem de incidência de <i>Penicillium</i> sp. em sementes de milho híbrido BM3061, armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.....	81
Tabela 20 - Incidência (%) de <i>Penicillium</i> sp. em sementes de milho híbrido SHS5070, armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.....	82

ARTIGO 3

Tabela 1 - Teor de água (%) para o milho híbrido BM3061, armazenado no município de Patos de Minas, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.	93
Tabela 2 - Teor de água (%) para o milho híbrido SHS5070, armazenado no município de Patos de Minas, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.	93
Tabela 3 - Porcentagem média de plântulas normais no teste de envelhecimento acelerado para o milho híbrido SHS5070, armazenado no município de Patos de Minas, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.	95
Tabela 4 - Teste de frio para o milho híbrido BM3061, armazenado no município de Patos de Minas, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e	

	de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.	96
Tabela 5 -	Incidência (%) de <i>Aspergillus</i> sp. em sementes de milho híbrido BM3061, armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens nas condições de armazenamento de câmara fria (CF) e armazém de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.	99
Tabela 6 -	Incidência (%) de <i>Aspergillus</i> sp. em sementes de milho híbrido SHS5070, armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens nas condições de armazenamento de câmara fria (CF) e armazém de sementes (UBS).	100
Tabela 7 -	Incidência (%) de <i>Fusarium</i> sp. em sementes de milho híbrido BM3061, armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens nas condições de armazenamento de câmara fria (CF) e armazém de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.	101
Tabela 8 -	Incidência (%) de <i>Fusarium</i> sp. em sementes de milho híbrido SHS5070, armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.	102
Tabela 9 -	Incidência (%) de <i>Penicillium</i> sp. em sementes de milho híbrido BM3061, armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens nas condições de armazenamento de câmara fria (CF) e armazém de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.	103
Tabela 10 -	Incidência (%) de <i>Penicillium</i> sp. em sementes de milho híbrido SHS5070, armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.	104

SUMÁRIO

	PRIMEIRA PARTE	21
1	INTRODUÇÃO	21
2	REFERENCIAL TEÓRICO	22
2.1	A cultura do milho no Brasil	22
2.2	Armazenamento e embalagem de sementes	23
2.3	Deterioração de sementes durante o armazenamento	24
	REFERÊNCIAS	27
	SEGUNDA PARTE - ARTIGOS	30
	ARTIGO 1 - QUALIDADE FISIOLÓGICA E EXPRESSÃO ENZIMÁTICA EM SEMENTES DE MILHO ARMAZENADAS EM DIFERENTES EMBALAGENS E CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO	30
1	INTRODUÇÃO	33
2	MATERIAL E MÉTODOS	35
2.1	Delineamento estatístico	36
2.2	Determinação da qualidade de sementes	36
2.2.1	Teste de germinação	36
2.2.2	Envelhecimento acelerado	36
2.2.3	Teste de frio com solo	36
2.3	Procedimento estatístico	37
2.4	Expressão de enzimas	37
2.4.1	Análise das enzimas CAT, SOD, ADH, MDH por meio da técnica de eletroforese	37
2.4.2	Análise da expressão da alfa amilase por meio da técnica de eletroforese	37
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
4	CONCLUSÕES	51
	REFERÊNCIAS	52
	ARTIGO 2 – POTENCIAL DE USO DA EMBALAGEM DE POLIPROPILENO TRANÇADO REVESTIDA COM PAPEL NO ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE MILHO	54
1	INTRODUÇÃO	57
2	MATERIAL E MÉTODOS	58
2.1	Delineamento estatístico	58
2.2	Determinação da qualidade de sementes	58
2.2.1	Teste de germinação	59
2.2.2	Envelhecimento acelerado	59
2.2.3	Teste de frio com solo	59
2.2.4	Emergência	59
2.3	Teste de sanidade	60
2.4	Procedimento estatístico	60
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	61
4	CONCLUSÃO	83
	REFERÊNCIAS	84
	ARTIGO 3 – QUALIDADE DE FISIOLÓGICA E SANITÁRIA DE SEMENTES DE MILHO AO LONGO DO ARMAZENAMENTO EM DIFERENTES EMBALAGENS	86
1	INTRODUÇÃO	89
2	MATERIAL E MÉTODOS	90

2.1	Delineamento estatístico	90
2.2	Determinação da qualidade de sementes	90
2.2.1	Teste de germinação.....	91
2.2.2	Primeira contagem de germinação	91
2.2.3	Envelhecimento acelerado	91
2.2.4	Teste de frio com solo.....	91
2.2.5	Emergência	92
2.3	Teste de sanidade	92
2.4	Procedimento estatístico	92
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	93
4	CONCLUSÕES	106
	REFERÊNCIAS	107

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO

A demanda por sementes com alta qualidade tem aumentado significativamente pelo aprimoramento tecnológico dos agricultores e aumento da área cultivada. A safra 2017/2018 indica um crescimento de até 1,9% comparado com a safra anterior, ou seja, a área para o plantio poderá atingir, aproximadamente, 62 milhões de hectares (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2017).

Esse aumento de área é um incentivo aos produtores de sementes para que aumentem sua produção e invistam no controle da qualidade, objetivando assegurar a oferta crescente de sementes de alta qualidade, as quais apresentem os requisitos exigidos para a comercialização e se destaquem perante as sementes dos outros produtores.

Empresas produtoras de sementes de milho têm investido em tecnologias pós-colheita que garantam a manutenção da alta qualidade de sementes que vêm do campo, isto é, que diminuam as perdas, principalmente, por deterioração. Como exemplos, pode ser citada a utilização de câmaras frias e secas e de diferentes embalagens para o armazenamento de sementes.

A embalagem utilizada e o ambiente, durante o armazenamento, influenciam na conservação do vigor das sementes. Condições climáticas, relativamente adversas, como temperaturas contrastantes, ao longo do dia e umidades relativas altas, afetam as sementes, acelerando sua deterioração. Esse fato ocorre em razão de suas propriedades higroscópicas, a água contida nas sementes está sempre em equilíbrio com a umidade relativa do ar.

É importante ressaltar que as condições climáticas como temperatura e umidade relativa elevada são características comuns encontradas no Brasil, principalmente, nas principais regiões produtoras de sementes, portanto se fazem necessárias novas pesquisas com diferentes embalagens que suportem armazenamento sem prejudicar a qualidade das sementes. Neste sentido, no presente trabalho, objetivou-se avaliar o comportamento de sementes de milho armazenadas em diferentes embalagens e ambientes.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura do milho no Brasil

O milho (*Zea mays* L.) pertence à família das Poacea e é um dos cereais mais cultivados no mundo. Esse grão tem grande importância econômica e social, por seu grande uso na dieta humana e animal e como matéria-prima para a indústria, sendo um alimento de alto valor nutritivo e baixo custo, que apresenta viabilidade de cultivo em qualquer escala (GALVÃO et al., 2015).

É uma espécie alógama com uma taxa de autofecundação, geralmente, inferior a 5%, sendo sua polinização, predominantemente, realizada pelo vento (MARCOS FILHO, 2015). Pode ser cultivada em regiões cuja precipitação varie de 300 a 5.000 mm anuais, embora o consumo para que a cultura complete seu ciclo seja em torno de 600 mm (MAGALHÃES; DURÃES, 2006).

O milho é uma das mais eficientes plantas armazenadoras de energia existentes na natureza. De uma semente que pesa pouco mais de 0,3 g irá surgir uma planta, em geral, com mais de 2,0 m de altura e em um espaço de tempo de nove semanas (MAGALHÃES et al., 2002).

O Brasil ocupa o terceiro, lugar na produção mundial de milho, atrás dos Estados Unidos e seguidos pela China; esses três países detêm 60% da produção mundial. A estimativa, para safra 2017/2018, é que a área cultivada seja de 17,18 milhões de hectares, com uma produção de 92,34 milhões de toneladas, representando, aproximadamente, 40% da produção total de grãos no Brasil (CONAB, 2017).

Esse destaque brasileiro, na produção de milho, deve-se, principalmente, à utilização de híbridos. A adesão dessa tecnologia permitiu plantios em altas densidades, quase 60 mil plantas por hectare, em virtude de produção de uma espiga por planta. As espigas desses cultivares são bem empalhadas e raramente viram para baixo, porque a colheita ocorre logo após os grãos estarem com a umidade adequada (GALVÃO et al., 2015).

A utilização do milho híbrido é o grande responsável pela alta taxa de utilização de sementes; na última safra (2016/2017), essa taxa chegou a 92%, com uma produção total de sementes de milho de 479.680 toneladas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SEMENTES E MUDAS - ABRASEM, 2017). Na safra 2016/2017, foram disponibilizadas sementes de 315 cultivares de milho, sendo 214 cultivares transgênicas e 101 cultivares convencionais (PEREIRA FILHO; BORGHI, 2016).

2.2 Armazenamento e embalagem de sementes

O armazenamento é uma das etapas mais importantes da cadeia produtiva de sementes. Sua relevância é observada na preservação da qualidade das sementes armazenadas do beneficiamento até a época de semeadura.

Os fatores que mais influenciam, no processo de preservação das sementes, são: a qualidade inicial do lote; a espécie, que compreende sua composição química; e as características do ambiente de armazenamento.

Além do ambiente do armazenamento, a preservação da qualidade das sementes está associada a embalagem utilizada, pela facilidade ou não que as trocas gasosas ocorrem entre as sementes e a atmosfera do ambiente em que estão armazenadas (MARCOS FILHO, 2015), assumindo, portanto relevante papel na manutenção da viabilidade e vigor das sementes (BAUDET, 2003).

As condições climáticas do local onde a semente vai ficar armazenada, à espera da época de posterior distribuição e semeadura, a modalidade de comercialização da semente em questão, as características mecânicas da embalagem e sua disponibilidade no mercado são aspectos importantes a serem considerados na escolha da embalagem correta para cada tipo de ambiente (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

O armazenamento de sementes em embalagens tem como principal função diminuir a velocidade do processo de deterioração, preservando o grau de umidade inicial ideal das sementes armazenadas, com o intuito de diminuir a respiração (TONIN; PEREZ, 2006), além de protegê-las contra danos mecânicos à semente e ao ataque de patógenos e pragas.

As embalagens podem ser classificadas, quanto ao seu grau de permeabilidade, em três categorias: permeável, semipermeável, impermeável, motivo pela qual a longevidade da semente armazenada pode variar, quando se empregam diferentes embalagens, em razão da troca de umidade (HARRINGTON, 1959; TOLEDO; MARCOS FILHO, 1977).

Oliveira et al. (2011), estudando o efeito de diferentes embalagens reutilizáveis e ambientes, durante o período de armazenamento, na qualidade fisiológica de sementes de milho, concluíram que sementes acondicionadas em garrafa PET mantêm a porcentagem de germinação e o vigor e que a câmara fria é considerada o melhor ambiente para as sementes serem armazenadas em embalagens Tetra Pak e sacos de algodão.

Resultados semelhantes foram encontrados por Antonello et al. (2009), avaliando o armazenamento de sementes de variedades de milho em sacos de tecido (algodão) e em embalagens plásticas; observaram que o armazenamento em embalagens plásticas possibilita

a manutenção da qualidade fisiológica, física e sanitária das sementes, com uma menor incidência de insetos e de fungos.

Worang, Dharmaputra e Miftahudin (2008), trabalhando com pinhão manso, relataram que, durante o armazenamento em ambiente com temperatura não controlada e com uso de embalagem plástica, sementes de pinhão manso apresentam decréscimo no conteúdo de lipídeos, na viabilidade e no vigor e acréscimo no conteúdo de ácidos graxos livres e na atividade da enzima lípase, visto que o período máximo de armazenamento deve ser um mês.

Borba Filho e Perez (2009), avaliando três condições ambientais: em laboratório, sem controle de condições ambientais (21 a 31°C; 40 a 78% de umidade relativa), em geladeira (4 a 6°C; 38 a 43% de umidade relativa) e em câmara refrigerada (14 a 20°C; 74 a 82% de umidade relativa), três embalagens: saco de polietileno de baixa densidade, saco de papel Kraft natural e lata de folha-de-flandres com tampa e cinco períodos de armazenamento, observaram que a melhor condição, para conservação de sementes de *Tabebuia roseo-alba* e *Tabebuia impetiginosa*, foi obtida com o acondicionamento em lata e manutenção em geladeira e que sementes de *T. impetiginosa*, também, podem ser conservadas em saco de polietileno, saco de papel ou lata quando estocadas em câmara refrigerada.

2.3 Deterioração de sementes durante o armazenamento

As sementes, após atingir a máxima qualidade, estão sujeitas a perdas, principalmente, por deterioração a qual está ligada ao vigor, isto é, o máximo de vigor de uma semente ocorre, quando a deterioração é mínima, pois toda e qualquer mudança degenerativa é irreversível na qualidade de sementes (DELOUCHE, 1968) e sua consequência final e mais drástica é a perda da viabilidade (MARCOS FILHO, 2015).

O vigor de sementes são propriedades que determinam o potencial para uma rápida e uniforme emergência e o desenvolvimento de plântulas normais sob uma ampla faixa de condições ambientais (ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS - AOSA, 1983).

A deterioração das sementes é um processo que se inicia, a partir da maturidade fisiológica, em ritmo progressivo, reduzindo a qualidade e culminando com a morte da semente (MARCOS FILHO, 2015).

Os sintomas mais evidentes, decorrentes da deterioração das sementes, são a redução na germinação e no desenvolvimento inicial das plântulas e a desestruturação do sistema de membranas como consequência do ataque aos seus constituintes químicos pelos radicais livres (JOSÉ et al., 2010).

Altas temperaturas e umidade relativa do ar impulsionam o processo de degradação, principalmente, durante o armazenamento. Essa condição pode ser minimizada, quando as sementes são armazenadas adequadamente (SANTOS; MENEZES; VILLELA, 2004), em baixa temperatura e umidade relativa.

Borges et al. (2015), observaram, durante o armazenamento de sementes de braúna, que o vigor decresce com o aumento da umidade relativa no ambiente de armazenamento; há redução das atividades das enzimas antioxidantes, na perda de qualidade das sementes e a perda de semipermeabilidade das membranas celulares relaciona-se com o decréscimo na qualidade das sementes.

A conservação das sementes com teores de água mais reduzidos (5% e 10%), associada ao armazenamento em câmara fria e geladeira, proporciona as melhores condições para o crescimento e o acúmulo de biomassa das plântulas (BENTO et al., 2014).

Smaniotto et al. (2014), avaliando a qualidade fisiológica de sementes de soja, ao longo do armazenamento, durante 180 dias em diferentes teores de água e em duas condições de temperatura, concluíram que o teor de água inicial influencia na qualidade das sementes de soja, durante o armazenamento, pois as sementes armazenadas com teor de água inicial mais elevado, 14% (b.u.), apresentam maior perda de qualidade no decorrer do armazenamento.

Zonta et al. (2014), aferindo a qualidade fisiológica de sementes de pinhão manso armazenadas em diferentes embalagens e ambientes, observaram que há redução na qualidade fisiológica das sementes de pinhão manso, durante o armazenamento, independentemente das condições de ambiente e embalagem e que o vigor das sementes, mantidas em ambiente de laboratório, independentemente da embalagem, foi inferior àquelas mantidas em sala refrigerada ou câmara fria, a partir dos 270 dias.

Uma das principais alterações relacionadas ao processo de deterioração são degradação e inativação de enzimas, pois, uma vez que se deu início à deterioração, as enzimas tornam-se menos eficientes para exercer sua atividade catalítica (COPELAND; MCDONALD, 2001). Avaliações mais sensíveis e eficientes, para detectar o início desse processo, são aquelas relacionadas às variações nos perfis de proteínas e de enzimas específicas, principalmente, aquelas relacionadas à respiração, ao processo de peroxidação de lipídios e à remoção de radicais livres (CHAUHAN; GOPINATHAN; BABU, 1985).

As principais enzimas responsáveis pelo processo de remoção de radicais livres, protegendo as sementes de seus efeitos deletérios, são a catalase (CAT) e a superóxido dismutase (SOD).

As superóxidos dismutase são um grupo de enzimas encontrado no citoplasma celular e matriz mitocondrial. Catalisam a reação de dismutação de radicais superóxidos livres (O_2^-) produzidos em diferentes locais na célula, para oxigênio molecular (O_2) e peróxido de hidrogênio (H_2O_2). O peróxido de hidrogênio gerado é decomposto, sobretudo, pela catalase, cujas subunidades são formadas no citoplasma, sendo a síntese completada no peroxissomo. Em outros compartimentos subcelulares, o peróxido de hidrogênio é removido pelas peroxidases (MCDONALD, 1999).

O processo de deterioração das sementes compromete a atividade respiratória, reduzindo a produção de energia e, conseqüentemente, a atividade da enzima malato desidrogenase (MDH), a qual é responsável pela transformação da malato em oxaloacetado, produzindo um NADH, pelo movimento do malato por intermédio da membrana mitocondrial e pela fixação de CO_2 das plantas (TAIZ; ZEIGER, 2009).

A enzima álcool desidrogenase (ADH) protege as sementes contra o processo de deterioração, pois promove a redução do acetaldeído, que acelera a degradação das sementes, a etanol (BUCHANAN; GRUISSEN; JONES, 2005).

Sementes que apresentam alta qualidade fisiológica, também, apresentam maior atividade da enzima α -amilase (ROSA, 2000). Esta enzima tem como papel fornecer substratos para utilização da plântula até que ela se torne fotossinteticamente autossuficiente (TAIZ; ZEIGER, 2009).

REFERÊNCIAS

- ANTONELLO, L. M. et al. Qualidade de sementes de milho armazenadas em diferentes embalagens. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 7, p. 2191-2194, 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SEMENTES E MUDAS. **Anuário 2016**. Brasília, DF, 2017.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. Seed Vigor Testing Committee. **Seed vigor testing handbook**. East Lansing, 1983. 88 p. (Contribution, 32).
- BAUDET, L. Armazenamento de sementes. In: PESKE, S. T.; ROSENTHAL, M. D.; ROTA, G. M. (Ed.). **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas: Ed. UFPel, 2003. p. 369-418.
- BENTO, L. F. et al. Crescimento e acúmulo de biomassa de *Alibertia edulis* em função da secagem e do armazenamento de sementes. **Cadernos de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 9, n. 4, nov. 2014. Disponível em: <<http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/16435/0>>. Acesso em: 10 out. 2017.
- BORBA FILHO, A. B.; PEREZ, S. D. A. Armazenamento de sementes de ipê-branco e ipê-roxo em diferentes embalagens e ambientes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 31, n. 1, p. 259-269, 2009.
- BORGES, E. E. D. L. et al. Physiological and enzyme activity changes in stored seeds of *Melanoxylon brauna* Schott. **Cerne**, Lavras, v. 21, n. 1, p. 75-81, 2015.
- BUCHANAN, B. B.; GRUISSSEN, W.; JONES, R. L. **Biochemistry and molecular biology of plants**. Rockville: American Society of Plant Physiologists, 2005. 1367 p.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Campinas: FUNEP, 2000. 588 p.
- CHAUHAN, K. P. S.; GOPINATHAN, M. C.; BABU, C. R. Electrophoretic variations of proteins and enzymes in relation to seed quality. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 13, p. 629-641, 1985.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: safra 2017/2018, segundo levantamento**. Brasília, DF, 2017.
- COPELAND, L. O.; MCDONALD, M. B. **Principles of seed science and technology**. 4th ed. New York: Chapman & Hall, 2001. 467 p.
- DELOUCHE, J. C. Physiology of seed storage. In: CORN AND SORGHUM RESEARCH CONFERENCE AMERICAN TRADE ASSOCIATION, 23., 1968, Mississippi. **Proceedings...** Mississippi, 1968. p. 83-90.
- GALVÃO, J. C. C. et al. Sete décadas de evolução do sistema produtivo da cultura do milho. **Ceres**, Viçosa, MG, v. 61, n. 7, p. 819-282, 2015.

HARRINGTON, J. F. **Short course for seedsmen**. Mississippi: Seed Technology Laboratory, Mississippi State, 1959. 2 v.

JOSÉ, S. C. B. R. et al. Storage of sunflower seeds in sub-zero temperatures: physiological and biochemical aspects. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 32, n. 4, p. 29-38, 2010.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. **Fisiologia da produção de milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2006. 10 p. (Circular Técnica).

MAGALHÃES, P. C. et al. **Fisiologia do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2002. 23 p. (Circular Técnica).

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed. Londrina: ABRATES, 2015. 660 p.

MCDONALD, M. B. Seed deterioration: physiology, repair and assessment. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 22, n. 3, p. 531-539, 1999.

OLIVEIRA, A. C. S. D. et al. Armazenamento de sementes de milho em embalagens reutilizáveis, sob dois ambientes. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 10, n. 1, p. 17-28, 2011.

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

ROSA, S. D. V. F. da. **Indução de tolerância à alta temperatura de secagem em sementes de milho por meio de pré-condicionamento a baixa temperatura**. 2000. 121 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

SANTOS, C. M. R.; MENEZES, N. L.; VILLELA, F. A. Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de feijão envelhecidas artificialmente. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 26, n. 1, p. 110-119, 2004.

SMANIOTTO, T. A. de S. et al. Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, p. 446-453, 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TOLEDO, F. F.; MARCOS FILHO, J. Embalagens das sementes. In: _____. **Manual das sementes, tecnologia da produção**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1977. cap. 14, p. 187-193.

TONIN, G. A.; PEREZ, S. C. J. G. A. Qualidade fisiológica de sementes de *Ocotea porosa* (Nees et Martius ex. Nees) após diferentes condições de armazenamento e semeadura. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 28, n. 2, p. 26-33, 2006.

WORANG, R. L.; DHARMAPUTRA, O. S.; MIFTAHUDIN, R. S. The quality of physic nut (*Jatropha curcas* L.) seeds packed in plastic material during storage. **Biotropia**, Bogor, v. 15, n. 1, p. 25-36, 2008.

ZONTA, J. B. et al. Armazenamento de sementes de pinhão manso em diferentes embalagens e ambientes. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 5, p. 599-608, out. 2014.

SEGUNDA PARTE - ARTIGOS

**ARTIGO 1 - QUALIDADE FISIOLÓGICA E EXPRESSÃO ENZIMÁTICA EM
SEMENTES DE MILHO ARMAZENADAS EM DIFERENTES EMBALAGENS E
CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO**

**Artigo redigido conforme a NBR 6022 (ABNT, 2003) e formatado de acordo com o
Manual da UFLA de apresentação de teses e dissertações.**

RESUMO

As condições de armazenamento e a embalagem influenciam diretamente no processo de deterioração de sementes. Objetivou-se avaliar os efeitos de diferentes embalagens e condições de armazenamento sobre a qualidade e atividade isoenzimática de sementes de milho armazenadas durante 60 dias. O experimento foi realizado no Laboratório Central de Análise de Sementes da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Foram utilizados os híbridos BM820 e SHS 5050. Os tratamentos constituíram de três embalagens: multifoliada, polipropileno trançado revestido com papel e duas camadas de plástico; cinco condições de armazenamento: ambiente, com temperaturas variando entre 13° e 27°C, estufa, com temperaturas variando entre 12 e 37°C, com temperaturas, câmara fria e seca, com temperatura média de 10°C, câmara a 25°C e a 30°C; e duas épocas de armazenamento: 30 e 60 dias; mais uma testemunha adicional sem armazenamento. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x5x2+1. Analisaram-se a germinação, o envelhecimento acelerado, o teste de frio com solo e a expressão das enzimas malato desidrogenase, álcool desidrogenase, catalase, superóxido dismutase e α -amilase. Procedeu-se à análise de variância e ao teste de média de Scott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando-se o software Sisvar. A comparação das médias com a testemunha foi realizada pelo teste de Dunnett, também, a 5% de probabilidade. Concluiu-se que houve comportamento diferenciado dos híbridos quanto à qualidade das sementes em relação ao fator embalagem. Em condições adversas de armazenamento, a embalagem de polipropileno trançado revestido com uma folha de papel não foi adequada para a manutenção da qualidade fisiológica. Em condições adequadas de armazenamento, a qualidade fisiológica foi mantida por 60 dias, independentemente da embalagem. Houve uma elevada expressão da enzima malato desidrogenase, quando se utilizou a embalagem de polipropileno trançado revestido com uma folha de papel. A câmara fria favoreceu a manutenção da atividade da enzima álcool desidrogenase e de enzimas do sistema antioxidante.

Palavras-chave: *Zea mays*. Vigor. Híbridos.

ABSTRACT

Storage conditions and packaging directly influence the seed deterioration process. The objective of this study was to evaluate the effects of different packaging and storage conditions on the quality and isoenzymatic activity of corn seeds stored during 60 days. The experiment was carried out at the Central Laboratory of Seed Analysis of the Federal University of Lavras (UFLA). The hybrids BM820 and SHS 5050 were used. The treatments consisted of three packages: multi-polypropylene, paper-coated braided polypropylene and two layers of plastic; five storage conditions: ambient, with temperatures varying between 13° and 27°C, greenhouse, with temperatures varying between 12 and 37°C, with temperatures, cold and dry chamber, with average temperature of 10°C, chamber at 25°C and at 30°C; and two storage times: 30 and 60 days; plus one additional witness without storage. The experimental design was completely randomized, in a 3x5x2 + 1 factorial scheme. Germination, accelerated aging, soil cold test and the expression of the enzymes malate dehydrogenase, alcohol dehydrogenase, catalase, superoxide dismutase and α -amylase were analyzed. The analysis of variance and the Scott-Knott mean test at 5% probability were performed using the Sisvar software. The comparison of the averages with the control was performed by the Dunnett test, also, at 5% probability. It was concluded that there was a different behavior of the hybrids regarding seed quality in relation to the packaging factor. Under adverse storage conditions the polypropylene packaging coated with a sheet of paper was not suitable for the maintenance of the physiological quality. Under adequate storage conditions, the physiological quality was maintained for 60 days, regardless of the packaging. There was a high expression of the enzyme malate dehydrogenase, when using the polypropylene package coated with a sheet of paper. The cold chamber favored the maintenance of the activity of the enzyme alcohol dehydrogenase and enzymes of the antioxidant system.

Keywords: *Zea mays*. Vigor. Hybrids

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) pertence à família das Poacea e é um dos cereais mais cultivados no mundo (MARCOS FILHO, 2005). O Brasil ocupa o terceiro lugar na produção mundial de milho, atrás dos Estados Unidos, que detém 40% da produção mundial, seguidos pela China. A estimativa, para safra 2017/2018, é que a área cultivada seja de 17,18 milhões de hectares, com uma produção de 92,34 milhões de toneladas (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2017). Um dos fatores que contribuem para isto é o uso de sementes com alta tecnologia e qualidade.

A utilização de sementes com elevado potencial fisiológico é fundamental na obtenção de excelentes resultados em culturas de expressão econômica. Com campos de produção conduzidos adequadamente, realização da colheita, no momento correto, e também, condições de armazenamento ideais, alta qualidade das sementes são mantidas. Para a manutenção do alto vigor, o ideal é que se evite que as sementes fiquem expostas a condições ambientais desfavoráveis como temperatura e umidade relativa elevada as quais favorecem o desenvolvimento de pragas e microrganismos (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

O armazenamento é uma das etapas mais importantes da cadeia produtiva de sementes. Sua relevância é observada na preservação da qualidade das sementes armazenadas do beneficiamento até a época de semeadura. Os fatores que mais influenciam, no processo de preservação das sementes, são: a qualidade inicial do lote; a espécie, que compreende sua composição química; e as características do ambiente de armazenamento.

Além do ambiente do armazenamento, a preservação da qualidade das sementes está associada à embalagem utilizada, pela facilidade ou não que as trocas gasosas ocorrem entre as sementes e a atmosfera do ambiente em que estão armazenadas (MARCOS FILHO, 2015). A temperatura e a umidade relativa têm relevante papel na manutenção da viabilidade e vigor das sementes (KONG et al., 2008; MALAKER et al., 2008).

Durante o processo de envelhecimento das sementes, há a produção de radicais livres, que são responsáveis pela sua deterioração. Algumas enzimas são responsáveis pelo processo de remoção dos radicais livres, assim, protegem as sementes de seus efeitos deletérios, são a catalase (CAT) e a superóxido dismutase (SOD). As superóxidos catalisam a reação de dismutação de radicais superóxidos livres (O_2^-), produzidos em diferentes locais na célula, para oxigênio molecular (O_2) e peróxido de hidrogênio (H_2O_2). O peróxido de hidrogênio gerado é decomposto, principalmente, pela catalase (MCDONALD, 1999).

O processo de deterioração das sementes compromete a atividade respiratória, reduzindo a produção de energia e, conseqüentemente, a atividade da enzima malato desidrogenase (MDH), a qual é responsável pela transformação da malato em oxaloacetado, produzindo um NADH, pelo movimento do malato por meio da membrana mitocondrial e pela fixação de CO₂ das plantas (TAIZ; ZEIGER, 2009).

A enzima álcool desidrogenase (ADH) protege as sementes contra o processo de deterioração, pois promove a redução do acetaldeído, que acelera a degradação das sementes, a etanol (BUCHANAN; GRUISSEN; JONES, 2005).

Visto isso, pode-se afirmar que o processo de deterioração é importante e fazem-se necessários novos estudos para ver o comportamento das sementes em diferentes ambientes e embalagens. Assim, objetivou-se avaliar os efeitos de diferentes embalagens e condições de armazenamento sobre a qualidade e atividade isoenzimática de sementes de milho.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O armazenamento das sementes e as análises fisiológicas e bioquímicas das sementes foram realizados no Laboratório Central de Análise de Sementes, no departamento de Agricultura, da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG.

Foram utilizados os híbridos SHS5050 e BM820, classificados, respectivamente, como semiduro e duro. As sementes recém-colhidas de cada híbrido foram homogeneizadas separadamente e divididas em trinta e uma porções; uma porção foi separada como testemunha padrão, dez porções foram armazenadas em embalagem de papel multifoliado (MTF), outras dez em embalagem de polipropileno trançado revestido com papel (PRP) e o restante em embalagens de polietileno duplo (PLT). Dessas 30 embalagens, seis foram armazenadas em câmara fria e seca (10°C e 50% UR); seis em câmara de 25°C, com umidade variando entre 58 e 75% UR; seis em câmara de 30°C, com umidade variando entre 58 e 75% UR; seis em casa de vegetação, com umidade variando entre 70 e 91% UR e temperatura entre 12 e 37°C; e o restante em usina de beneficiamento de sementes (UBS), com umidade variando entre 48 e 92% UR e temperatura entre 13 e 27°C.

As embalagens de papel multifoliado constituíram-se de 3 camadas de folhas de papel costuradas. As embalagens de plástico revestido com papel constituíram-se de uma camada interior de polipropileno trançado e uma camada de folha papel na parte externa. Já as embalagens de plástico foram compostas de 2 camadas de plástico de polietileno. Cada embalagem tinha um tamanho de 16x16 centímetros e continha, aproximadamente, 600g de sementes de milho.

A cada 30 dias de armazenamento (30 e 60 dias), as sementes foram retiradas das embalagens e, depois de homogeneizadas, foi retirada uma amostra para a realização das análises. As sementes foram avaliadas quanto à qualidade fisiológica, em cada período de armazenamento, e parte delas foi armazenada a -86°C para posteriores análises isoenzimáticas, realizadas ao final do armazenamento.

Após cada armazenamento, duas amostras de 4,5g sementes foram retiradas de cada embalagem e avaliou-se o teor de água das sementes pelo método gravimétrico em estufa a 105°C por 24 horas (BRASIL, 2009).

2.1 Delineamento estatístico

Para o experimento, foi utilizado o delineamento experimental inteiramente ao acaso, em esquema fatorial (3x5x2) +1, que corresponde às três embalagens utilizadas, aos cinco métodos de armazenamento, às duas épocas de avaliação, mais a testemunha sem armazenamento. Os híbridos foram analisados separadamente.

2.2 Determinação da qualidade de sementes

2.2.1 Teste de germinação

O teste de germinação foi conduzido, com quatro repetições de 50 sementes, com a semeadura entre papel toalha Germitest umedecido com água destilada na proporção de 2,5 ml.g⁻¹ de papel. As sementes permaneceram no germinador regulado para 25°C e as avaliações das plântulas normais foram efetuadas em duas contagens, sendo a primeira no quarto dia e a última no sétimo dia, após a semeadura, segundo recomendações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem média de plântulas normais das quatro repetições.

2.2.2 Envelhecimento acelerado

O método utilizado foi o de minicâmaras "gerbox" em que as sementes foram distribuídas sobre uma tela suspensa no interior da caixa contendo 40 mL de água. As sementes permaneceram incubadas, durante 96 horas, numa temperatura de 42°C (MARCOS FILHO, 1999). Em seguida, foi realizado o teste de germinação com quatro subamostras de 50 sementes (BRASIL, 2009). A avaliação foi feita sete dias após a semeadura. Os resultados foram expressos como porcentagem média de plântulas normais por tratamento.

2.2.3 Teste de frio com solo

A semeadura foi efetuada, em substrato solo + areia, à proporção 2:1, acondicionada em bandejas de plástico umedecido a 60% da capacidade de retenção. Após a semeadura, as bandejas foram colocadas em câmara fria e seca (10°C e 50%), por sete dias e, posteriormente, levadas para a câmara de crescimento vegetal a 25°C, com fotoperíodo de 12 horas, por sete dias. Ao final, foi realizada a contagem do número de plântulas normais

emergidas. Os resultados foram expressos como percentagem média de plântulas normais por tratamento.

2.3 Procedimento estatístico

As análises estatísticas foram realizadas, por meio do Sisvar (Sistema de Análise de Variâncias) para Windows (FERREIRA, 2011) e a comparação das médias foi feita pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade. Para a comparação das médias da interação entre cada fator com a média das testemunhas, realizou-se o teste de *Dunnnett*, também, a 5% de probabilidade.

2.4 Expressão de enzimas

2.4.1 Análise das enzimas CAT, SOD, ADH, MDH por meio da técnica de eletroforese

Para análise eletroforética das enzimas álcool desidrogenase (ADH), malato desidrogenase (MDH), catalase (CAT), superóxido dismutase (SOD), as sementes foram trituradas na presença de PVP e nitrogênio líquido em cadinho de porcelana sobre gelo e, posteriormente, as amostras foram armazenadas à temperatura de -86°C .

Para a extração das enzimas, foi utilizado o tampão Tris HCL 0,2M pH 8,0 + (0,1% de mercaptoetanol), na proporção de 250 μL por 100mg de sementes. O material foi homogeneizado em vortex e mantido overnight, em geladeira, seguido de centrifugação a 14.000 rpm por 30 minutos, a 4°C .

A corrida eletroforética foi realizada em sistema de géis de poliacrilamida a 7,5% (gel separador) e 4,5% (gel concentrador). O sistema gel/eletrodo utilizado foi o Tris-glicina pH 8,9. Foram aplicados 60 μL do sobrenadante das amostras no gel e a corrida eletroforética foi efetuada a 120 V por 5 horas. Terminada a corrida, os géis foram revelados, conforme Alfenas (2006), com modificações.

2.4.2 Análise da expressão da alfa amilase por meio da técnica de eletroforese

As sementes foram semeadas como descrito no teste de germinação; após 70 horas, as plântulas foram retiradas (ROOD; LARSEN, 1988), liofilizadas, trituradas a frio em moinho refrigerado e armazenadas em freezer a -81°C , até o momento das análises. A extração da enzima ocorreu pela adição de 200 μL de tampão de extração Tris-HCl, 0,2Mol.L-1, pH 8,0,

com 0,1g do pó obtido. O homogeneizado foi mantido por 12 horas em geladeira a 5°C e, após este período, as amostras foram centrifugadas a 16.000xg a 4°C, por 60 minutos. Volumes de 40µL do extrato proteico foram aplicados aos géis de policrilamida e não géis de policrilamida a 7,5% (gel separador-contendo amido) e 4,5% (gel concentrador). O sistema tampão gel/eletrodo utilizado foi o Tris-Glicina pH 8,9 e as corridas eletroforéticas foram efetuadas a 12mA, no gel concentrador e 24mA, no gel separador; os géis foram revelados, para o sistema α -amilase, em solução tampão de acetato de sódio 50mMol.L-1, pH 5,6 e solução de iodo 10mMol.L-1, contendo iodeto de potássio, 14mMol.L-1, segundo Alfenas (2006).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de água do milho híbrido SHS 5050 se mantiveram em torno de 11 % tanto para a testemunha, sem armazenamento, quanto para todos os tratamentos armazenados por 30 dias. Verificou-se que houve um acréscimo de, aproximadamente, 1% no grau de umidade em todos os tratamentos armazenados por 60 dias (TABELA 1).

Tabela 1 - Teor de água (%) para o milho híbrido SHS5050 armazenado por 30 e 60 dias em diferentes embalagens (multifoliado, polipropileno trançado revestido com papel, polietileno duplo) e em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.

Condições de Armazenamento	30			60		
	MTF	PLP	PLT	MTF	PLP	PLT
Câmara Fria	11,33	11,25	11,36	12,43	12,46	12,66
Câmara 25°C	11,42	11,23	11,29	12,58	12,62	12,52
Câmara 30°C	11,45	11,38	11,35	12,69	12,80	12,56
C. Vegetação	11,45	11,03	11,52	12,90	12,20	13,03
UBS	12,00	11,03	11,48	13,18	12,05	12,84
Testemunha	10,88					

Fonte: Da autora (2017).

O híbrido BM 820, também, apresentou teores de água próximo de 11%, para as sementes antes e após 30 dias de armazenamento. Já para as sementes armazenadas por 60 dias, os teores de água apresentaram valores próximos a 12,5%, chegando a 13% para sementes armazenadas na embalagem polietileno, na câmara fria e na de papel, quando armazenadas na UBS. O aumento do teor de água das sementes observado é resultado do equilíbrio higroscópico das sementes com as condições do ambiente de armazenamento (TABELA 2).

Tabela 2 - Teor de água (%) para o milho híbrido BM 820 armazenado por 30 e 60 dias em diferentes embalagens (multifoliado, polipropileno trançado revestido com papel, polietileno duplo) e em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.

Condições de Armazenamento	30			60		
	MTF	PLP	PLT	MTF	PLP	PLT
Câmara Fria	11,12	11,13	11,54	12,34	12,42	13,02
Câmara 25°C	11,21	11,32	11,21	12,89	12,78	12,63
Câmara 30°C	11,02	11,30	11,13	12,65	12,91	12,63
C. Vegetação	11,32	11,12	11,23	12,99	12,38	12,86
UBS	11,62	11,09	11,32	13,06	12,20	12,88
Testemunha	10,67					

Fonte: Da autora (2017).

Por meio da análise de variância dos resultados dos testes fisiológicos, verificou-se que houve efeito significativo da interação embalagens*condições de armazenamento*tempo de armazenamento, para todas as variáveis respostas, em ambos os híbridos, exceto para a variável germinação, que não foi afetada por nenhum dos fatores, tampouco pelas interações.

Em ambos os híbridos, para a variável resposta germinação, não houve efeito significativo dos fatores condições de armazenamento, tempo de armazenamento e embalagens, tampouco das interações, e a média geral, para o híbrido SHS5050, foi de 100%, já para o híbrido BM820, a porcentagem média geral foi de 99. As médias de porcentagem de plântulas germinadas não diferiram estatisticamente da testemunha, comportamento observado em ambos os híbridos.

Esse comportamento comprova que 60 dias de armazenamento é muito pouco tempo, para afetar a germinação das sementes, independente das embalagens e das condições de armazenamento. Comportamento também observado por Antonello et al. (2009), no armazenamento de sementes de milho em embalagens plásticas, onde os valores de germinação foram altos até o segundo mês de armazenamento.

É importante salientar que os resultados obtidos são bem superiores ao padrão estabelecido pela IN45/2013 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, com germinação acima de 85%. Sendo que, a perda da capacidade de germinação é o último atributo da qualidade fisiológica da semente que é perdido, pois a perda de viabilidade é consequência ou efeito final da deterioração (DELOUCHE, 2002).

Para o híbrido SHS5050, a variável envelhecimento acelerado apresentou médias superiores aos 30 dias para a embalagem de papel na UBS, para a de polipropileno trançado

na câmara 30°C e UBS e para a de polietileno na câmara de 25°C, visto que, para os tratamentos câmara fria e casa de vegetação, as médias das embalagens não diferiram estatisticamente entre si. Aos 60 dias, para os tratamentos câmara fria de 25°C, de 30°C e UBS, as médias das embalagens não diferiram estatisticamente entre si, e as médias, na condição da casa de vegetação, para a embalagem polipropileno trançado, foi inferior às demais embalagens (TABELA 3).

Também, pode-se observar que, aos 30 dias de armazenamento, as sementes em embalagens de papel armazenadas na UBS, de polipropileno trançado na UBS, câmara de 30° e de vegetação e de polietileno, nas câmaras de 25° e 30°, apresentaram porcentagens médias de plântulas normais superiores à testemunha, assim como as sementes armazenadas na câmara fria, em todas as embalagens, na câmara de 25° e de vegetação, para as embalagens multifoliada e polietileno, na câmara de 30° para a embalagem multifoliada e, na UBS, para a embalagem de polietileno.

Tabela 3 - Porcentagem média de plântulas normais pelo teste de envelhecimento acelerado para o milho híbrido SHS5050, armazenado por 30 e 60 dias, em diferentes embalagens (multifoliado, polipropileno trançado revestido com papel, polietileno duplo) e em diferentes condições de armazenamento.

Condições de Armazenamento	30			60		
	MTF	PLP	PLT	MTF	PLP	PLT
Câmara Fria	94 Aa	96 Aa	96 Ab	98 Aa γ	100 Aa γ	98 Aa γ
Câmara 25°C	92 Ba	94 Ba	100 Aa γ	98 Aa γ	96 Aa	98 Aa γ
Câmara 30°C	92 Ba	100 Aa γ	100 Aa γ	100 Aa γ	96 Aa	96 Aa
C. Vegetação	94 Aa	98 Aa γ	96 Ab	98 Aa γ	92 Bb	100 Aa γ
UBS	98 Aa γ	100 Aa γ	94 Bb	96 Aa	96 Aa	98 Aa γ
Testemunha				94 γ		
CV				3,24%		

Fonte: Da autora (2017).

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott*, a 5% de probabilidade. γ Médias diferem da testemunha, no nível de 5% de probabilidade, pelo teste de *Dunnnett*.

Para o híbrido BM820, a variável envelhecimento acelerado apresentou médias superiores aos 30 dias para as sementes armazenadas em embalagem de papel na câmara fria e na câmara a 25°C e, para embalagem polietileno na câmara de 25°C, visto que, para os tratamentos câmara de 25°C, casa de vegetação e UBS, as médias das embalagens não diferiram estatisticamente entre si. Aos 60 dias, para os tratamentos câmara fria e em câmara a 25°C, as médias das embalagens não diferiram estatisticamente entre si, e as médias para a

embalagem polipropileno trançado foi inferior às outras embalagens, no restante das condições de armazenamento (TABELA 4).

Pode-se observar que, independente do tempo de armazenamento, das condições e das embalagens, as porcentagens médias de plântulas normais, no teste de envelhecimento acelerado, não diferiram estatisticamente da testemunha, exceto para a embalagem polipropileno trançado, armazenada por 60 dias na UBS, cuja porcentagem média de plântulas normais foi inferior à testemunha.

O envelhecimento artificial está baseado no fato de a taxa de deterioração das sementes acelerar, conforme a exposição aos níveis elevados de temperatura e umidade relativa do ar (SANTOS; MENEZES; VILLELA, 2004). Silva et al. (2014), estudando a qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de feijão-comum produzidas no norte de Minas Gerais, sugerem que há relação entre germinação e o teste de envelhecimento acelerado, isto é, sementes que mantêm seu poder germinativo, após serem submetidas às condições adversas do teste, também preservam esse poder em condições usuais de armazenamento.

Tabela 4 - Porcentagem média de plântulas normais no teste de envelhecimento acelerado para o milho híbrido BM 820, armazenado por 30 e 60 dias, em diferentes embalagens (multifoliado, polipropileno trançado revestido com papel, polietileno duplo) e em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.

Condições de Armazenamento	30			60		
	MTF	PLP	PLT	MTF	PLP	PLT
Câmara Fria	96 Aa	88 Ba γ	88 Ba	96 Aa	88 Aa	96 Aa
Câmara 25°C	94 Aa	88 Ba γ	92 Aa	94 Aa	94 Aa	96 Aa
Câmara 30°C	90 Aa	90 Aa	90 Aa	92 Aa	82 Bb γ	88 Aa
C. Vegetação	96 Aa	92 Aa	96 Aa	96 Aa	88 Ba	94 Aa
UBS	96 Aa	92 Aa	94 Aa	94 Aa	66 Bc γ	92 Aa
Testemunha				92 γ		
CV				4,32%		

Fonte: Da autora (2017).

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott*, a 5% de probabilidade. γ Médias diferem da testemunha, no nível de 5% de probabilidade, pelo teste de *Dunnnett*.

Zonta et al. (2014), avaliando a qualidade fisiológica de sementes de pinhão manso, armazenadas em diferentes embalagens e ambientes, ressaltaram que o vigor das sementes mantidas em ambiente de laboratório, independentemente da embalagem, foi inferior às aquelas

mantidas em sala refrigerada ou câmara fria, a partir dos 270 dias, para o teste de envelhecimento acelerado, essa diferença só foi observada a partir dos 360 dias.

Em relação ao teste de frio, não houve diferença significativa entre os tratamentos e a testemunha, exceto para as sementes do híbrido SHS 5050 que foram armazenadas na câmara de 30° em sacos de polipropileno trançado, em que a porcentagem média foi estatisticamente inferior (TABELA 5).

As sementes armazenadas por 30 dias, na câmara fria em sacos de polietileno, apresentaram valores inferiores às demais embalagens, mantidas na mesma câmara. Aos 60 dias, as sementes armazenadas na câmara de vegetação, em embalagens de polipropileno trançado, obtiveram resultados inferiores às demais embalagens. Além disso, sementes armazenadas em saco de polietileno, na câmara fria e de 25°, mostraram porcentagens de plântulas superiores às demais condições de armazenamento.

Tabela 5 - Porcentagem média de plântulas normais no teste de frio para o milho híbrido SHS 5050, armazenado por 30 e 60 dias, em diferentes embalagens (multifoliado, polipropileno trançado revestido com papel, polietileno duplo) e em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.

Condições de Armazenamento	30			60		
	MTF	PLP	PLT	MTF	PLP	PLT
Câmara Fria	94 Aa	94 Aa	91 Ba	95 Aa	91 Aa	96 Aa
Câmara 25°C	91 Aa	93 Aa	90 Aa	96 Aa	94 Aa	96 Aa
Câmara 30°C	90 Aa	91 Aa	93 Aa	92 Aa	86 Aa γ	91 Ab
C. Vegetação	97 Aa	97 Aa	89 Aa	96 Aa	91 Ba	88 Ab
UBS	94 Aa	92 Aa	91 Aa	93 Aa	89 Aa	90 Ab
Testemunha	96 γ					
CV	4,74%					

Fonte: Da autora (2017).

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de *Scott-Knott*, a 5% de probabilidade. γ Médias diferem da testemunha, no nível de 5% de probabilidade, pelo teste de *Dunnett*.

Para as sementes do híbrido BM 820, não houve diferença significativa entre os tratamentos e a testemunha. As sementes armazenadas por 30 dias, na câmara fria, em sacos de polietileno, apresentaram valores inferiores às demais embalagens. Já as outras condições de armazenamento e embalagens não apresentaram diferenças estatísticas entre si (TABELA 6).

Altas porcentagens de germinação, obtidas pelo teste de frio, são importantes, pois híbridos com alto desempenho sobre condições de baixas temperaturas tendem a apresentar

melhores resultados no campo por suportarem maiores adversidades no ambiente e obterem uma emergência mais homogênea em solos com baixas temperaturas (CARVALHO et al., 2015).

Tabela 6 - Porcentagem média de plântulas normais no teste de frio para o milho híbrido BM 820, armazenado por 30 e 60 dias, em diferentes embalagens (multifoliado, polipropileno trançado revestido com papel, polietileno duplo) e em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.

Condições de Armazenamento	30			60		
	MTF	PLP	PLT	MTF	PLP	PLT
Câmara Fria	96 Aa	95 Aa	89 Ba	95 Aa	91 Aa	89 Aa
Câmara 25°C	91 Aa	89 Aa	93 Aa	89 Aa	94 Aa	91 Aa
Câmara 30°C	94 Aa	89 Aa	87 Aa	92 Aa	90 Aa	89 Aa
C. Vegetação	91 Aa	92 Aa	89 Aa	92 Aa	89 Aa	89 Aa
UBS	93 Aa	89 Aa	90 Aa	92 Aa	89 Aa	92 Aa
Testemunha	94 \times					
CV	5,35%					

Fonte: Da autora (2017).

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de *Scott-Knott*, a 5% de probabilidade. \times Médias diferem da testemunha, no nível de 5% de probabilidade, pelo teste de *Dunnnett*.

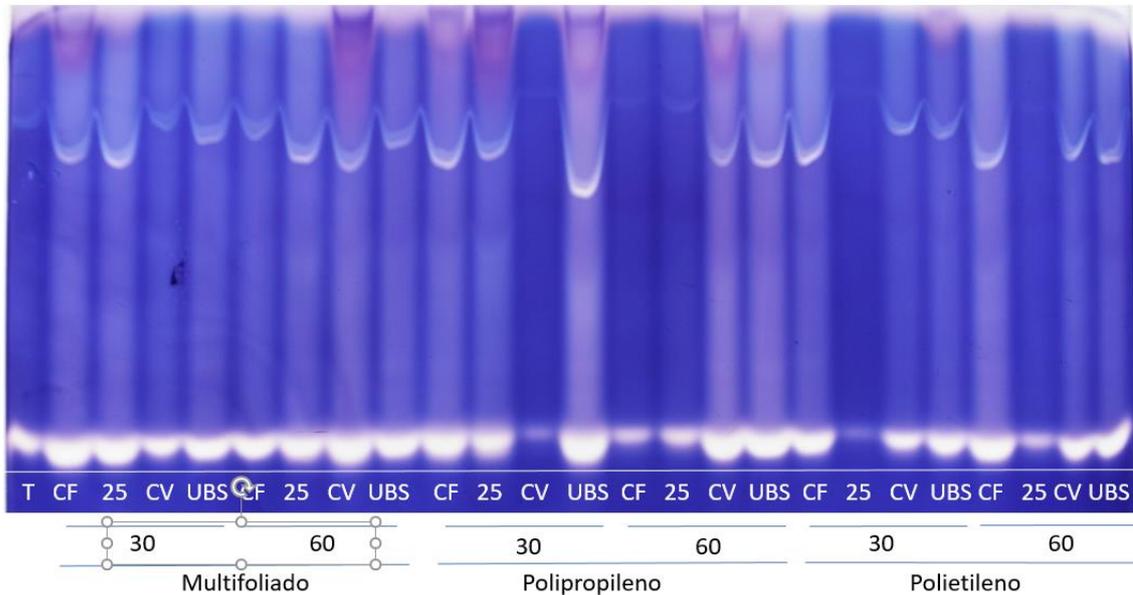
Como na avaliação fisiológica as sementes armazenadas na câmara de 30° apresentaram comportamento semelhante às aquelas armazenadas na câmara de 25°, análise eletroforética não foi feita, principalmente, para facilitar a produção dos presentes géis.

Para o milho híbrido SHS 5050, observou-se uma menor atividade da enzima α -amilase nas sementes armazenadas nas embalagens de polipropileno trançado, nas condições de casa de vegetação aos 30 dias, câmara fria e câmara de 25° aos 60 dias. As sementes armazenadas na câmara de 25°, em saco de polietileno, também, apresentaram baixa atividade dessa enzima (FIGURA 1).

No milho híbrido BM 820, a α -amilase apresentou comportamento diferente, pois uma menor expressão dessa enzima foi apenas observada, nas sementes armazenadas por 60 dias, na UBS em saco de papel multifoliado (FIGURA 2).

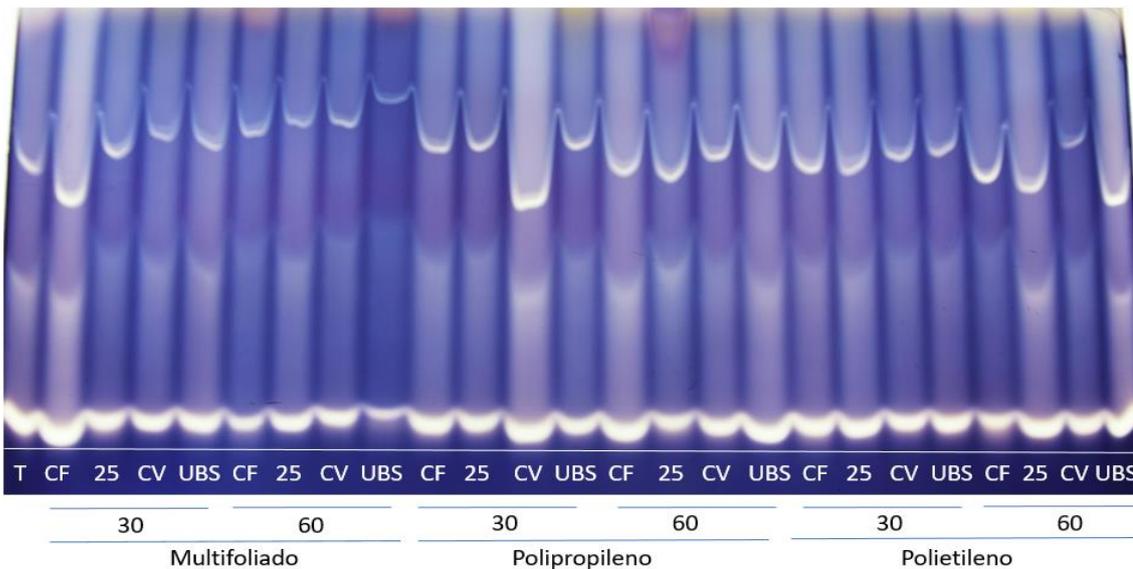
Sementes com maior atividade da enzima α -amilase têm maior facilidade na produção de carboidratos disponíveis para o embrião, resultando em maior velocidade de germinação e vigor (OLIVEIRA et al., 2013). Isso pode ser observado, no presente trabalho, em que podemos relacionar o comportamento desta enzima com os testes fisiológicos de frio e germinação.

Figura 1 - Expressão da α -amilase em sementes de milho híbrido SHS5050 sem armazenamento (T), armazenados por 30 e 60 dias nas embalagens multifoliado, polipropileno trançado revestido com papel, polietileno duplo, nas condições de câmara fria (CF), câmara de 25°C (25), casa de vegetação (CV), usina de beneficiamento de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.



Fonte: Da autora (2017).

Figura 2 - Expressão da α -amilase em sementes de milho híbrido BM820 sem armazenamento (T), armazenados por 30 e 60 dias nas embalagens multifoliado, polipropileno trançado revestido com papel, polietileno duplo, nas condições de câmara fria (CF), câmara de 25°C (25), casa de vegetação (CV), usina de beneficiamento de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.

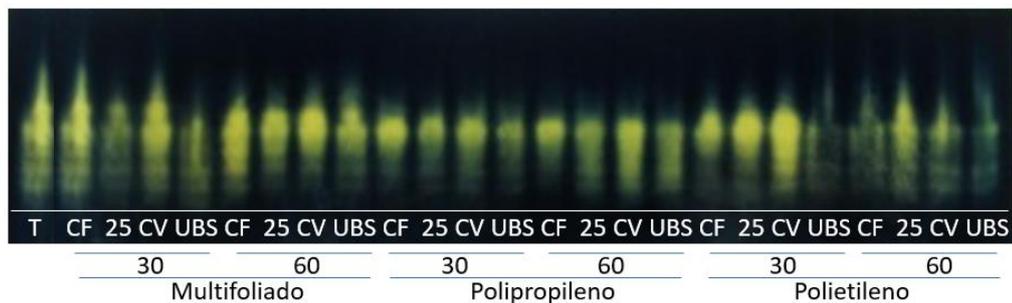


Fonte: Da autora (2017).

Os padrões eletroforéticos da catalase, para as sementes do híbrido SHS 5050, apresentados na Figura 3, mostram uma menor atividade desta enzima nos tratamentos em que a embalagem de polipropileno trançado com papel foi utilizada, visto que dentro dos tratamentos desta embalagem o padrão se manteve.

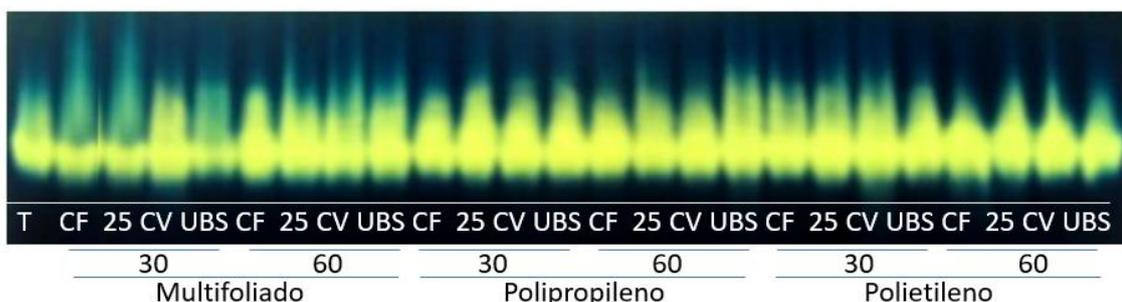
Para o híbrido BM 820, a expressão da catalase foi maior nos tratamentos realizados com embalagem de polipropileno do que na embalagem multiofoliada independentemente do tempo de armazenamento (FIGURA 4). A maior expressão dessas enzimas reflete diretamente em uma redução no vigor do material, o que foi confirmado pelo teste de envelhecimento acelerado. Sementes que se encontram, no início do processo de deterioração, resultam em plântulas com a atividade do sistema antioxidante acentuada, evidenciando que estas sementes têm maior produção de espécies reativas de oxigênio (DEUNER et al., 2011; EL-SHABRAWI et al., 2010).

Figura 3 - Expressão da catalase (CAT) em sementes de milho híbrido SHS5050 sem armazenamento (T), armazenados por 30 e 60 dias nas embalagens multiofoliado, polipropileno trançado revestido com papel, polietileno duplo, nas condições de câmara fria (CF), câmara de 25°C (25), casa de vegetação (CV), usina de beneficiamento de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.



Fonte: Da autora (2017).

Figura 4 - Expressão da catalase (CAT) em sementes de milho híbrido BM820 sem armazenamento (T), armazenados por 30 e 60 dias nas embalagens multiofoliado, polipropileno trançado revestido com papel, polietileno duplo, nas condições de câmara fria (CF), câmara de 25°C (25), casa de vegetação (CV), usina de beneficiamento de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.



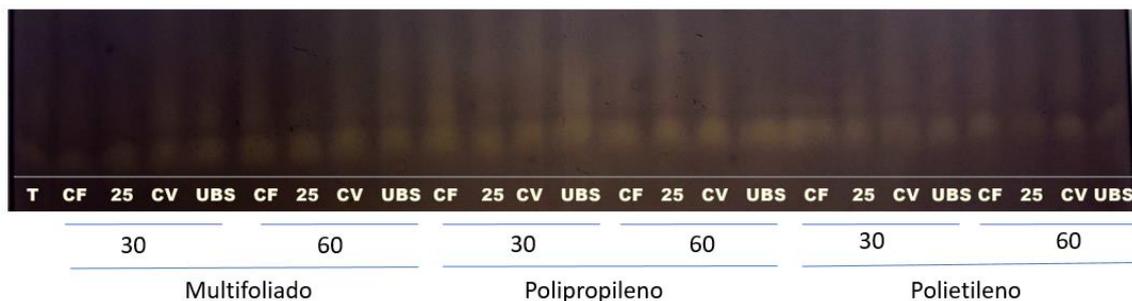
Fonte: Da autora (2017).

As enzimas superóxido dismutase que catalisam a dismutação do O_2^- em H_2O_2 e O_2 , ascorbato peroxidase e catalase que podem degradar a molécula de H_2O_2 em H_2O e O_2 são um sistema enzimático antioxidante de defesa primária capaz de eliminar as espécies reativas de oxigênio (ERO's) (GILL; TUTEJA, 2010; NAKADA et al., 2011).

Para a superóxido dismutase (SOD), as sementes do híbrido SHS 5050 que foram armazenadas na embalagem de polipropileno apresentaram maiores atividades desta enzima, na maioria das condições de armazenamento; sua atividade foi mais expressiva, aos 30 dias de armazenamento, principalmente, para as sementes armazenadas na UBS.

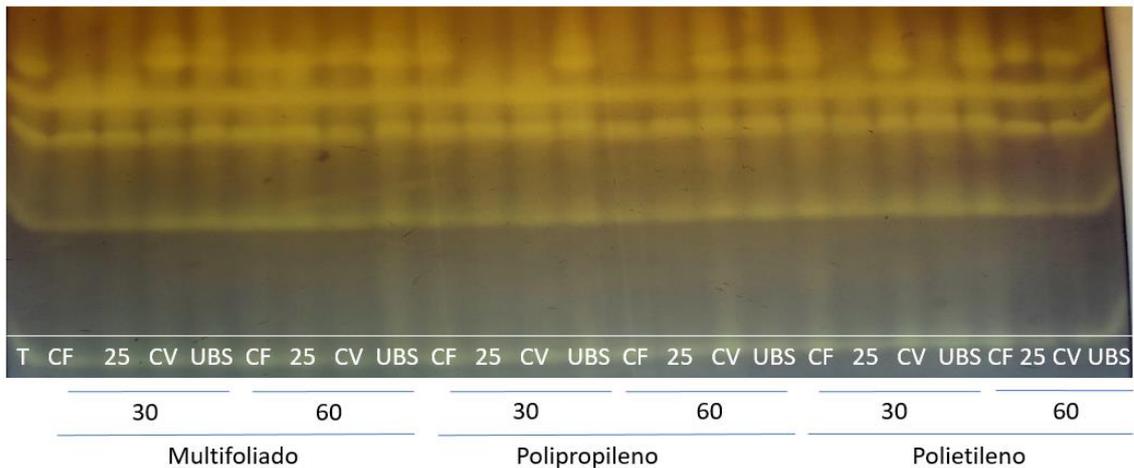
Para o milho híbrido BM 820, observa-se menor expressão da enzima superóxido dismutase, nas sementes armazenadas por 60 dias em saco de polietileno, nas condições de câmara de 25°, câmara de vegetação e UBS. Nakada et al. (2011) afirmam que as enzimas catalase e superóxido dismutase geralmente apresentam atividade análoga, corroborando com o presente trabalho, em que ambas as enzimas apresentaram comportamento semelhante.

Figura 5 - Expressão da superóxido dismutase (SOD) em sementes de milho híbrido SHS5050 sem armazenamento (T), armazenados por 30 e 60 dias nas embalagens multifoliado, polipropileno trançado revestido com papel, polietileno duplo, nas condições de câmara fria (CF), câmara de de 25°C (25), casa de vegetação (CV), usina de beneficiamento de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.



Fonte: Da autora (2017).

Figura 6 - Expressão da superóxido dismutase (SOD) em sementes de milho híbrido BM 820 sem armazenamento (T), armazenados por 30 e 60 dias nas embalagens multifoliado, polipropileno trançado revestido com papel, polietileno duplo, nas condições de câmara fria (CF), câmara de de 25°C (25), casa de vegetação (CV), usina de beneficiamento de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.



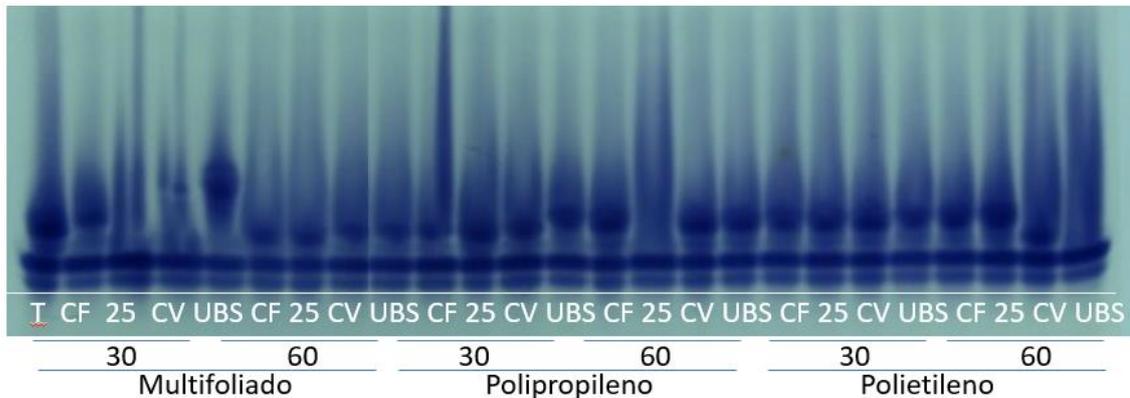
Fonte: Da autora (2017).

Os padrões eletroforéticos da enzima álcool desidrogenase (ADH) apresentados na Figura 7 e 8, mostram uma maior expressão desta enzima nos tratamentos em que a embalagem polipropileno foi utilizada, sendo que dentro dos tratamentos desta embalagem o padrão manteve-se o mesmo.

Ao longo do armazenamento, a expressão da ADH foi, em geral, maior nas sementes em câmara fria, em comparação às armazenadas no restante das condições. A atividade dessa enzima contribuiu para a manutenção da qualidade das sementes no armazenamento em câmara fria. Carvalho et al. (2014) analisando alterações isoenzimáticas em sementes de cultivares de soja, observou que ao longo do armazenamento, a expressão desta enzima foi, em geral, maior nas sementes em câmara fria, em comparação às armazenadas em condições não controladas, corroborando com os dados apresentados no presente trabalho.

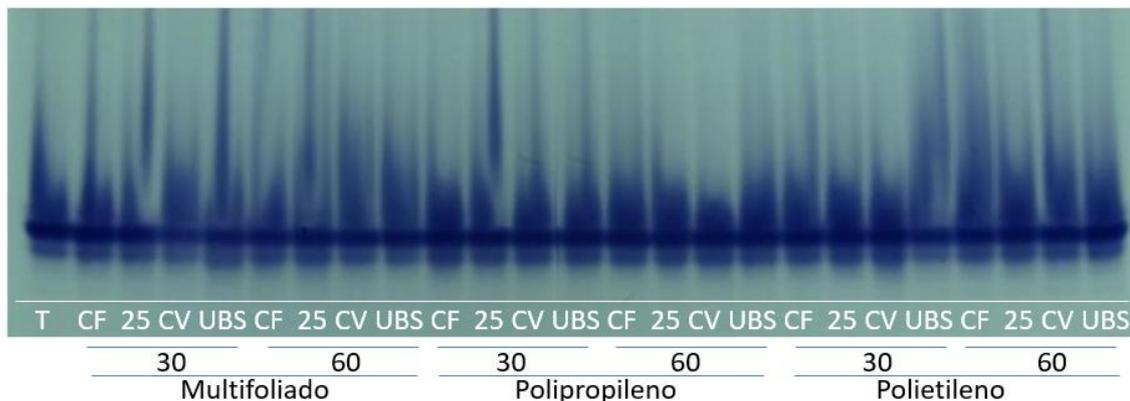
A enzima álcool desidrogenase (ADH) reduz acetaldeído para etanol no metabolismo anaeróbico. Quando a atividade dessa enzima diminui, a semente fica mais susceptível à ação deletéria do acetaldeído (VEIGA et al., 2010; ZHANG et al., 1994).

Figura 7 - Expressão da álcool desidrogenase (ADH) em sementes de milho híbrido SHS5050 sem armazenamento (T), armazenados por 30 e 60 dias em embalagens multifoliado, polipropileno trançado revestido com papel, polietileno duplo, nas condições de câmara fria (CF), câmara de 25°C (25), casa de vegetação (CV), usina de beneficiamento de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.



Fonte: Da autora (2017).

Figura 8 - Expressão da álcool desidrogenase (ADH) em sementes de milho híbrido BM820 sem armazenamento (T), armazenados por 30 e 60 dias nas embalagens multifoliado, polipropileno trançado revestido com papel, polietileno duplo, nas condições de câmara fria (CF), câmara de 25°C (25), casa de vegetação (CV), usina de beneficiamento de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.



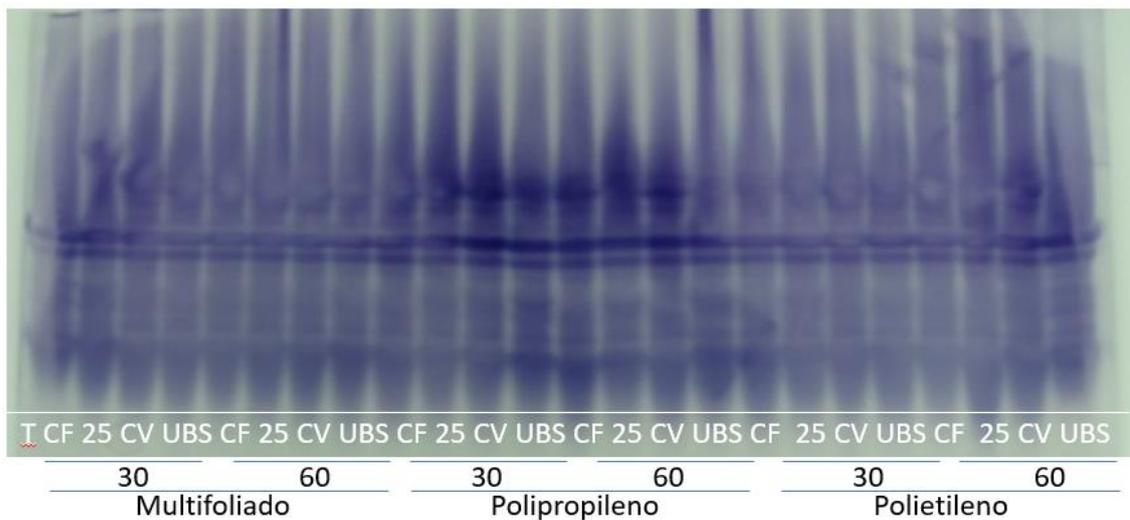
Fonte: Da autora (2017).

Em relação a expressão de malato desidrogenase (MDH), uma maior expressão desta enzima foi observada nos tratamentos em que a embalagem polipropileno foi utilizada, independente das condições e do tempo de armazenamento, sendo que dentro dos tratamentos desta embalagem, o padrão manteve-se semelhante (FIGURA 9 e 10).

A enzima malato desidrogenase catalisa a conversão de malato a oxaloacetato, com importante função de produção de NADH no ciclo de Krebs durante o processo de respiração, além de participar do movimento de malato através da membrana mitocondrial e outros compartimentos celulares (SPINOLA; CÍCERO; MELO, 2000).

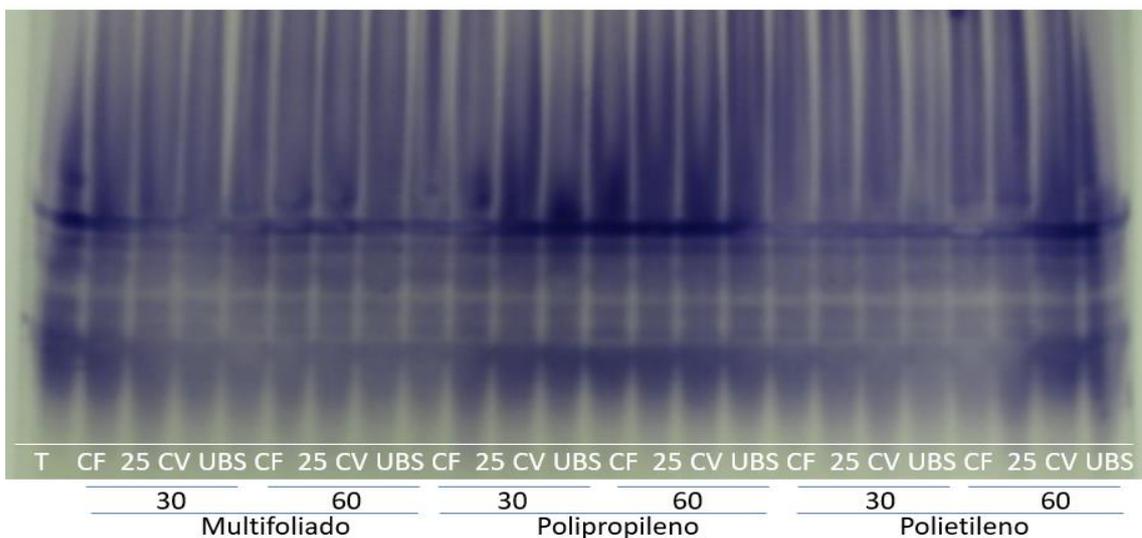
Uma menor expressão da MDH, pode ser explicado pela redução da atividade respiratória, a degradação e a inativação de enzimas responsáveis pela respiração, que são as principais alterações relacionadas ao processo de deterioração (COPELAND; MCDONALD, 2001).

Figura 9 - Expressão da malato desidrogenase (MDH) em sementes de milho híbrido SHS5050 sem armazenamento (T), armazenados por 30 e 60 dias em embalagens multifoliado, polipropileno trançado revestido com papel, polietileno duplo, nas condições de câmara fria (CF), câmara de 25°C (25), casa de vegetação (CV), usina de beneficiamento de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.



Fonte: Da autora (2017).

Figura 10 - Expressão da malato desidrogenase (MDH) em sementes de milho híbrido BM820 sem armazenamento (T), armazenados por 30 e 60 dias nas embalagens multifoliado, polipropileno trançado revestido com papel, polietileno duplo, nas condições de câmara fria (CF), câmara de 25°C (25), casa de vegetação (CV), usina de beneficiamento de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.



Fonte: Da autora (2017).

4 CONCLUSÕES

Houve comportamento diferenciado dos híbridos quanto a qualidade das sementes em relação ao fator embalagem.

Em condições adversas de armazenamento, a embalagem de polipropileno trançado revestido com uma folha de papel não foi adequada para a manutenção da qualidade fisiológica.

Em condições adequadas de armazenamento, a qualidade fisiológica foi mantida por 60 dias, independentemente do tipo de embalagem.

Houve uma elevada expressão da enzima malato desidrogenase quando se utilizou a embalagem de polipropileno trançado revestido com uma folha de papel.

A câmara fria favoreceu a manutenção da atividade da enzima álcool desidrogenase e de enzimas do sistema antioxidante.

AGRADECIMENTOS

À empresa Helix Sementes - Agrocerec pelo fornecimento dos lotes das sementes e das embalagens para o desenvolvimento do trabalho e a CAPES pela concessão da bolsa.

REFERÊNCIAS

- ALFENAS, A. C. **Eletroforese e marcadores bioquímicos em plantas e microrganismos**. 2. ed. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2006. 627 p.
- ANTONELLO, L. M. et al. Qualidade de sementes de milho armazenadas em diferentes embalagens. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 7, p. 2191-2194, 2009.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 2009. 395 p.
- BUCHANAN, B. B.; GRUISSSEN, W.; JONES, R. L. **Biochemistry and molecular biology of plants**. Rockville: American Society of Plant Physiologists, 2005. 1367 p.
- CARVALHO, E. R. et al. Alterações isoenzimáticas em sementes de cultivares de soja em diferentes condições de armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 49, n. 12, p. 967-976, dez. 2014.
- CARVALHO, I. R. et al. Efeitos fisiológicos atribuídos ao teste de frio e adição de reguladores vegetais em híbridos de milho. **Scientia Plena**, São Cristóvão, v. 11, n. 3, p. 1-9, 2015.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: safra 2017/2018, segundo levantamento**. Brasília, DF, 2017.
- COPELAND, L. O.; MCDONALD, M. B. **Principles of seed science and technology**. 4th ed. New York: Chapman & Hall, 2001. 467 p.
- DELOUCHE, J. Germinação, deterioração e vigor da semente. **Seed News**, Pelotas, n. 6, p. 24-31, 2002.
- DEUNER, C. et al. Viabilidade e atividade antioxidante de sementes de genótipos de feijão-miúdo submetidos ao estresse salino. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 33, n. 4, p. 711-720, 2011.
- EL-SHABRAWI, H. et al. Redox homeostasis, antioxidant defense, and methylglyoxal detoxification as markers for salt tolerance in Pokkali rice. **Protoplasma**, Karlsruhe, v. 245, n. 1/4, p. 85-96, 2010.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, p. 1039-1042, 2011.
- GILL, S. S.; TUTEJA, N. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. **Plant Physiology and Biochemistry**, New Delhi, v. 48, n. 12, p. 909-930, 2010.

KONG, F. et al. Changes of soybean quality during storage as related to soymilk and tofu making. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 73, p. 134-144, 2008.

MALAKER, P. K. et al. Effect of storage containers and time on seed quality of wheat. **Bangladesh Journal of Agricultural Research**, Joydebpur, v. 33, p. 469-477, 2008.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed. Londrina: ABRATES, 2015. 660 p.

MARCOS FILHO, J. Teste de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 1-21.

MCDONALD, M. B. Seed deterioration: physiology, repair and assessment. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 22, n. 3, p. 531-539, 1999.

NAKADA, P. G. et al. Desempenho fisiológico e bioquímico de sementes de pepino nos diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 33, n. 1, p. 113-122, 2011.

OLIVEIRA, G. E. et al. Physiological quality and amylase enzyme expression in maize seeds. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 37, n. 1, p. 40-48, 2013.

ROOD, S. B.; LARSEN, K. M. Gibberellins, amylase, and the onset of heterosis in maize seedlings. **Journal of Experimental Botany**, London, v. 39, n. 199, p. 223-233, 1988.

SANTOS, C. M. R.; MENEZES, N. L.; VILLELA, F. A. Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de feijão envelhecidas artificialmente. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 26, n. 1, p. 110-119, 2004.

SILVA, M. M. et al. Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de feijão-comum produzidas no norte de Minas Gerais. **Revista Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, v. 8, n. 1, p. 97-103, jan./abr. 2014.

SPINOLA, M. C. M.; CÍCERO, S. M.; MELO, M. Alterações bioquímicas e fisiológicas em sementes de milho causadas pelo envelhecimento acelerado. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 2, p. 263-270, 2000.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2009. 719 p.

VEIGA, A. D. et al. Influência do potássio e da calagem na composição química, qualidade fisiológica e na atividade enzimática de sementes de soja. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, p. 953-960, 2010.

ZHANG, M. et al. A mechanism of seed deterioration in relation to volatile compounds evoked by dry seeds themselves. **Seed Science Research**, Wellingford, v. 4, n. 1, p. 49-56, Mar. 1994.

ZONTA, J. B. et al. Armazenamento de sementes de pinhão manso em diferentes embalagens e ambientes. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 5, p. 599-608, out. 2014.

**ARTIGO 2 – POTENCIAL DE USO DA EMBALAGEM DE POLIPROPILENO
TRANÇADO REVESTIDA COM PAPEL NO ARMAZENAMENTO DE SEMENTES
DE MILHO**

**Artigo redigido conforme a NBR 6022 (ABNT, 2003) e formatado de acordo com o
Manual da UFLA de apresentação de teses e dissertações.**

RESUMO

As embalagens que são utilizadas no armazenamento devem manter a qualidade ou pelo menos reduzir a velocidade do processo de deterioração das sementes. Objetivou-se avaliar os efeitos de uma nova embalagem composta por polipropileno e revestida com papel, em diferentes condições de armazenamento sobre a qualidade de sementes de milho, ao longo de 12 meses de armazenamento. O armazenamento das sementes foi realizado no Laboratório Central de Análise de Sementes, no departamento de Agricultura, da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG, onde também foram realizadas as análises fisiológicas. Foram utilizados os híbridos BM3061 e SHS 5070. Os tratamentos constituíram-se de dois tipos de embalagem: papel multifoliado e polipropileno trançado revestido com papel; três condições de armazenamento: armazém (23°C e 67%UR), sementes que foram resfriadas e, posteriormente, armazenadas e câmara fria e seca (10°C e 50% UR); e quatro épocas de armazenamento: 0, 4, 8 e 12 meses. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x3x4, com parcela subdividida no tempo. Analisaram-se a germinação, o envelhecimento acelerado, o teste de frio com solo, a emergência e o índice de velocidade de emergência e o teste de sanidade. Procedeu-se à análise de variância e ao teste de média de Scott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando-se o software Sisvar ou realizou-se análise de regressão polinomial. Os valores da incidência fúngica foram previamente transformados em $(\sqrt{x}+1)$. Concluiu-se que as sementes armazenadas em Lavras apresentaram resultados diferentes para cada híbrido. Para o híbrido SHS5070, a embalagem de papel multifoliada foi superior à de polipropileno trançado com uma folha de papel, após os 12 meses de armazenamento. O inverso ocorreu para o híbrido BM3061.

Palavras-chave: *Zea mays*. Condições de armazenamento. Vigor.

ABSTRACT

The packaging that is used in storage must maintain the quality or at least reduce the speed of the seed deterioration process. The objective of this study was to evaluate the effects of a new packaging composed of polypropylene and coated with paper in different storage conditions on the quality of corn seeds during 12 months of storage. Seed storage was carried out at the Central Laboratory of Seed Analysis, in the Department of Agriculture, Federal University of Lavras (UFLA), Lavras, MG, where the physiological analyzes were also performed. The hybrids BM3061 and SHS 5070 were used. The treatments consisted of two types of packaging: paper multifoliado and polypropylene braided coated with paper; three storage conditions: storage (23°C and 67% RH), seeds that were cooled and later stored and cold and dry chamber (10°C and 50% RH); and four storage times: 0, 4, 8 and 12 months. The experimental design was completely randomized, in a 2x3x4 factorial scheme, with a plot subdivided in time. Germination, accelerated aging, soil cold test, emergence and emergency speed index, and sanity test were analyzed. The analysis of variance and the Scott-Knott mean test at 5% probability were performed using the Sisvar software or polynomial regression analysis. The values of the fungal incidence were previously transformed into $(\sqrt{x} + 1)$. It was concluded that the seeds stored in Lavras presented different results for each hybrid. For the SHS5070 hybrid, the multifaceted paper packaging was superior to that of polypropylene braided with a sheet of paper after 12 months of storage. The reverse occurred for the hybrid BM3061.

Keywords: *Zea mays*. Storage conditions. Vigor.

1 INTRODUÇÃO

O milho é uma cultura que apresenta a mais alta taxa de utilização de sementes; na última safra (2016/2017), essa taxa chegou a 92%, com uma produção total de sementes de milho de 479.680 toneladas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SEMENTES E MUDAS - ABRASEM, 2017). Essa alta adesão ao uso de sementes a esta espécie se deve, principalmente, ao sistema de hibridização e à alta tecnologia e qualidade que elas contêm, consequentemente o país apresenta recordes de produção nessa cultura; a estimativa para safra 2017/2018 é que a produção seja de 92,34 milhões de toneladas (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2017).

A alta qualidade fisiológica das sementes é uma das razões para que a produção do milho seja tão expressiva. Essa qualidade começa a reduzir, a partir da maturação, pelas flutuações das condições de umidade do ambiente, ataque de pragas e doenças, além de práticas indevidas na colheita, secagem, beneficiamento, armazenamento e transporte (CARVALHO; FRANÇA NETO; KRZYZANOWSKI, 2006).

As alterações que ocorrem, ao longo do processo de deterioração, estão diretamente ligadas ao período e condições de armazenamento. Além disso, a embalagem está intimamente relacionada com a deterioração. As embalagens utilizadas no armazenamento devem manter a qualidade ou pelo menos reduzir a velocidade do processo de deterioração. A preservação da qualidade das sementes está associada à facilidade ou não de que as trocas gasosas ocorrem entre as sementes e a atmosfera do ambiente em que estão armazenadas (MARCOS FILHO, 2015).

Desta forma, faz-se necessário pesquisar novas embalagens que sejam capazes de suportar longos períodos de armazenamento sem prejudicar a qualidade das sementes. Portanto objetivou-se avaliar os efeitos de uma nova embalagem composta por polipropileno e revestida com papel, em diferentes condições de armazenamento sobre a qualidade de sementes de milho, ao longo de 12 meses de armazenamento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O armazenamento das sementes sob condições não controladas em câmara fria (10°C e 50% UR) foi realizado no Laboratório Central de Análise de Sementes, no Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG, onde também foram realizadas as análises fisiológicas das sementes.

Foram utilizadas sementes tratadas industrialmente com deltametrina, pirimifós-metil, carbedazim + tiram, produzidas na safra 2014/2015 dos híbridos SHS 5070 e BM 3061, classificados, respectivamente, como duro e dentado. As sementes de cada híbrido foram homogeneizadas separadamente e divididas em doze porções, seis foram colocadas em embalagem de papel multifoliada e o restante em embalagem de polipropileno trançado revestido com papel. De um total de doze embalagens, quatro foram armazenadas em câmara fria e seca (10°C e 50% UR), outras quatro foram resfriadas por trinta dias e, posteriormente, colocadas em condições não controladas (armazém - UBS) e as restantes foram armazenadas apenas em condições não controladas (condições de armazém). Os valores de temperatura e UR média foram 22°C e 72%.

A cada 4 meses de armazenamento (0, 4, 8 e 12 meses), amostras de 1.000g de sementes foram retiradas das embalagens e as embalagens foram recosturadas. As sementes foram avaliadas quanto à qualidade fisiológica em cada período de armazenamento.

2.1 Delineamento estatístico

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente ao acaso, em esquema fatorial (2x3x4) e foi utilizada a parcela subdividida no tempo para o fator período de armazenamento. Para as análises de qualidade fisiológica, foram utilizadas 4 repetições por tratamento. Foram realizadas, para cada híbrido, uma análise de variância separada.

2.2 Determinação da qualidade de sementes

Após cada armazenamento, duas amostras de 4,5g sementes foram retiradas de cada embalagem e avaliou-se o teor de água das sementes pelo método gravimétrico em estufa a 105°C por 24 horas (BRASIL, 2009).

2.2.1 Teste de germinação

O teste de germinação foi conduzido com quatro repetições de 50 sementes, com a semeadura entre papel toalha Germitest umedecido com água destilada na proporção de 2,5 ml.g⁻¹ de papel. As sementes permaneceram no germinador regulado para 25°C e as avaliações das plântulas normais foram efetuadas, no sétimo dia após a semeadura, segundo recomendações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem média de plântulas normais por tratamento.

2.2.2 Envelhecimento acelerado

O método utilizado foi o de minicâmara "gerbox" em que as sementes foram distribuídas sobre uma tela suspensa no interior da caixa contendo 40 mL de água. As sementes permaneceram incubadas, durante 96 horas, numa temperatura de 42°C (MARCOS FILHO, 1999). Em seguida, foi realizado o teste de germinação com quatro subamostras de 50 sementes (BRASIL, 2009). A avaliação foi feita sete dias após a semeadura. Os resultados foram expressos como porcentagem média de plântulas normais por tratamento.

2.2.3 Teste de frio com solo

A semeadura foi efetuada em substrato solo + areia, na proporção 2:1, acondicionado em bandejas de plástico umedecido a 60% da capacidade de retenção. Após a semeadura, as bandejas foram colocadas em câmara fria e seca (10°C e 50%), por sete dias e, posteriormente, levadas para a câmara de crescimento vegetal a 25°C, com fotoperíodo de 12 horas, por sete dias. Ao final, foi realizada a contagem do número de plântulas normais emergidas. Os resultados foram expressos como porcentagem média de plântulas normais por tratamento.

2.2.4 Emergência

A semeadura foi efetuada em substrato solo + areia, na proporção 2:1, acondicionado em bandejas de plástico umedecido a 60% da capacidade de retenção. Após a semeadura, as bandejas foram colocadas em câmara de crescimento vegetal a 25°C, com fotoperíodo de 12 horas, por 14 dias. Foram utilizadas 50 sementes por repetição e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais emergidas. Juntamente com o teste de emergência foi

realizado o índice de velocidade de emergência, calculado pela fórmula proposta por Maguire (1962), avaliou-se diariamente o número de plântulas emergidas.

2.3 Teste de sanidade

O teste de sanidade das sementes foi avaliado pelo Blotter test com congelamento. Foram utilizadas oito repetições de 25 sementes, para as sementes armazenadas em Lavras; já as que vieram de Patos utilizaram-se três subamostras com 4 repetições cada. As sementes foram distribuídas em placas de Petri de 15 cm de diâmetro, contendo três folhas de papel filtro, previamente esterilizadas e umedecidas com água destilada e esterilizada. As placas foram mantidas em sala de incubação a 20°C e fotoperíodo de 12 horas, por 24 horas e, posteriormente, transferidas para o freezer por mais 24 horas e voltaram para a sala de incubação, onde permaneceram por mais cinco dias, sendo, então, avaliadas quanto à presença de patógenos. Para a identificação dos patógenos presentes nas sementes, foi utilizada lupa estereoscópica e microscópio ótico. A incidência foi avaliada em porcentagem de fungos encontrados.

2.4 Procedimento estatístico

As análises estatísticas foram realizadas por meio do Sisvar (Sistema de Análise de Variâncias) para Windows (FERREIRA, 2011) e a comparação das médias foi feita pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade. Os valores da incidência fúngica foram previamente transformados em $(\sqrt{x+1})$.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o armazenamento das sementes, houve o ataque de traças (*Sitotroga cerealella*), de modo geral, nas sementes que estavam nas condições de armazém (UBS) e resfriado, que danificou as sementes aos 12 meses de armazenamento.

As sementes que foram resfriadas por um mês em câmara fria (10°C e 50% UR) demoraram apenas três dias, após serem retiradas da câmara fria, para a temperatura dentro da embalagem entrar em equilíbrio com o ambiente de armazenamento, no caso, o armazém (TABELA 1).

Tabela 1 - Temperatura dentro da embalagem (°C) por dez dias após a retirada das sementes do resfriamento.

Embalagens/Híbrido	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°
Multifoliado/BM3061	10,2	14,3	18,1	21,2	21,3	19,0	20,1	22,4	20,5	17,5
Polipropileno/BM3061	10,2	13,8	19,4	21,1	21,5	19,5	20,0	22,5	20,5	18,5
Multifoliado/SHS5070	10,1	13,9	19,2	21,2	21,6	19,0	20,0	22,4	20,3	18,2
Polipropileno/SHS5070	10,2	14,1	18,7	21,1	21,1	19,0	20,0	22,5	20,5	17,6

Fonte: Da autora (2017).

O teor de água, para ambos os híbridos, independentemente da embalagem e da condição de armazenamento, diminuiu ao longo dos doze meses de armazenamento (TABELAS 2 e 3). Essa perda de água, provavelmente, deve-se a trocas de umidade pelas sementes e o ambiente, por esta ser higroscópica. Evidencia-se, assim, que, como a embalagem de papel multifoliado (MTF), a embalagem de polipropileno trançada revestido com uma folha de papel (PLP) também permite trocas gasosas com o ambiente.

Tabela 2 - Teor de água (%) para o milho híbrido BM3061 armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.

Condição de Armazenamento	0 meses		4 meses		8 meses		12 meses	
	MTF	PLP	MTF	PLP	MTF	PLP	MTF	PLP
Câmara Fria	13,70	13,42	12,02	11,89	10,75	10,28	10,27	10,18
Resfriado	13,51	13,74	11,97	12,20	10,52	11,16	9,55	10,01
UBS	13,08	12,45	11,78	11,53	11,23	10,49	10,31	9,96

Fonte: Da autora (2017).

Tabela 3 - Teor de água (%) para o milho híbrido SHS5070 armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de

polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.

Condição de Armazenamento	0 meses		4 meses		8 meses		12 meses	
	MTF	PLP	MTF	PLP	MTF	PLP	MTF	PLP
Câmara Fria	13,61	13,18	12,01	11,73	10,50	10,89	9,83	9,97
Resfriado	11,96	12,08	11,72	11,51	11,67	11,18	9,75	9,94
UBS	12,45	11,83	11,34	11,03	10,66	10,54	9,41	9,68

Fonte: Da autora (2017).

Houve interação tripla entre o período de armazenamento, condições de armazenamento e embalagens para os testes primeira contagem e envelhecimento, em ambos os híbridos, para o teste de frio no híbrido SHS5070 e para a germinação e emergência no híbrido BM3061. Observou-se, para o híbrido SHS5070, interação dupla entre condição e período de armazenamento para os testes de emergência e germinação e esse último também apresentou interação entre embalagens e período de armazenamento. Para o híbrido BM3061, houve interação entre condição e período de armazenamento para o teste de frio.

Para o teste de germinação, as sementes de ambos os híbridos, armazenadas em câmara fria, independentemente da embalagem, não apresentaram diferenças significativas entre as épocas de armazenamento; a germinação foi elevada, acima dos 97%, ao longo dos 12 meses.

Camargo e Carvalho (2008), avaliando os efeitos de diferentes embalagens e ambientes sobre a qualidade de semente de milho doce, armazenada por um período de 18 meses, também observaram o mesmo efeito, em que as sementes sob condição de câmara refrigerada apresentaram os melhores resultados com relação à porcentagem de germinação.

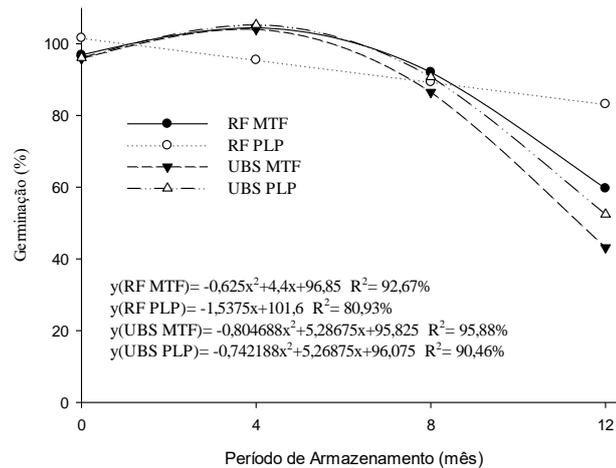
As sementes do híbrido BM3061, armazenadas em condições de armazém (UBS), em ambas as embalagens e, na resfriada na embalagem multifoliada, apresentaram comportamento quadrático ao longo do armazenamento, com uma redução na germinação, a partir dos 3,28 (98 dias), para a embalagem multifoliada e 3,55 meses (107 dias), para a de polipropileno (FIGURA 1).

As sementes armazenadas em condições não controladas (UBS e RF), em embalagens de papel multifoliado, apresentaram valores de germinação inferiores à de polipropileno aos 12 meses de armazenamento; ambas as condições mostraram valores médios inferiores à germinação das sementes de câmara fria (TABELA 4).

A redução na germinação decorre das mudanças que acontecem na estrutura das membranas das sementes, visto que essas mudanças são mais expressivas, quando o ambiente

apresenta temperatura e umidade elevadas, conseqüentemente, há uma redução na qualidade em curtos períodos de tempo (PARAGINSKI et al., 2015).

Figura 1 - Germinação (%) de sementes de milho híbrido BM3061 armazenadas, no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP), nas condições de armazenamento de câmara fria (CF), resfriado (RF) e armazém de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.



Fonte: Da autora (2017).

Tabela 4 - Porcentagem média de plântulas normais germinadas para o milho híbrido BM3061 armazenado, no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.

Condição de Armazenamento	0 meses		4 meses		8 meses		12 meses	
	MTF	PLP	MTF	PLP	MTF	PLP	MTF	PLP
Câmara Fria	99Aa	98Aa	99Aa	98Aa	98Aa	100Aa	100Aa	100Aa
Resfriado	99Aa	99Aa	98Aa	97Aa	99Aa	94Bb	56Bb	80Ba
UBS	98Aa	99Aa	98Aa	97Aa	93Bb	100Aa	41Cb	50Ca
CV	3,12%							

Fonte: Da autora (2017).

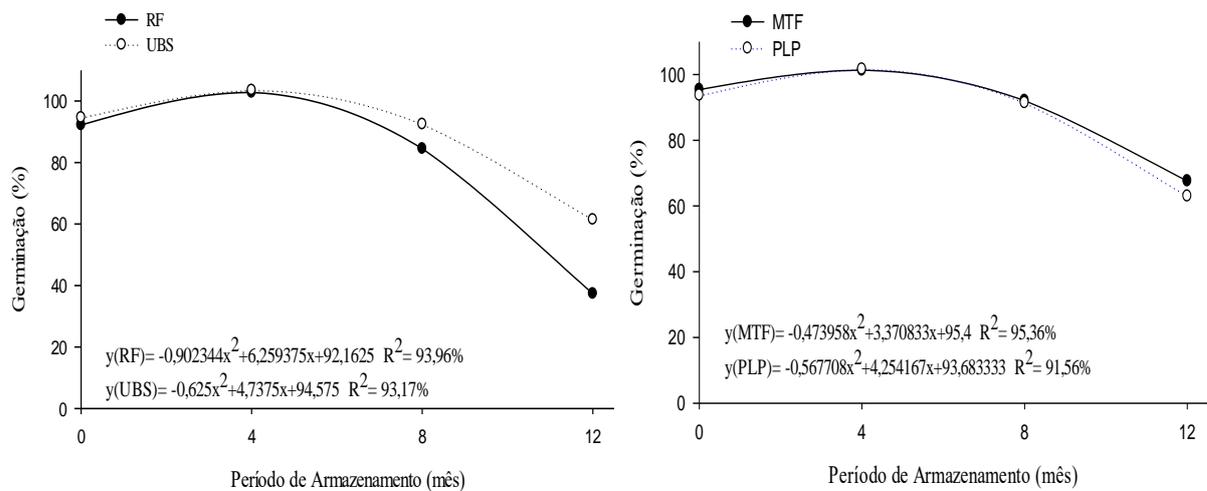
Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha em cada época de armazenamento não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott* a 5% de probabilidade.

Observou-se um comportamento quadrático, ao longo do armazenamento, para as sementes SHS5070 armazenadas em ambas as embalagens estudadas, com germinações máximas estimadas entre 3,56 (107 dias) e 3,75 meses (113 dias). Esse comportamento também foi observado para sementes mantidas em condições não controladas (FIGURA 2).

A germinação de sementes armazenadas na condição de resfriamento apresentou valores inferiores às demais aos 8 e 12 meses. Para as embalagens, a germinação apresentou

diferença significativa apenas aos 12 meses, quando a embalagem de papel multifoliado obteve porcentagens superiores à de polipropileno (TABELA 5).

Figura 2 - Germinação (%) de sementes de milho híbrido SHS5070, armazenadas no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP), nas condições de armazenamento de câmara fria (CF), resfriado (RF) e armazém de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.



Fonte: Da autora (2017).

Tabela 5 - Porcentagem média de plântulas normais germinadas para o milho híbrido SHS5070 armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.

Condição de Armazenamento	0 meses	4 meses	8 meses	12 meses
Câmara Fria	97a	98a	99a	97a
Resfriado	95a	98a	93b	35c
UBS	97a	95b	98a	60b
Embalagem				
Multifoliado	97a	98a	96a	66a
Polipropileno	96a	96a	97a	61b
CV	3,54%			

Fonte: Da autora (2017).

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott* a 5% de probabilidade.

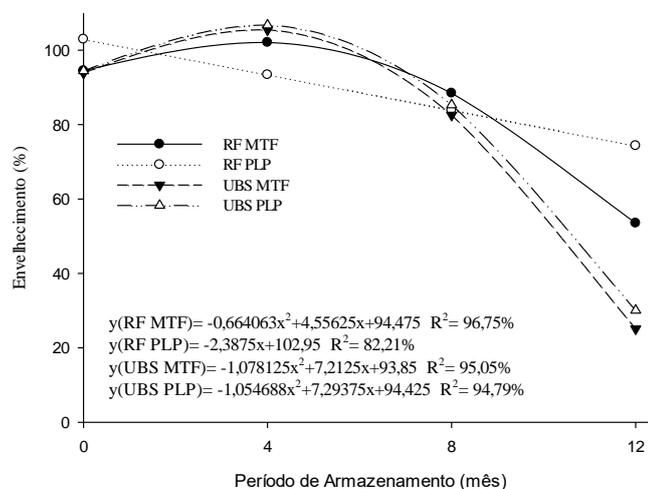
Para o teste de envelhecimento acelerado, em ambos os híbridos, assim como na germinação, os valores das sementes mantidas em câmara fria não diferiram entre si, independente da época de armazenamento e tipo de embalagem.

As sementes do híbrido BM3061 armazenadas, em condições de armazém (UBS), em ambas as embalagens e, na resfriada na embalagem multifoliada, apresentaram comportamento quadrático ao longo do armazenamento. A partir de 105 dias, iniciou-se a redução na porcentagem de plântulas germinadas. Em todas as condições de armazenamento e embalagens, as reduções mais severas ocorreram após oito meses de armazenamento (FIGURA 3).

Aos 12 meses de armazenamento, as sementes mantidas em armazém (UBS), independentemente da embalagem, apresentaram valores inferiores às demais condições. As sementes que foram resfriadas, mantidas em embalagens de papel multifoliado, mostraram valores de germinação inferiores à de polipropileno (TABELA 6).

Nerling et al. (2015), avaliando 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, observaram redução no vigor, no teste de frio e envelhecimento acelerado para as sementes de milho que foram armazenadas em silos.

Figura 3 - Teste de envelhecimento acelerado (%) de sementes de milho híbrido BM3061 armazenadas no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP), nas condições de armazenamento de câmara fria (CF), resfriado (RF) e armazém de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.



Fonte: Da autora (2017).

Tabela 6 - Porcentagem média de plântulas normais no teste de envelhecimento acelerado para o milho híbrido BM3061 armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.

Condição de Armazenamento	0 meses		4 meses		8 meses		12 meses	
	MTF	PLP	MTF	PLP	MTF	PLP	MTF	PLP
Câmara Fria	95Aa	98Aa	95Aa	96Aa	92Ab	99Aa	99Aa	98Aa
Resfriado	96Aa	99Aa	98Aa	97Aa	93Aa	90Ba	52Bb	69Ba
UBS	97Aa	98Aa	96Aa	98Aa	92Aa	95Aa	22Ca	27Ca
CV	5,43%							

Fonte: Da autora (2017).

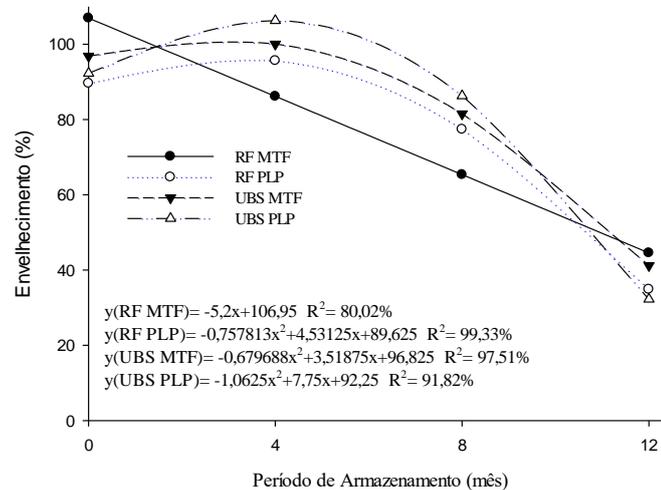
Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha em cada época de armazenamento não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott* a 5% de probabilidade.

As sementes do híbrido SHS5070, armazenadas em condições de armazém (UBS), em ambas as embalagens e, na resfriada na embalagem polipropileno, apresentaram comportamento quadrático, ao longo do armazenamento, com uma redução na germinação, a partir dos 2,59 (78 dias) e 3,65 meses (110 dias), para as embalagens multifoliada e de polipropileno, respectivamente (FIGURA 4).

As sementes armazenadas em embalagem de papel multifoliado que foram resfriadas apresentaram porcentagens de germinação inferiores às demais apenas aos 8 e 12 meses. Porém observou-se que, aos 12 meses, sementes dos sacos de polipropileno mostraram valores inferiores às demais, quando armazenadas na condição de armazém (TABELA 7).

Marini et al. (2012) observaram que sementes expostas a temperaturas mais altas demonstraram alterações na permeabilidade das membranas e, como consequência, propiciaram maior lixiviação de eletrólitos, quando comparadas às temperaturas menores, demonstrando avançado estágio de deterioração das sementes, fato confirmado pelo teste de envelhecimento acelerado, principalmente, pois as embalagens analisadas permitem trocas gasosas e de temperatura com o ambiente.

Figura 4 - Teste de envelhecimento acelerado (%) de sementes de milho híbrido SHS5070, armazenadas no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP), nas condições de armazenamento de câmara fria (CF), resfriado (RF) e armazém de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.



Fonte: Da autora (2017).

Tabela 7 - Porcentagem média de plântulas normais no teste de envelhecimento acelerado, para o milho híbrido SHS5070 armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.

Condição de Armazenamento	0 meses		4 meses		8 meses		12 meses	
	MTF	PLP	MTF	PLP	MTF	PLP	MTF	PLP
Câmara Fria	98Aa	95Aa	95Aa	97Aa	97Aa	97Aa	97Aa	98Aa
Resfriado	97Aa	91Bb	94Aa	93Aa	81Ca	80Ba	32Ca	34Ba
UBS	99Aa	96Aa	95Aa	95Aa	87Bb	98Aa	40Ba	29Cb
CV	3,42%							

Fonte: Da autora (2017).

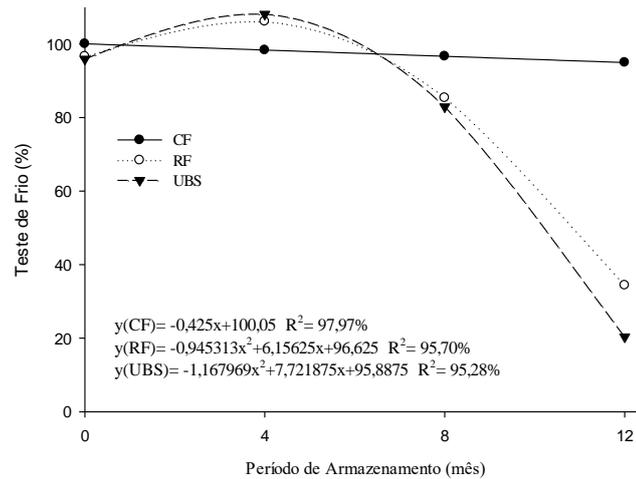
Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha em cada época de armazenamento não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott* a 5% de probabilidade.

Para o teste de frio, as sementes do híbrido BM3061 armazenadas em ambiente de armazém (UBS) e aquelas resfriadas (RF) apresentaram comportamento quadrático, ao longo do armazenamento, com redução do vigor a partir dos 3,26 (98 dias) e 3,31 meses (99 dias), respectivamente (FIGURA 5).

Não houve diferença estatística entre as embalagens avaliadas, visto que as sementes apresentaram uma emergência de 85%. As sementes armazenadas na câmara fria apresentaram médias superiores às demais, aos 8 e 12 meses e os valores se mantiveram elevados, durante todo o armazenamento, diferentemente daquelas armazenadas em armazém

(UBS), que obtiveram valores inferiores às demais aos 12 meses de armazenamento (TABELA 8).

Figura 5 - Teste de frio (%) de sementes de milho híbrido BM3061 armazenadas no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP), nas condições de armazenamento de câmara fria (CF), resfriado (RF) e armazém de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.



Fonte: Da autora (2017).

Tabela 8 - Teste de frio (%) para o milho híbrido BM3061 armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.

Condição de Armazenamento	0 meses	4 meses	8 meses	12 meses
Câmara Fria	100a	99a	97a	94a
Resfriado	99a	98a	93b	32b
UBS	99a	98a	93b	17c
CV			3,79%	

Fonte: Da autora (2017).

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott* a 5% de probabilidade.

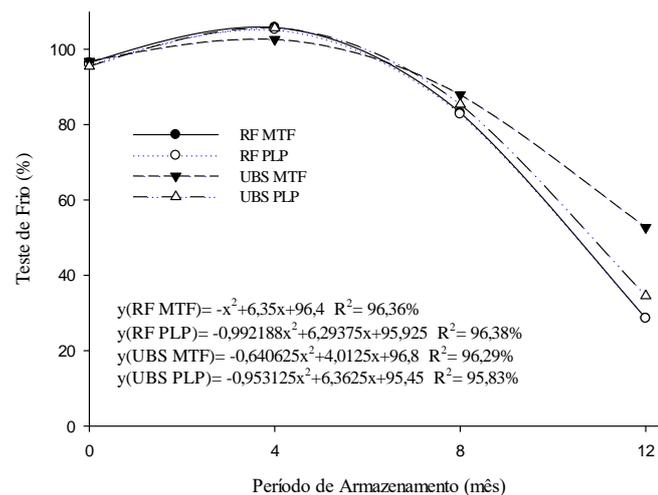
As sementes do híbrido SHS 5070, armazenadas na câmara fria, não apresentaram diferenças estatísticas nem para período de armazenamento, nem para embalagens; essas sementes obtiveram valores acima dos 98%, ao longo dos 12 meses.

Corroborando com o presente trabalho, Camargo e Carvalho (2008) observaram, no teste de frio, que, para o ambiente de armazenamento, houve diferença significativa na condição de câmara fria, principalmente, a partir dos 12 meses.

Observou-se comportamento quadrático, ao longo do armazenamento, para as sementes armazenadas sob condições não controladas (RF e UBS), com tendência negativa e redução do vigor a partir dos 3,13 meses (94 dias) (FIGURA 6).

Aos 8 meses, as sementes armazenadas em UBS e as resfriadas apresentaram médias inferiores àquelas mantidas na câmara fria; os valores para embalagens não diferiram entre si, dentro de cada condição de armazenamento. Já aos 12 meses, as sementes resfriadas obtiveram resultados inferiores às demais, independente da embalagem utilizada (TABELA 9).

Figura 6 - Teste de frio (%) de sementes de milho híbrido SHS5070 armazenadas no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP), nas condições de armazenamento de câmara fria (CF), resfriado (RF) e armazém de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.



Fonte: Da autora (2017).

Tabela 9 - Teste de frio (%) para o milho híbrido SHS5070 armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.

Condição de Armazenamento	0 meses		4 meses		8 meses		12 meses	
	MTF	PLP	MTF	PLP	MTF	PLP	MTF	PLP
Câmara Fria	99Aa	100Aa	100Aa	99Aa	99Aa	98Aa	98Aa	98Aa
Resfriado	99Aa	99Aa	98Aa	98Aa	91Ba	91Ba	26Ca	26Ca
UBS	99Aa	98Aa	98Aa	98Aa	93Ba	93Ba	51Ba	32Bb
CV	3,64%							

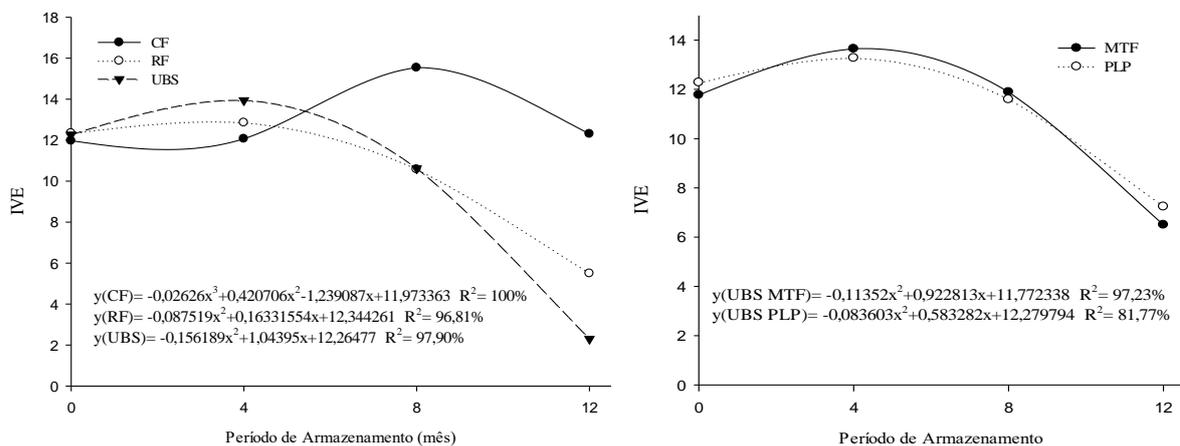
Fonte: Da autora (2017).

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha em cada época de armazenamento não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott* a 5% de probabilidade.

Observou-se um comportamento quadrático, ao longo do armazenamento, para as sementes BM3061 armazenadas, em ambas as embalagens estudadas, com uma redução no índice de velocidade, a partir dos 3,22 meses (97 dias) para polipropileno e 3,84 meses (115 dias) para multifoliada. Esse comportamento quadrático negativo, também, foi observado para sementes mantidas em condições não controladas, com redução dos índices de velocidade, a partir dos 2,48 (74 dias) para sementes resfriadas e 3,2 meses (96 dias) para aquelas armazenadas no armazém (FIGURA 7).

As sementes armazenadas na câmara fria apresentaram médias superiores às demais, aos 8 e 12 meses; os valores se mantiveram elevados, durante todo o armazenamento, diferentemente daquelas armazenadas em armazém (UBS), que obtiveram valores inferiores à câmara fria aos 8 meses e às demais aos 12 meses de armazenamento. Para as embalagens, os índices apresentaram diferenças estatísticas apenas aos 4 meses de armazenamento, quando as sementes da multifoliada obtiveram valores superiores aos de polipropileno (TABELA 10).

Figura 7 - Índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de milho híbrido BM3061 armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) nas condições de armazenamento de câmara fria (CF), resfriado (RF) e armazém de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.



Fonte: Da autora (2017).

Tabela 10 - Índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes do milho híbrido BM3061 armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.

Condição de Armazenamento	0 meses	4 meses	8 meses	12 meses
Câmara Fria	11,97a	12,07a	15,54a	12,31a
Resfriado	12,58a	12,15a	11,29b	5,26b
UBS	12,56a	13,06a	11,50b	2,01c
Embalagem				
Multifoliado	11,97a	13,04a	12,50a	6,30a
Polipropileno	12,77a	11,81b	13,06a	6,75a
CV	10,07%			

Fonte: Da autora (2017).

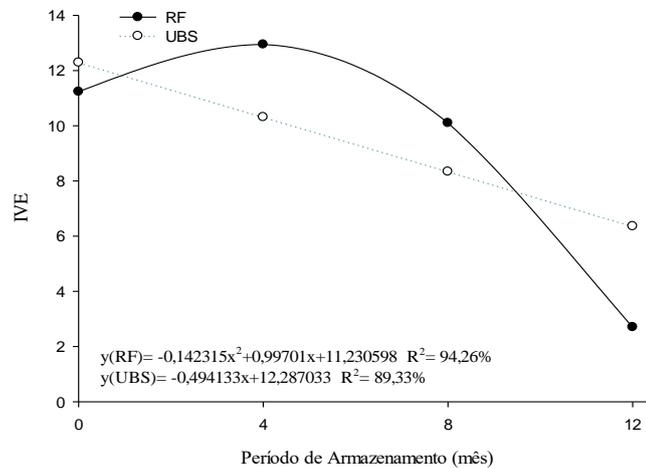
Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott* a 5% de probabilidade.

As sementes do híbrido SHS5070 resfriadas apresentaram comportamento quadrático, ao longo do armazenamento, com índice de velocidade máximo estimado em 13 aos 3,39 meses (102 dias). As sementes que foram armazenadas em armazém (UBS) tiveram uma redução estimada no IVE de 0,49 a cada um mês de armazenamento (FIGURA 8).

Não houve diferença estatística entre as embalagens avaliadas, apresentando um índice de velocidade de emergência médio de 12. As sementes armazenadas na câmara fria apresentaram médias superiores às demais, aos 8 e 12 meses, e superior aos valores daquelas armazenadas em UBS, aos 4 meses. As sementes que foram resfriadas obtiveram valores inferiores às demais, aos 12 meses de armazenamento, inferior à câmara fria e superior à UBS, aos 8 meses de armazenamento (TABELA 11).

Ferreira et al. (2013), avaliando os efeitos da despalha mecânica na qualidade de sementes de milho, colhidas com elevados teores de água, também, observaram uma redução no IVE ao longo do armazenamento.

Figura 8 - Índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de milho híbrido SHS5070, armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) nas condições de armazenamento de câmara fria (CF), resfriado (RF) e armazém de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.



Fonte: Da autora (2017).

Tabela 11 - Índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes do milho híbrido SHS5070, armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.

Condição de Armazenamento	0 meses	4 meses	8 meses	12 meses
Câmara Fria	12,09a	11,77a	12,36a	11,57a
Resfriado	11,66a	11,65a	11,39b	2,27c
UBS	11,87a	10,33b	9,55c	5,54b
CV	8,43%			

Fonte: Da autora (2017).

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de *Scott-Knott*, a 5% de probabilidade.

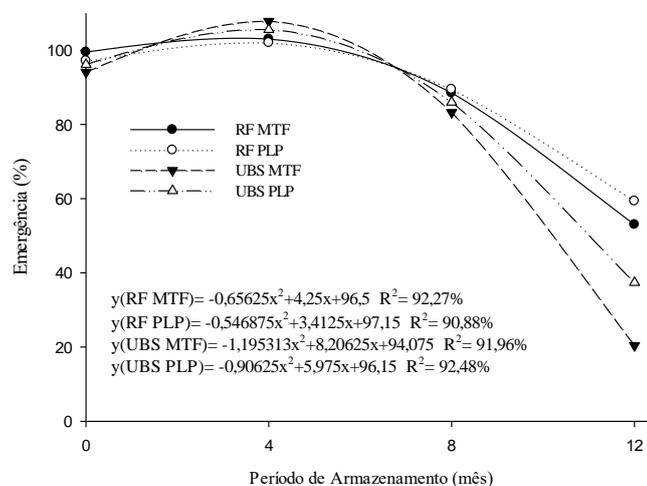
As sementes de ambos os híbridos, armazenadas na câmara fria, não apresentaram diferenças estatísticas nem para embalagens, nem para período do armazenamento; essas sementes obtiveram emergência acima dos 98%, ao longo dos 12 meses.

Observou-se comportamento quadrático, ao longo do armazenamento, para as sementes do híbrido BM3061 armazenadas sob condições não controladas (RF e UBS), com valores máximos estimados entre 3,12 (94 dias) e 3,43 meses (103 dias). A partir de 103 dias, iniciou-se a redução na porcentagem de emergência. Em todas as condições de armazenamento e embalagens, as reduções mais severas ocorreram após oito meses de armazenamento (FIGURA 9).

A porcentagem de emergência de sementes armazenadas nas diferentes condições apresentou diferença significativa apenas aos 12 meses, quando aquelas armazenadas na UBS obtiveram valores inferiores às demais. Também nesse período, as sementes da embalagem de polipropileno apresentaram valores superiores às armazenadas na embalagem de papel multifoliado (TABELA 12).

Cardoso, Binotti e Cardoso (2012), avaliando o efeito de diferentes embalagens e períodos de armazenamento, na manutenção da qualidade fisiológica de sementes de crambe, observaram que a emergência foi afetada pelas embalagens de acondicionamento. A embalagem metálica e a de plástico foram as que obtiveram as melhores porcentagens de emergência e houve uma queda linear na emergência à medida que se aumentava o período de armazenamento.

Figura 9 - Emergência (%) de sementes de milho híbrido BM3061 armazenadas no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP), nas condições de armazenamento de câmara fria (CF), resfriado (RF) e armazém de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.



Fonte: Da autora (2017).

Tabela 12 - Porcentagem de emergência para o milho híbrido BM3061 armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.

Condição de Armazenamento	0 meses		4 meses		8 meses		12 meses	
	MTF	PLP	MTF	PLP	MTF	PLP	MTF	PLP
Câmara Fria	100Aa	100Aa	99Aa	99Aa	99Aa	100Aa	100Aa	100Aa
Resfriado	99Aa	100Aa	96Aa	95Aa	96Aa	97Aa	51Bb	57Ba
UBS	99Aa	100Aa	95Aa	96Aa	97Aa	96Aa	16Cb	34Ca
CV	3,24%							

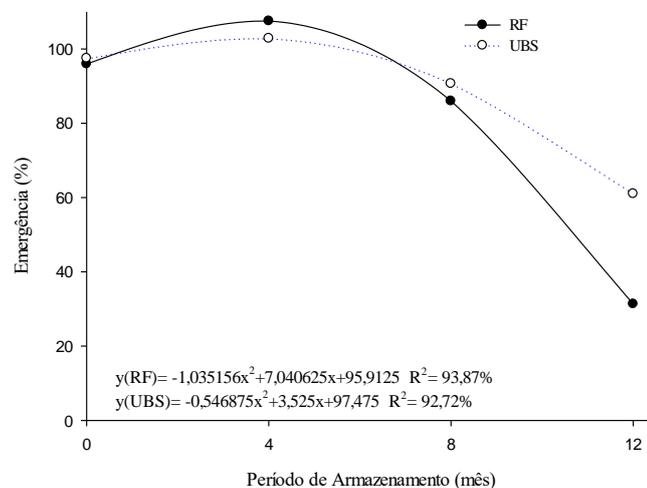
Fonte: Da autora (2017).

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha em cada época de armazenamento não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott* a 5% de probabilidade.

As sementes do híbrido SHS5070, armazenadas sob condições não controladas (RF e UBS), apresentaram comportamento quadrático, ao longo do armazenamento, com tendência negativa, apresentando uma redução no vigor a partir dos 3,4 meses (102 dias) (FIGURA 10).

Não houve diferença estatística entre as embalagens avaliadas; apresentaram 89 % de plântulas normais emergidas. As sementes armazenadas na câmara fria apresentaram porcentagens de emergência superiores às demais, aos 8 e 12 meses e os valores se mantiveram elevados durante todo o armazenamento. As sementes que foram resfriadas obtiveram valores inferiores às demais aos 12 meses de armazenamento (TABELA 13).

Figura 10 - Emergência (%) de sementes de milho híbrido SHS5070 armazenadas no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP), nas condições de armazenamento de câmara fria (CF), resfriado (RF) e armazém de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.



Fonte: Da autora (2017).

Tabela 13 - Porcentagem de emergência para o milho híbrido SHS5070, armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.

Condição de Armazenamento	0 meses	4 meses	8 meses	12 meses
Câmara Fria	99a	98a	99a	99a
Resfriado	99a	98a	96b	28c
UBS	100a	97a	97b	59b
CV	2,87%			

Fonte: Da autora (2017).

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott* a 5% de probabilidade.

Para o teste de sanidade, encontraram-se as espécies de fungos *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., *Penicillium* sp., *Rizophus* sp. e *Colletotrichum* sp., mas apenas os três primeiros tiveram incidência estatisticamente significante.

Na Tabela 14, observou-se que a câmara fria foi o ambiente que teve a menor incidência do fungo *Aspergillus*, em todas épocas de armazenamento. Houve maior incidência deste fungo nas sementes do híbrido BM3061 que foram mantidas em armazém (UBS), nos períodos de 8 e 12 meses. Para o fator embalagem, não houve efeito significativo entre os tratamentos, apresentando uma incidência média de 9%.

Pode-se observar, na Figura 11, que a incidência do *Aspergillus* sp. apresentou um crescimento linear, ao longo do período de armazenamento, principalmente, para as sementes que foram armazenadas sem controle das condições (RF e UBS).

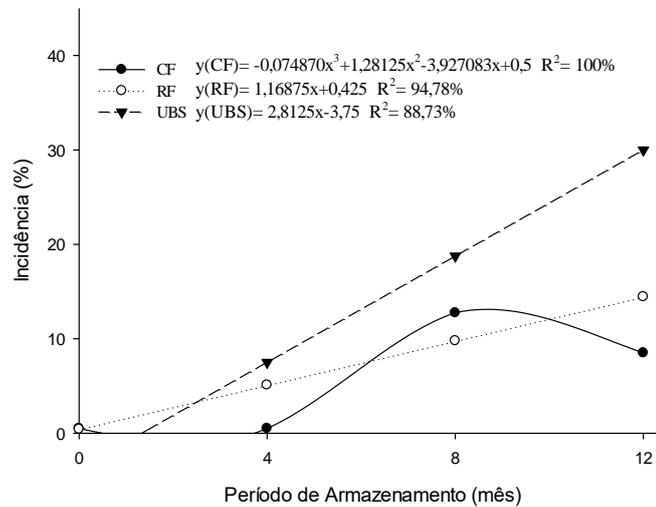
Tabela 14 - Porcentagem de incidência de *Aspergillus* sp. em sementes de milho híbrido BM3061, armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.

Condição de Armazenamento	0 meses	4 meses	8 meses	12 meses
Câmara Fria	1a	1a	13a	9a
Resfriado	1a	4b	12a	14b
UBS	1a	0a	21b	31c
CV	19,38%			

Fonte: Da autora (2017).

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott* a 5% de probabilidade.

Figura 11 - Incidência (%) de *Aspergillus* sp. em sementes de milho híbrido BM3061 armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens nas condições de armazenamento de câmara fria (CF), resfriado (RF) e armazém de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.



Fonte: Da autora (2017).

Para o milho híbrido SHS5070, os fatoriais duplos foram estatisticamente significativos. As sementes que foram armazenadas na embalagem de papel multifoliado apresentaram maior incidência do fungo *Aspergillus*, nas condições de armazém e resfriado, entretanto mostrou-se estatisticamente igual à embalagem de polipropileno nas condições de armazém e câmara fria (TABELA 15).

Tabela 15 - Incidência (%) de *Aspergillus* sp. em sementes de milho híbrido SHS5070 armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens nas condições de armazenamento de câmara fria (CF), resfriado (RF) e armazém de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.

Embalagem	Câmara Fria	Resfriado	UBS
Multifoliado	3Aa	7Ab	7Ab
Polipropileno	4Aa	10Bb	5Aa
CV		19,90%	

Fonte: Da autora (2017).

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha em cada época de armazenamento não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott*, a 5% de probabilidade.

Nos períodos de 4 e 12 meses, houve diferença significativa na incidência do fungo *Aspergillus*, para as condições de armazenamento, a câmara fria foi a que obteve os melhores resultados e aquelas que foram resfriadas apresentaram as maiores porcentagens da incidência do fungo. As sementes armazenadas em embalagem de papel multifoliado apresentaram

melhores resultados que a de polipropileno, aos 8 e 12 meses de armazenamento (TABELA 16).

As sementes de ambas as embalagens e que foram mantidas nas condições não controladas apresentaram tendência linear crescente, comportamento este esperado por se considerar o *Aspergillus* sp. um fungo de armazenamento que aumenta sua incidência ao longo do período de armazenagem (FIGURA 12).

Ferreira et al. (2016), avaliando o efeito do tratamento fungicida e inseticida na qualidade de sementes de soja, antes e após o armazenamento, observaram que, após dois meses armazenamento, o fungo *Aspergillus* aumenta sua incidência em sementes tratadas.

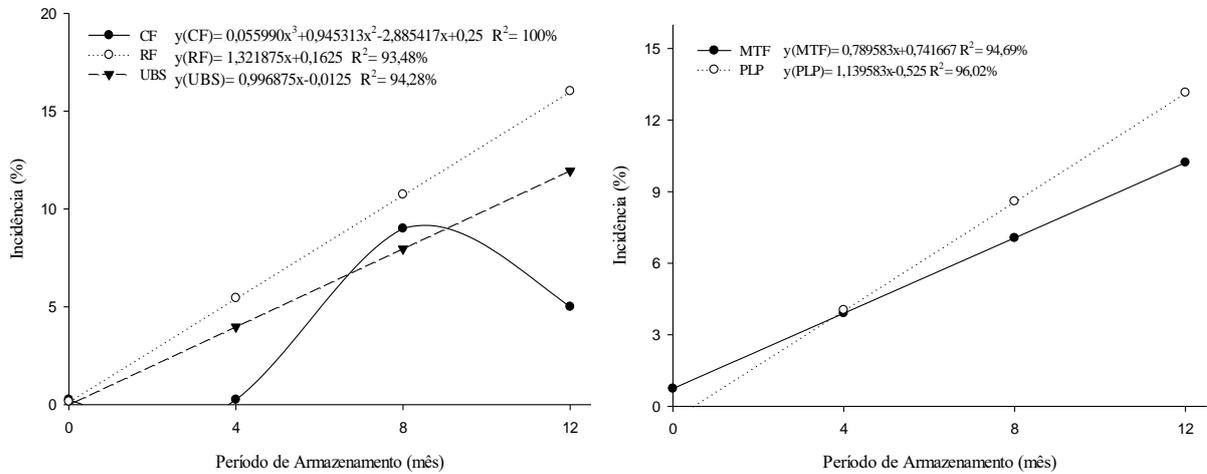
Tabela 16 - Incidência (%) de *Aspergillus* sp. em sementes de milho híbrido SHS5070, armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens nas condições de armazenamento de câmara fria (CF), resfriado (RF) e armazém de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.

Condição de Armazenamento	0 meses	4 meses	8 meses	12 meses
Câmara Fria	0a	0a	9a	5a
Resfriado	1a	6c	8a	18c
UBS	0a	3b	10a	11b
Embalagem				
Multifoliado	0a	3a	2a	34a
Polipropileno	0a	1a	5b	48b
CV	23,03%			

Fonte: Da autora (2017).

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott* a 5% de probabilidade.

Figura 12 - Incidência (%) de *Aspergillus* sp. em sementes de milho híbrido SHS5070 armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens nas condições de armazenamento de câmara fria (CF), resfriado (RF) e armazém de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.



Fonte: Da autora (2017).

Em relação à incidência do *Fusarium* sp., para ambos os híbridos, houve interação entre os três fatores estudados. Para o híbrido, BM3061, houve diferença estatística entre as condições de armazenamento apenas na embalagem de papel multifoliado, aos 8 e 12 meses; as sementes armazenadas em armazém (UBS) obtiveram valores menores que as demais condições. Entre as embalagens, houve diferença estatística apenas aos 12 meses, em que a embalagem de papel multifoliado apresentou porcentagens menores que de polipropileno nas condições não controladas (RF e UBS) (TABELA 17).

A incidência deste fungo aumentou linearmente, à medida que se passavam os meses de armazenamento, principalmente, a partir dos 4 meses, para todas as embalagens e condições de armazenamento (FIGURA 13).

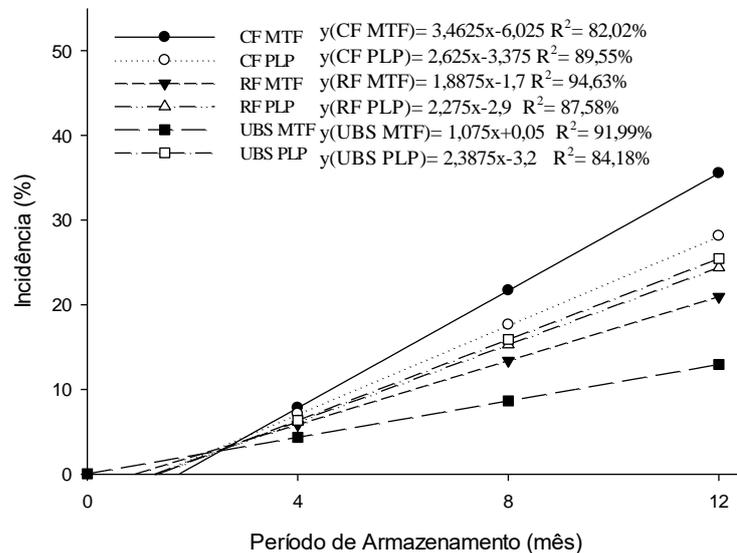
Tabela 17 - Incidência (%) de *Fusarium* sp. em sementes de milho híbrido BM3061, armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.

Condição de Armazenamento	0 meses		4 meses		8 meses		12 meses	
	MTF	PLP	MTF	PLP	MTF	PLP	MTF	PLP
Câmara Fria	1Aa	1Aa	3Aa	4Aa	13Ba	13Aa	43Cb	32Aa
Resfriado	1Aa	1Aa	3Aa	4Aa	13Ba	11Aa	23Ba	29Ab
UBS	1Aa	1Aa	4Aa	4Aa	7Aa	10Aa	15Aa	31Ab
CV	26,25%							

Fonte: Da autora (2017).

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha em cada época de armazenamento não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott* a 5% de probabilidade.

Figura 13 - Incidência (%) de *Fusarium* sp. em sementes de milho híbrido BM3061, armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.



Fonte: Da autora (2017).

Diferentemente das sementes do híbrido BM3061, aquelas do SHS5070 que foram armazenadas em armazém (UBS) obtiveram maiores incidências que as demais aos 4 meses, em ambas as embalagens e, aos doze meses, na embalagem de polipropileno transado. As sementes que foram resfriadas e, posteriormente, mantidas em armazém sem controle do ambiente (RF) apresentaram maiores incidências do *Fusarium*, aos 12 meses, quando armazenadas em embalagem de papel multifoliado (TABELA 18).

As sementes da embalagem de papel multifoliado, em qualquer condição de armazenamento, apresentaram aumento linear, ao longo do período de avaliação, comportamento também observado para as sementes da embalagem de polipropileno armazenadas na condição resfriado. Aquelas armazenadas em UBS, na embalagem de polipropileno, apresentaram comportamento quadrático positivo, isto é, a partir dos 2,55 meses, houve um aumento na incidência do fungo (FIGURA 14).

Nas sementes armazenadas em polipropileno trançado na condição de câmara fria, observou-se um comportamento cúbico; há um aumento da incidência do fungo, a partir de 2 meses, aproximadamente e posterior redução aos 8 meses. Esse comportamento foi observado também por Marincek et al. (2002), em cuja incidência do *Fusarium* foi maior aos seis e nove meses, reduzindo aos 12 meses.

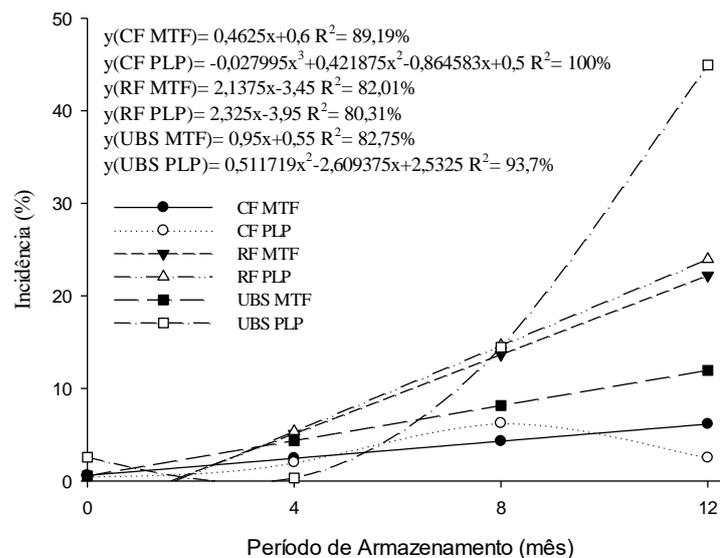
Tabela 18 - Incidência (%) de *Fusarium* sp. em sementes de milho híbrido SHS5070, armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.

Condição de Armazenamento	0 meses		4 meses		8 meses		12 meses	
	MTF	PLP	MTF	PLP	MTF	PLP	MTF	PLP
Câmara Fria	1Aa	1Aa	2Aa	2Aa	6Aa	6Aa	6Aa	3Aa
Resfriado	1Aa	1Aa	2Aa	2Aa	8Aa	8Aa	27Ca	30Ba
UBS	1Aa	1Aa	6Ba	7Ba	5Aa	8Aa	14Ba	47Cb
CV	25,33%							

Fonte: Da autora (2017).

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha em cada época de armazenamento não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott* a 5% de probabilidade.

Figura 14 - Incidência (%) de *Fusarium* sp. em sementes de milho híbrido SHS5070, armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.



Fonte: Da autora (2017).

As sementes do híbrido BM3061 que foram armazenadas em câmara fria obtiveram maiores incidências que as demais aos 4 meses e, aos 12 meses, aquelas que foram resfriadas e, posteriormente, armazenadas foram as que apresentaram os piores resultados. Aos 8 e 12 meses, as sementes mantidas nas embalagens de papel multifoliado obtiveram menores porcentagens do fungo *Penicillium*, em relação à de polipropileno (TABELA 19).

A incidência deste fungo apresentou comportamento quadrático, isto é, a partir dos 3,13 meses (93 dias), para a condição de armazenamento e 3,31 meses (99 dias), para embalagem, a incidência do fungo aumentou (FIGURA 15).

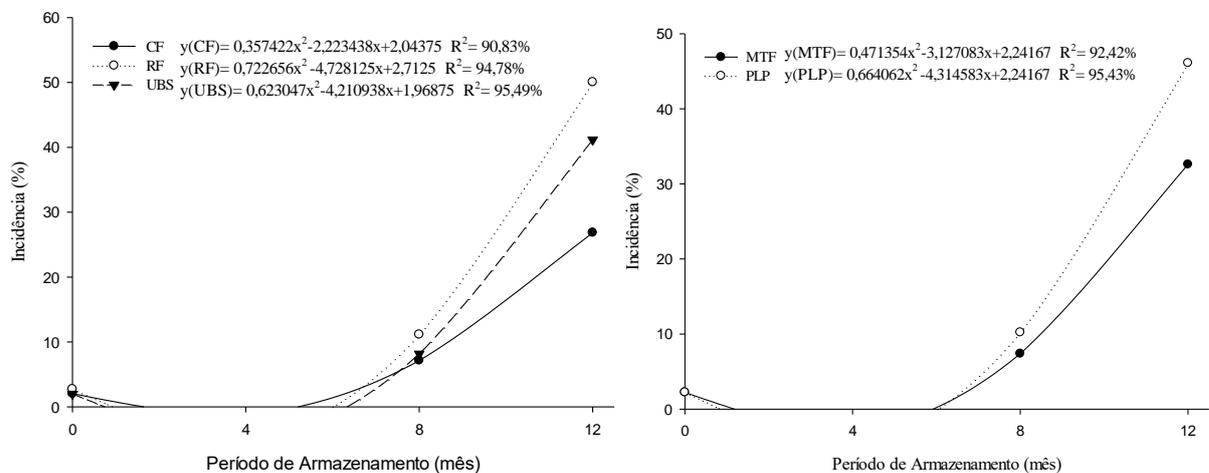
Tabela 19 - Porcentagem de incidência de *Penicillium* sp. em sementes de milho híbrido BM3061, armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.

Condição de Armazenamento	0 meses	4 meses	8 meses	12 meses
Câmara Fria	1 ^a	4b	3a	28a
Resfriado	1 ^a	2a	5a	52c
UBS	0a	0a	3a	43b
Embalagem				
Multifoliado	0a	3a	2a	34a
Polipropileno	0a	1a	5b	48b
CV	26,54%			

Fonte: Da autora (2017).

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott* a 5% de probabilidade.

Figura 15 - Porcentagem de incidência de *Penicillium* sp. em sementes de milho híbrido BM3061, armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) nas condições de armazenamento de câmara fria (CF), resfriado (RF) e armazém de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.



Fonte: Da autora (2017).

Não houve diferença significativa entre as condições de armazenamento, apenas para as sementes sem armazenamento (zero meses). Ao restante dos períodos de armazenamento, houve diferença significativa; as sementes do milho híbrido SHS5070, armazenadas em câmara fria, apresentaram os melhores resultados. Houve efeito das embalagens apenas aos 12 meses de armazenamento, quando a embalagem multifoliada obteve menor incidência do *Penicillium* no armazém (UBS) e maior porcentagem na câmara fria (TABELA 20).

A incidência deste fungo apresentou comportamento quadrático, à medida que se passavam os meses de armazenamento, a partir dos 3,2 meses, aproximadamente, houve um aumento na incidência para todas as embalagens e condições de armazenamento (FIGURA 16).

Os fungos de armazenamento são sensíveis às mudanças de temperatura, geralmente, desenvolvem-se rapidamente a temperaturas elevadas, ao redor de 30°C. Em temperaturas abaixo de 15°C, a incidência desses fungos é bem reduzida, com exceção do *Penicillium* sp., que pode se desenvolver em temperaturas de até - 5°C (PEZZINI; VALDUGA; CANSIANI, 2005).

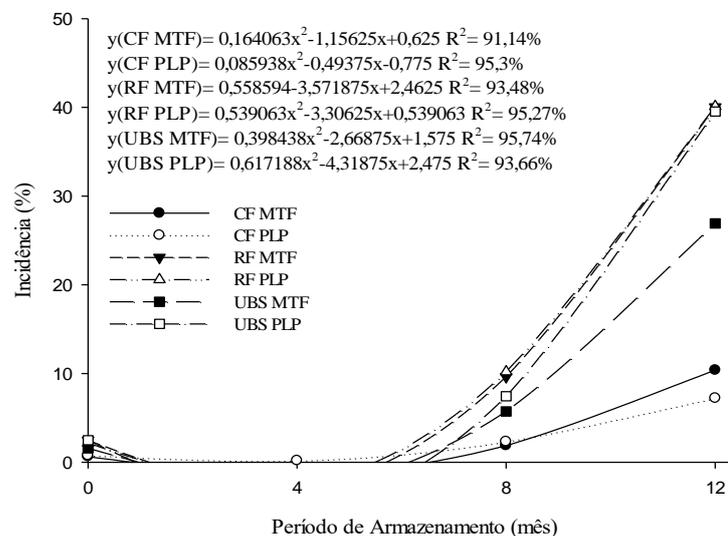
Tabela 20 - Incidência (%) de *Penicillium* sp. em sementes de milho híbrido SHS5070, armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.

Condição de Armazenamento	0 meses		4 meses		8 meses		12 meses	
	MTF	PLP	MTF	PLP	MTF	PLP	MTF	PLP
Câmara Fria	0Aa	1Aa	1Aa	1Aa	0Aa	2Aa	11Ab	8Aa
Resfriado	1Aa	1Aa	3Ba	3Aa	4Ba	5Ba	42Ca	42Ba
UBS	1Aa	1Aa	1Aa	1Ba	3Ba	2Aa	28Ba	42Bb
CV	23,66%							

Fonte: Da autora (2017).

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha em cada época de armazenamento não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott* a 5% de probabilidade.

Figura 16 - Incidência (%) de *Penicillium* sp. em sementes de milho híbrido SHS5070, armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.



Fonte: Da autora (2017).

4 CONCLUSÃO

As sementes armazenadas apresentaram resultados diferentes para cada híbrido. Para o híbrido SHS5070, a embalagem de papel multifoliada foi superior à de polipropileno trançado com uma folha de papel, após os 12 meses de armazenamento. O inverso ocorreu, para o híbrido BM3061, no qual a embalagem de polipropileno foi a que se destacou, principalmente, aos 12 meses de armazenamento.

AGRADECIMENTOS

À empresa Helix Sementes - Agrocereis pelo fornecimento dos lotes das sementes e das embalagens para o desenvolvimento do trabalho e a CAPES pela concessão da bolsa.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SEMENTES E MUDAS. **Anuário 2016**. Brasília, DF, 2017.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 2009. 395 p.
- CAMARGO, R. D.; CARVALHO, M. L. M. D. Armazenamento a vácuo de semente de milho doce. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 30, n. 1, p. 131-139, 2008.
- CARDOSO, R. B.; BINOTTI, F. F. da S.; CARDOSO, E. D. Potencial fisiológico de sementes de crambe em função de embalagens e armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 3, p. 272-278, jul./set. 2012.
- CARVALHO, M. L. M.; FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C. Controle de qualidade na produção de semente. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 232, p. 52-58, 2006.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: safra 2017/2018, segundo levantamento**. Brasília, DF, 2017.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, p. 1039-1042, 2011.
- FERREIRA, T. F. et al. Quality of soybean seeds treated with fungicides and insecticides before and after storage. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 38, n. 4, p. 278-286, dez. 2016.
- FERREIRA, V. de F. et al. Quality of maize seeds harvested and husked at high moisture levels. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 35, n. 3, p. 276-277, 2013.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed. Londrina: ABRATES, 2015. 660 p.
- MARCOS FILHO, J. Teste de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 1-21.
- MARINCEK, A. et al. Qualidade de sementes de milho durante o armazenamento: efeito da época de colheita e do tratamento com fungicida. **Ceres**, Viçosa, MG, v. 49, n. 285, p. 495-511, 2002.
- MARINI, P. et al. Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de arroz submetidas ao estresse térmico. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 4, p. 722-730, dez. 2012.

- NERLING, D. et al. Qualidade física e fisiológica de sementes de milho durante o beneficiamento. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 13, n. 3, p. 238-246, 2015.
- PARAGINSKI, R. T. et al. 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.
- PEZZINI, V.; VALDUGA, E.; CANSIANI, R. L. Incidência de fungos e micotoxinas em grãos de milho armazenados sob diferentes condições. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 64, n. 1, p. 91-96, 2005.

ARTIGO 3 – QUALIDADE DE FISIOLÓGICA E SANITÁRIA DE SEMENTES DE MILHO AO LONGO DO ARMAZENAMENTO EM DIFERENTES EMBALAGENS

Artigo redigido conforme a NBR 6022 (ABNT, 2003) e formatado de acordo com o Manual da UFLA de apresentação de teses e dissertações.

RESUMO

As embalagens que são utilizadas no armazenamento devem manter a qualidade ou pelo menos reduzir a velocidade do processo de deterioração das sementes. Para manutenção do alto vigor, o ideal é que se evite que as sementes fiquem expostas a condições ambientais desfavoráveis, que favorecem o desenvolvimento de pragas e microrganismos. Objetivou-se avaliar os efeitos de uma nova embalagem composta por polipropileno e revestida com papel, em diferentes condições de armazenamento sobre a qualidade de sementes de milho, ao longo de 12 meses de armazenamento. O armazenamento das sementes foi realizado em Patos de Minas, MG. Foram realizadas as análises fisiológicas no Laboratório Central de Análise de Sementes, no Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG. Foram utilizados os híbridos BM3061 e SHS 5070. Os tratamentos constituíram-se de dois tipos de embalagem: papel multifoliado e polipropileno trançado revestido com papel; duas condições de armazenamento: armazém (22°C e 72%UR) e câmara fria e seca (10°C e 50% UR); e quatro épocas de armazenamento: 0, 4, 8 e 12 meses. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x2x4. Analisaram-se a germinação, primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado, teste de frio com solo, emergência e índice de velocidade de emergência e o teste de sanidade. Procedeu-se à análise de variância e ao teste de média de Scott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando-se o software Sisvar ou realizou-se análise de regressão polinomial. Os valores da incidência fúngica foram previamente transformados em $(\sqrt{x+1})$. Concluiu-se que não houve efeito do fator embalagens para as sementes armazenadas em Patos de Minas. No ambiente não controlado, as sementes apresentaram um aumento na incidência fúngica após os 12 meses de armazenamento. As sementes armazenadas na câmara fria não deterioraram, após os 12 meses de armazenamento.

Palavras-chave: *Zea mays*. Condições de armazenamento. Vigor.

ABSTRACT

The packaging that is used in storage must maintain the quality or at least reduce the speed of the seed deterioration process. To maintain high vigor, the ideal is to prevent the seeds from being exposed to unfavorable environmental conditions, which favor the development of pests and microorganisms. The objective of this study was to evaluate the effects of a new packaging composed of polypropylene and coated with paper in different storage conditions on the quality of corn seeds during 12 months of storage. The storage of the seeds was carried out in Patos de Minas, MG. Physiological analyzes were performed at the Central Laboratory of Seed Analysis, at the Department of Agriculture of the Federal University of Lavras (UFLA), Lavras, MG. The hybrids BM3061 and SHS 5070 were used. The treatments consisted of two types of packaging: paper multifoliado and polypropylene braided coated with paper; two storage conditions: warehouse (22°C and 72% RH) and cold and dry chamber (10°C and 50% RH); and four storage times: 0, 4, 8 and 12 months. The experimental design was completely randomized, in a 2x2x4 factorial scheme. Germination, first germination count, accelerated aging, soil cold test, emergence and emergency speed index, and sanity test were analyzed. The analysis of variance and the Scott-Knott mean test at 5% probability were performed using the Sisvar software or polynomial regression analysis. The values of the fungal incidence were previously transformed into $(\sqrt{x} + 1)$. It was concluded that there was no effect of the packaging factor for the seeds stored in Patos de Minas. In the uncontrolled environment, the seeds showed an increase in fungal incidence after 12 months of storage. Seeds stored in the cold room do not deteriorate after 12 months of storage.

Keywords: *Zea mays*. Storage conditions. Vigor.

1 INTRODUÇÃO

O milho é uma cultura que apresenta a mais alta taxa de utilização de sementes (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SEMENTES E MUDAS - ABRASEM, 2017). Por esse motivo, empresas produtoras de sementes de milho têm investido em tecnologias pós-colheita que garantam a manutenção da qualidade de sementes que vêm do campo. Como exemplos, podem ser citados a utilização de câmaras frias e secas e a utilização de diferentes embalagens para o armazenamento de sementes.

De acordo com Delouche (2002), a velocidade do processo de deterioração é determinada, principalmente, pela interação entre herança genética, o grau de hidratação da semente e a temperatura em que esta é armazenada. Condições climáticas relativamente adversas, como temperaturas contrastantes ao longo do dia e umidades relativas altas, afetam as sementes, acelerando sua deterioração.

A embalagem utilizada e o ambiente durante o armazenamento influenciam na conservação do vigor das sementes. Antonello et al. (2009), avaliando o armazenamento de sementes de variedades de milho, em sacos de tecido (algodão) e em embalagens plásticas, observaram que o armazenamento em embalagens plásticas possibilita a manutenção da qualidade fisiológica, física e sanitária das sementes, com uma menor incidência de insetos e de fungos.

Desta forma, faz-se necessário pesquisar novas embalagens que sejam capazes de suportar longos períodos de armazenamento sem prejudicar a qualidade das sementes. Portanto objetivou-se avaliar os efeitos de uma nova embalagem composta por polipropileno e revestida com papel, em diferentes condições de armazenamento sobre a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de milho, ao longo de 12 meses de armazenamento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O armazenamento das sementes sob condições não controladas em câmara fria (10°C e 50% UR) foi realizado na empresa Agrocere, em Patos de Minas, MG, e as análises fisiológicas foram realizadas no Laboratório Central de Análise de Sementes, no Departamento de Agricultura, da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG.

Foram utilizadas sementes tratadas industrialmente com deltametrina, pirimifós-metil, carbedazim + tiram, produzidas na safra 2014/2015 dos híbridos SHS 5070 e BM 3061, classificados, respectivamente, como duro e dentado. As sementes de cada híbrido foram homogeneizadas separadamente e divididas em 96 sacos de 60.000 sementes, 48 sacos foram colocados em embalagem de papel multifoliada e o restante na embalagem de polipropileno trançado revestido com papel. Desses 96 sacos, 48 foram armazenados em câmara fria e seca (10°C e 50% UR), e os restantes foram armazenados apenas em condições não controladas (condições de armazém). Os valores de temperatura e UR média foram 23°C e 67%, respectivamente, durante o período de armazenamento entre março e fevereiro do ano subsequente.

A cada 4 meses de armazenamento, três sacos de sementes de cada embalagem e ambiente foram retirados e homogeneizados, para retirar a amostra de 2.000g, perfazendo um total de três repetições por tratamento para realização das análises. As sementes foram avaliadas quanto à qualidade fisiológica em cada período de armazenamento.

2.1 Delineamento estatístico

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente ao acaso, em esquema fatorial (2x2x4), que corresponde às duas embalagens utilizadas, aos dois métodos de armazenamento e aos quatro períodos de armazenamento, com três repetições. Para as análises de qualidade fisiológica, foram utilizadas duas replicatas para cada repetição, totalizando seis repetições por tratamento. Foram realizadas, para cada híbrido, uma análise de variância separada.

2.2 Determinação da qualidade de sementes

Após cada armazenamento, duas amostras de 4,5g sementes foram retiradas de cada embalagem e avaliou-se o teor de água das sementes pelo método gravimétrico em estufa a 105°C por 24 horas (BRASIL, 2009).

2.2.1 Teste de germinação

O teste de germinação foi conduzido com quatro repetições de 50 sementes com a semeadura entre papel toalha Germitest umedecido com água destilada na proporção de 2,5 ml.g⁻¹ de papel. As sementes permaneceram no germinador regulado para 25°C e as avaliações das plântulas normais foram efetuadas em duas contagens, sendo a primeira no quarto dia e a última, no sétimo dia após a semeadura, segundo recomendações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem média de plântulas normais por tratamento.

2.2.2 Primeira contagem de germinação

Efetuada em conjunto com o teste de germinação, foi realizado no quarto dia após a semeadura, computando-se a porcentagem de plântulas normais, ou seja, aquelas que apresentaram, pelo menos, duas raízes seminais e parte aérea com dois centímetros de comprimento (BRASIL, 2009).

2.2.3 Envelhecimento acelerado

O método utilizado foi o de minicâmara "gerbox" em que as sementes foram distribuídas sobre uma tela suspensa no interior da caixa contendo 40 mL de água. As sementes permaneceram incubadas, durante 96 horas, numa temperatura de 42°C (MARCOS FILHO, 1999). Em seguida, foi realizado o teste de germinação com quatro subamostras de 50 sementes (BRASIL, 2009). A avaliação foi feita sete dias após a semeadura. Os resultados foram expressos como porcentagem média de plântulas normais por tratamento.

2.2.4 Teste de frio com solo

A semeadura foi efetuada em substrato solo + areia, na proporção 2:1, acondicionado em bandejas de plástico umedecido a 60% da capacidade de retenção. Após a semeadura, as bandejas foram colocadas em câmara fria e seca (10°C e 50%), por sete dias e, posteriormente, levadas para a câmara de crescimento vegetal a 25°C, com fotoperíodo de 12 horas, por sete dias. Ao final, foi realizada a contagem do número de plântulas normais emergidas. Os resultados foram expressos como porcentagem média de plântulas normais por tratamento.

2.2.5 Emergência

A semeadura foi efetuada em substrato solo + areia, na proporção 2:1, acondicionado em bandejas de plástico umedecido a 60% da capacidade de retenção. Após a semeadura, as bandejas foram colocadas em câmara de crescimento vegetal a 25°C, com fotoperíodo de 12 horas, por 14 dias. Foram utilizadas 50 sementes por repetição e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais emergidas. Juntamente ao teste de emergência foi realizado o índice de velocidade de emergência, calculado pela fórmula proposta por Maguire (1962), avaliou-se diariamente o número de plântulas emergidas.

2.3 Teste de sanidade

O teste de sanidade das sementes foi avaliado pelo Blotter test com congelamento. Foram utilizadas oito repetições de 25 sementes, para as sementes armazenadas em Lavras, já as que vieram de Patos, utilizaram-se três subamostras com 4 repetições cada. As sementes foram distribuídas em placas de Petri de 15 cm de diâmetro, contendo três folhas de papel filtro, previamente esterilizadas e umedecidas com água destilada e esterilizada. As placas foram mantidas em sala de incubação a 20°C e fotoperíodo de 12 horas, por 24 horas e, posteriormente, transferidas para o freezer por mais 24 horas e voltaram para a sala de incubação, onde permaneceram por mais cinco dias, sendo, então, avaliadas quanto à presença de patógenos. Para a identificação dos patógenos presentes nas sementes, foi utilizada lupa estereoscópica e microscópio ótico. A incidência foi avaliada em porcentagem de fungos encontrados.

2.4 Procedimento estatístico

As análises estatísticas foram realizadas por meio do Sisvar (Sistema de Análise de Variâncias) para Windows (FERREIRA, 2011) e a comparação das médias foi feita pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade. Os valores da incidência fúngica foram previamente transformados em $(\sqrt{x+1})$.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Assim como aconteceu com as sementes armazenadas em Lavras, as sementes armazenadas em Patos de Minas também tiveram o teor de água reduzido, ao longo dos doze meses de armazenamento, para ambos híbridos, independentemente da embalagem e da condição de armazenamento (TABELAS 1 e 2). Essa redução do teor de água é resultado do equilíbrio higroscópico das sementes com as condições do ambiente de armazenamento. Ela ocorre, quando a pressão de vapor das sementes é maior que a do ar circundante, assim há transferência de vapor de água para o ar, isto é, ocorre o fenômeno de dessorção, reduzindo, desta forma, o grau umidade das sementes (SILVA; AFONSO; LACERDA FILHO, 1995).

Tabela 1 - Teor de água (%) para o milho híbrido BM3061, armazenado no município de Patos de Minas, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.

Condição de Armazenamento	0 meses		4 meses		8 meses		12 meses	
	MTF	PLP	MTF	PLP	MTF	PLP	MTF	PLP
Câmara Fria	13,67	13,41	12,47	12,26	11,06	11,08	10,19	10,19
UBS	13,03	13,00	12,00	11,98	11,15	11,13	10,11	9,92

Fonte: Da autora (2017).

Tabela 2 - Teor de água (%) para o milho híbrido SHS5070, armazenado no município de Patos de Minas, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.

Condição de Armazenamento	0 meses		4 meses		8 meses		12 meses	
	MTF	PLP	MTF	PLP	MTF	PLP	MTF	PLP
Câmara Fria	12,82	12,53	12,00	11,92	11,09	11,12	9,67	9,93
UBS	12,20	12,02	11,63	11,47	11,29	11,07	9,39	9,44

Fonte: Da autora (2017).

Não houve interação tripla entre o período de armazenamento, condições de armazenamento e embalagens, em nenhum dos resultados dos testes avaliados, em ambos os híbridos. Observou-se, para o híbrido BM 3061, interação dupla entre condição e período de armazenamento para os testes de frio, envelhecimento acelerado e índice de velocidade de emergência. Essa interação também foi observada, para o híbrido SHS 5070, apenas no teste de envelhecimento acelerado, no restante dos testes não houve nenhuma interação entre os fatores avaliados, em ambos os híbridos.

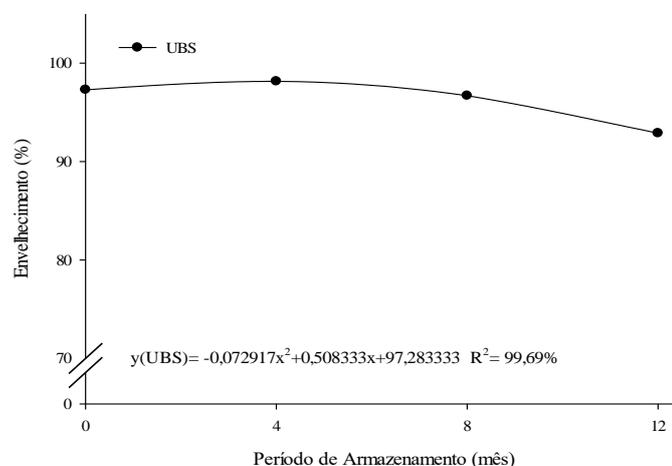
Para o teste de primeira contagem da germinação, não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos avaliados, em todos os fatores avaliados. Isso significa que ambas as embalagens exerceram o mesmo efeito, nas sementes dos dois híbridos analisados, assim como as condições e o período de armazenamento.

As sementes de ambos os híbridos analisados armazenadas na câmara fria apresentaram, para a contagem final de germinação, médias superiores às aquelas armazenadas em condições não controladas (UBS). Entretanto os fatores embalagem e período de armazenamento não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos.

As sementes do híbrido BM3061 armazenadas sob condições não controladas (UBS), no teste de envelhecimento acelerado, apresentaram comportamento quadrático, ao longo do armazenamento e uma tendência a ocorrer uma redução da germinação a partir 3,49 meses (105 dias) (FIGURA 1).

Ademais, não houve diferença estatística entre as embalagens avaliadas. As sementes armazenadas na câmara fria apresentaram médias superiores às demais apenas aos 12 meses. As sementes armazenadas em câmara fria apresentaram 98% de vigor em relação às aquelas armazenadas em condições não controladas, 93%. Observa-se, ainda, que os valores se mantiveram elevados, durante todo o armazenamento e não diferiram entre si, nos demais períodos de armazenamento.

Figura 1 - Teste de envelhecimento acelerado (%) de sementes de milho híbrido BM3061, armazenadas no município de Patos de Minas, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP), nas condições de armazenamento de câmara fria (CF), resfriado (RF) e armazém de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.

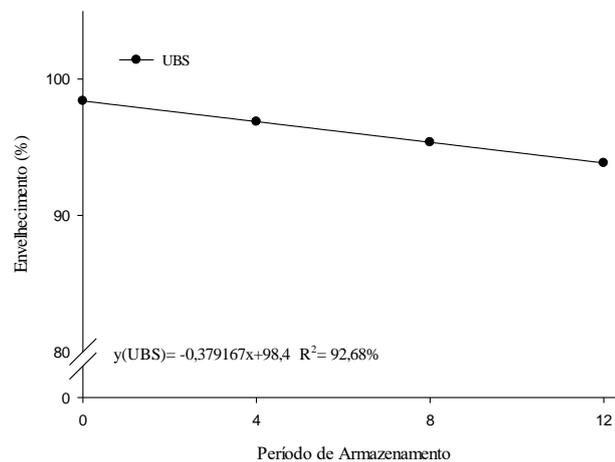


Fonte: Da autora (2017).

Para o teste de envelhecimento acelerado, os valores das sementes do híbrido SHS5070 mantidas em câmara fria não diferiram entre si, independente da época de armazenamento. As sementes armazenadas em condição não controlada (UBS) reduziram a germinação em 0,38% a cada um mês de armazenamento (FIGURA 2).

As embalagens avaliadas apresentaram o mesmo efeito nas sementes do híbrido SHS5070, com germinação de 97%. As sementes armazenadas na câmara fria apresentaram valores superiores às demais, aos 8 e 12 meses e os valores se mantiveram elevados durante todo o armazenamento (TABELA 3).

Figura 2 - Teste de envelhecimento acelerado (%) de sementes de milho híbrido SHS5070, armazenadas no município de Patos de Minas, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP), nas condições de armazenamento de câmara fria (CF), resfriado (RF) e armazém de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.



Fonte: Da autora (2017).

Tabela 3 - Porcentagem média de plântulas normais no teste de envelhecimento acelerado para o milho híbrido SHS5070, armazenado no município de Patos de Minas, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.

Condição de Armazenamento	0 meses	4 meses	8 meses	12 meses
Câmara Fria	98a	98a	98a	97a
UBS	98a	98a	95b	94b
CV	2,30%			

Fonte: Da autora (2017).

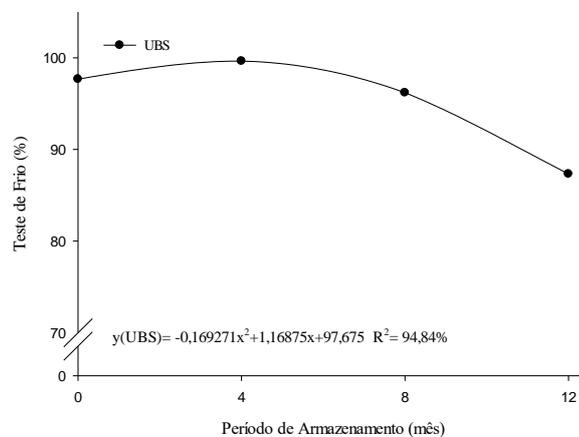
Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott* a 5% de probabilidade.

As sementes do híbrido BM3061 armazenadas sob condições não controladas (UBS) apresentaram comportamento quadrático, ao longo do armazenamento, com uma redução na emergência do teste de frio, a partir dos 3,45 meses (104 dias) (FIGURA 3).

Não houve diferença estatística entre as embalagens avaliadas, exibindo emergência de 97%. As sementes armazenadas na câmara fria apresentaram médias superiores às demais apenas aos 12 meses, visto que os valores se mantiveram elevados durante todo o armazenamento e não diferiram entre si, nos períodos de armazenamento (TABELA 4).

Carvalho et al. (2014), avaliando alterações fisiológicas e isoenzimáticas em sementes de genótipos de soja, em diferentes condições de armazenamento, constataram que o vigor foi mantido em sementes armazenadas em câmara fria ao longo dos oito meses de armazenamento.

Figura 3 - Teste de frio (%) de sementes de milho híbrido BM3061, armazenadas no município de Patos de Minas, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP), nas condições de armazenamento de câmara fria (CF), resfriado (RF) e armazém de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.



Fonte: Da autora (2017).

Tabela 4 - Teste de frio para o milho híbrido BM3061, armazenado no município de Patos de Minas, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.

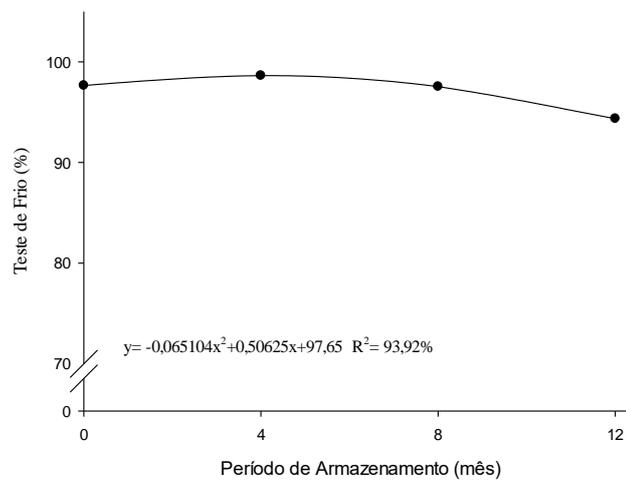
Condição de Armazenamento	0 meses	4 meses	8 meses	12 meses
Câmara Fria	99a	98a	99a	98a
UBS	98a	98a	98a	87b
CV	2,20%			

Fonte: Da autora (2017).

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott* a 5% de probabilidade.

Para o teste de frio do híbrido SHS5070, os fatores embalagem e condição de armazenamento não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, apresentando 97% de emergência para o teste de frio. O único fator que exerceu efeito sobre as sementes armazenadas foi o período de armazenamento, pois apresentou um comportamento quadrático negativo, ao longo do armazenamento, exibindo uma redução no vigor a partir dos 3,89 meses (117 dias) (FIGURA 4).

Figura 4 - Teste de frio (%) de sementes de milho híbrido SHS5070, armazenadas no município de Patos de Minas, por 12 meses. UFLA, Lavras, MG, 2017.

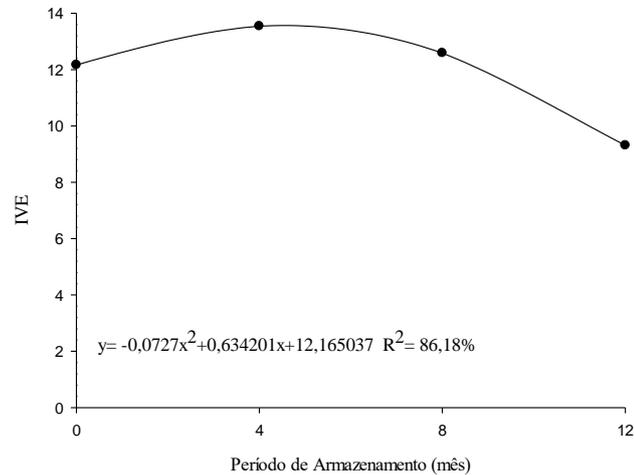


Fonte: Da autora (2017).

Para o índice de velocidade de emergência, as sementes do híbrido BM3061 armazenadas em ambas as condições avaliadas apresentaram comportamento quadrático, ao longo do armazenamento, com valor máximo estimado aos 4,57 meses (137 dias), com IVE máximo de 13,5 (FIGURA 5).

As embalagens avaliadas apresentaram o mesmo efeito nas sementes do híbrido BM3061, com índice de velocidade de emergência de, aproximadamente, 11,9. Já para o fator armazenamento, o lote de sementes mantido na câmara fria obteve índice médio de 12,32, que foi superior ao de 11,48 encontrado para aquele armazenado em ambiente não controlado (UBS).

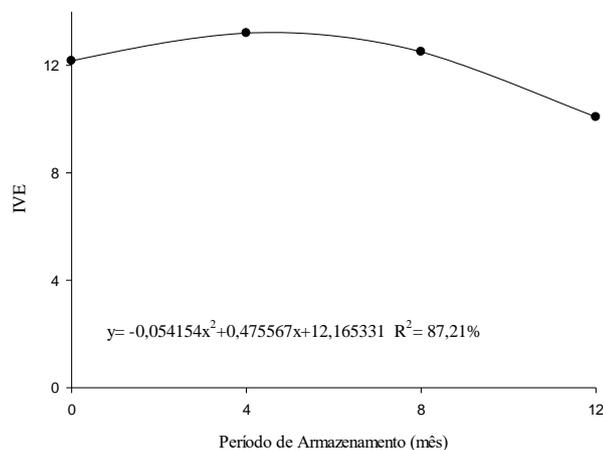
Figura 5 - Índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes do milho híbrido BM3061, armazenado no município de Patos de Minas, por 12 meses. UFLA, Lavras, MG, 2017.



Fonte: Da autora (2017).

Para o índice de velocidade de emergência das sementes do híbrido SHS5070, os fatores embalagem e condição de armazenamento não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, demonstrando um índice médio de 12. O único fator que exerceu efeito sobre as sementes armazenadas foi o período de armazenamento, pois apresentou um comportamento quadrático, ao longo do armazenamento, com valor máximo estimado aos 4 meses (120 dias), com IVE máximo de 13,2 (FIGURA 6).

Figura 6 - Índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes do milho híbrido SHS5070, armazenado no município de Patos de Minas, por 12 meses. UFLA, Lavras, MG, 2017.

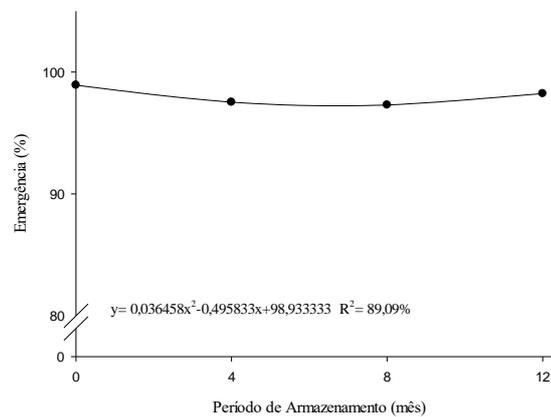


Fonte: Da autora (2017).

Ao teste de emergência das sementes do híbrido BM3061, não houve diferença estatística entre os tratamentos avaliados, em todos os fatores, com uma porcentagem média de emergência de 98. Isso significa que ambas as embalagens exerceram o mesmo efeito nas sementes do híbrido analisado, assim como as condições e o período de armazenamento.

Para a emergência das sementes do híbrido SHS5070, os fatores embalagem e condição de armazenamento não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, obtendo 98% de emergência. O único fator que exerceu efeito sobre as sementes armazenadas foi o período de armazenamento, pois apresentou um comportamento quadrático, ao longo do armazenamento, com emergência máxima de 99% (FIGURA 7).

Figura 7 - Porcentagem de emergência para o milho híbrido SHS5070, armazenado no município de Patos de Minas, por 12 meses. UFLA, Lavras, MG, 2017.



Fonte: Da autora (2017).

Para o híbrido BM3061, apenas a interação entre período e condições de armazenamento foi significativa, para todas as espécies de fungos analisadas no presente trabalho e, também, não houve diferenças significativas entre as embalagens em relação à incidência de nenhum dos fungos nas sementes. Aos 8 e 12 meses, as sementes mantidas em câmara fria obtiveram menores porcentagens do fungo *Aspergillus*, em relação ao armazém (TABELA 5).

As sementes de ambas as condições apresentaram tendência linear crescente, isto é, a porcentagem de incidência aumentou, à medida que foi passando o período de armazenamento (FIGURA 8).

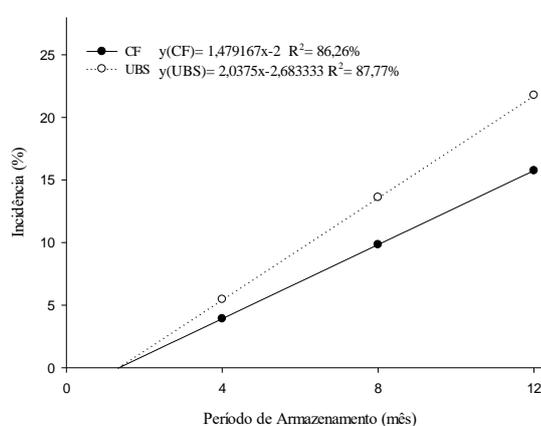
Tabela 5 - Incidência (%) de *Aspergillus* sp. em sementes de milho híbrido BM3061, armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens nas condições de armazenamento de câmara fria (CF) e armazém de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.

Condição de Armazenamento	0 meses	4 meses	8 meses	12 meses
Câmara Fria	1a	2a	7a	19a
UBS	1a	3a	10b	25b
CV	25,53%			

Fonte: Da autora (2017).

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott* a 5% de probabilidade.

Figura 8 - Incidência (%) de *Aspergillus* sp. em sementes de milho híbrido BM3061, armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens nas condições de armazenamento de câmara fria (CF) e armazém de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.



Fonte: Da autora (2017).

Assim como ocorreu para as sementes do híbrido BM3061, as do SHS5070 que também foram armazenadas em câmara fria obtiveram menores porcentagens do fungo *Aspergillus*, em relação ao armazém (UBS), aos 8 e 12 meses (TABELA 6).

As sementes que foram armazenadas em câmara fria apresentaram uma tendência de aumentar a incidência do *Aspergillus* a partir dos 2,85 meses. Já para aquelas armazenadas sem controle do ambiente, a incidência do fungo aumentou linearmente (FIGURA 9). Mesmo aumentando ao longo do tempo, os valores de incidência se mantiveram baixos, provavelmente, pelo fato de essas sementes serem tratadas. Ferreira et al. (2013) obtiveram resultados semelhantes para a cultura do milho armazenada ao longo de nove meses.

Tabela 6 - Incidência (%) de *Aspergillus* sp. em sementes de milho híbrido SHS5070, armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens nas condições de armazenamento de câmara fria (CF) e armazém de sementes (UBS).

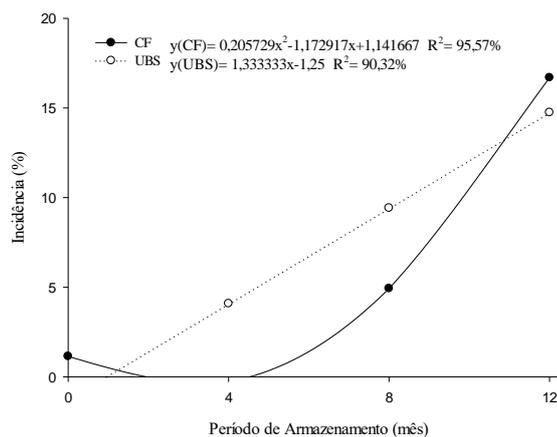
Condição de Armazenamento	0 meses	4 meses	8 meses	12 meses
Câmara Fria	1a	2a	3a	17a

UBS	1a	3a	7b	17b
CV	29,54%			

Fonte: Da autora (2017).

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott* a 5% de probabilidade.

Figura 9 - Incidência (%) de *Aspergillus* sp. em sementes de milho híbrido SHS5070, armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens nas condições de armazenamento de câmara fria (CF) e armazém de sementes (UBS).



Fonte: Da autora (2017).

Para o híbrido BM3061, houve diferença significativa entre as condições de armazenamento, apenas aos 12 meses de armazenamento, quando as sementes armazenadas em armazém apresentaram porcentagens menores que a câmara fria (TABELA 7).

As sementes armazenadas na UBS apresentaram tendência linear, assim, à medida que aumentou o tempo de armazenamento, a incidência do fungo *Fusarium* cresceu proporcionalmente. Já para aquelas armazenadas em câmara fria, o comportamento dos resultados foi quadrático e a incidência do fungo aumentou a partir dos 3,11 meses (93 dias) (FIGURA 10).

O *Fusarium* sp. é considerado um fungo de campo, que incide nas sementes, durante o amadurecimento e o dano é causado geralmente antes da colheita. Desenvolve-se durante o armazenamento, quando as sementes de milho armazenados aumentam o teor de água (PEZZINI; VALDUGA; CANSIANI, 2005; REGES et al., 2016).

Tabela 7 - Incidência (%) de *Fusarium* sp. em sementes de milho híbrido BM3061, armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens nas condições de armazenamento de câmara fria (CF) e armazém de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.

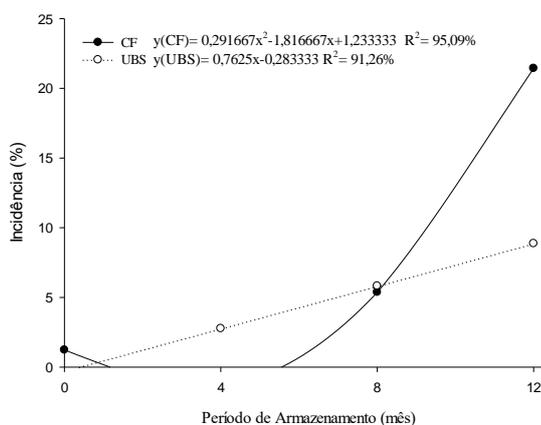
Condição de Armazenamento	0 meses	4 meses	8 meses	12 meses
---------------------------	---------	---------	---------	----------

Câmara Fria	0a	1a	3a	22b
UBS	1a	2a	5a	10a
CV	29,95%			

Fonte: Da autora (2017).

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott* a 5% de probabilidade.

Figura 10 - Incidência (%) de *Fusarium* sp. em sementes de milho híbrido BM3061, armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens nas condições de armazenamento de câmara fria (CF) e armazém de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.



Fonte: Da autora (2017).

Nos períodos de 8 e 12 meses, houve diferença significativa na incidência do fungo *Fusarium*, para as condições de armazenamento, nas embalagens de papel multifoliado e polipropileno trançado, respectivamente. As sementes da câmara fria foram as que obtiveram os melhores resultados. Para as embalagens, houve diferença apenas para aquelas armazenadas em UBS e a de polipropileno trançado foi a que obteve a maior incidência deste fungo (TABELA 8).

As sementes armazenadas sem controle do ambiente foram aquelas que aumentaram linearmente a incidência do fungo *Fusarium* ao longo período de armazenamento. Aquelas que foram mantidas em câmara fria, tenderam a aumentar a incidência deste fungo a partir 2,21 meses (66 dias) (FIGURA 11).

Tabela 8 - Incidência (%) de *Fusarium* sp. em sementes de milho híbrido SHS5070, armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.

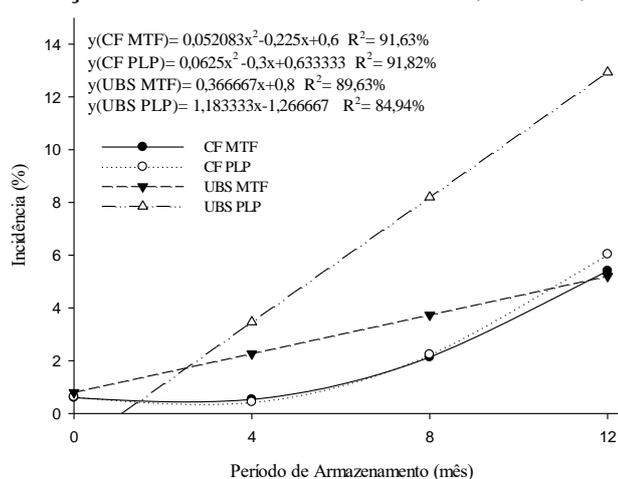
Condição de Armazenamento	0 meses		4 meses		8 meses		12 meses	
	MTF	PLP	MTF	PLP	MTF	PLP	MTF	PLP
Câmara Fria	0Aa	0Aa	1Aa	1Aa	1Aa	1Aa	6Aa	6Aa

UBS	1Aa	1Aa	2Aa	2Aa	5Ba	5Aa	5Aa	15Bb
CV	35,57%							

Fonte: Da autora (2017).

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha em cada época de armazenamento não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott*, a 5% de probabilidade.

Figura 11 - Incidência (%) de *Fusarium* sp. em sementes de milho híbrido SHS5070, armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.



Fonte: Da autora (2017).

A incidência do *Penicillium* manteve em níveis baixos para ambos os híbridos; para o híbrido BM3061, houve diferença significativa entre as condições de armazenamento, aos 8 e 12 meses (TABELA 9).

As sementes, em ambas as condições, aumentaram linearmente ao longo do período de armazenamento (FIGURA 12).

Camargo e Carvalho (2008) observaram que sob condição de câmara refrigerada a semente não tratada teve um maior desenvolvimento dos fungos *Fusarium moniliforme* e *Aspergillus* sp. e uma redução na incidência de *Penicillium* sp. Estes autores sugerem que pode ter ocorrido um efeito antagônico entre esses fungos, em condições de temperaturas baixas e baixa umidade relativa do ar.

Tabela 9 - Incidência (%) de *Penicillium* sp. em sementes de milho híbrido BM3061, armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens nas condições de armazenamento de câmara fria (CF) e armazém de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.

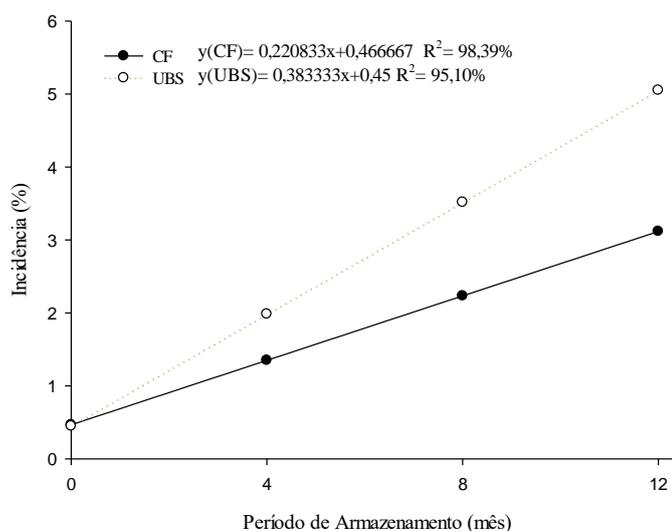
Condição de Armazenamento	0 meses	4 meses	8 meses	12 meses
Câmara Fria	0a	2a	2a	3a

UBS	0a	2a	4b	5b
CV	33,28%			

Fonte: Da autora (2017).

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott* a 5% de probabilidade.

Figura 12 - Incidência (%) de *Penicillium* sp. em sementes de milho híbrido BM3061, armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens nas condições de armazenamento de câmara fria (CF) e armazém de sementes (UBS). UFLA, Lavras, MG, 2017.



Fonte: Da autora (2017).

As sementes do híbrido SHS5070 apresentaram diferenças significativas para condições de armazenamento e embalagens apenas aos 12 meses. As sementes armazenadas em câmara fria, em embalagem de papel multifoliado obtiveram porcentagens menores que as de polipropileno; aquelas que eram de papel armazenadas na UBS apresentaram porcentagens maiores que a da câmara fria (TABELA 10).

As sementes armazenadas em câmara fria e em embalagens de papel multifoliado não diferiram estatisticamente entre si ao longo do período de armazenamento. As embalagens polipropileno armazenada em UBS aumentaram a incidência do *Penicillium* ao longo do período de armazenamento. O restante dos tratamentos apresentou um comportamento quadrático com um aumento da incidência a partir dos 2,2 meses (66 dias) (FIGURA 13).

Tabela 10 - Incidência (%) de *Penicillium* sp. em sementes de milho híbrido SHS5070, armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.

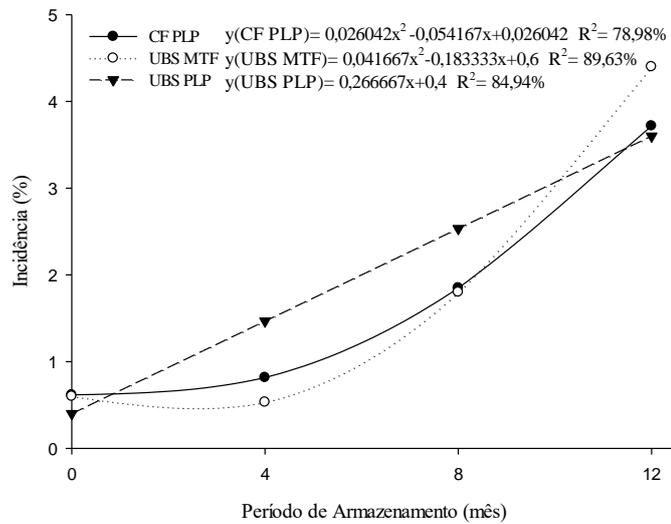
Condição de Armazenamento	0 meses		4 meses		8 meses		12 meses	
	MTF	PLP	MTF	PLP	MTF	PLP	MTF	PLP

Câmara Fria	0Aa	0Aa	1Aa	2Aa	1Aa	1Aa	0Aa	4Ab
UBS	1Aa	0Aa	1Aa	2Aa	1Aa	2Aa	5Ba	4Aa
CV	32,35%							

Fonte: Da autora (2017).

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha em cada época de armazenamento não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott* a 5% de probabilidade.

Figura 13 - Incidência (%) de *Penicillium* sp. em sementes de milho híbrido SHS5070, armazenado no município de Lavras, por 12 meses em embalagens de papel multifoliado (MTF) e de polipropileno trançado revestido com papel (PLP) em diferentes condições de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2017.



Fonte: Da autora (2017).

Sementes de milho armazenadas em câmara fria mantiveram a germinação e a qualidade fisiológica por até 12 meses, no entanto, em condições não controladas, a qualidade é reduzida, principalmente, após oito meses de armazenamento.

4 CONCLUSÕES

Não houve efeito do fator embalagens para as sementes armazenadas.

No ambiente não controlado, as sementes apresentaram um aumento na incidência fúngica após os 12 meses de armazenamento.

As sementes armazenadas na câmara fria não deterioraram, após os 12 meses de armazenamento.

AGRADECIMENTOS

À empresa Helix Sementes - Agrocerec pelo fornecimento dos lotes das sementes e das embalagens para o desenvolvimento do trabalho e a CAPES pela concessão da bolsa.

REFERÊNCIAS

- ANTONELLO, L. M. et al. Qualidade de sementes de milho armazenadas em diferentes embalagens. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 7, p. 2191-2194, 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SEMENTES E MUDAS. **Anuário 2016**. Brasília, DF, 2017.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 2009. 395 p.
- CAMARGO, R. D.; CARVALHO, M. L. M. D. Armazenamento a vácuo de semente de milho doce. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 30, n. 1, p. 131-139, 2008.
- CARVALHO, E. R. et al. Alterações isoenzimáticas em sementes de cultivares de soja em diferentes condições de armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 49, n. 12, p. 967-976, dez. 2014.
- DELOUCHE, J. Germinação, deterioração e vigor da semente. **Seed News**, Pelotas, n. 6, p. 24-31, 2002.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, p. 1039-1042, 2011.
- FERREIRA, V. de F. et al. Quality of maize seeds harvested and husked at high moisture levels. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 35, n. 3, p. 276-277, 2013.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.
- MARCOS FILHO, J. Teste de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 1-21.
- PEZZINI, V.; VALDUGA, E.; CANSIANI, R. L. Incidência de fungos e micotoxinas em grãos de milho armazenados sob diferentes condições. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 64, n. 1, p. 91-96, 2005.
- REGES, J. T. de A. et al. Ocorrência de fungos e micotoxinas em grãos de milho em Jataí-GO. **Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales**, Valle del Cauca, v. 3, p. 34-39, 2016.
- SILVA, J. S.; AFONSO, A. D. L.; LACERDA FILHO, A. F. Secagem e armazenagem de produtos agrícolas. In: SILVA, J. S. (Ed.). **Pré-processamento de produtos agrícolas**. Juiz de Fora: Instituto Maria, 1995. p. 395-462.