

VIABILIDADE E VIGOR DE SEMENTES DE MAMONA HÍBRIDA DURANTE O ARMAZENAMENTO

Deyner Damas Aguiar Silva¹, Cristiane Fernandes Lisboa², Yuri Jorge Dutra de Araujo³, Igor Leonardo Vespucci⁴ e Itamar Rosa Teixeira⁵

¹ Mestre em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Goiás, (64)99911-4633, deyner_damas@agronomo.eng.br

² Mestra em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Goiás, (62)98576-1020, cflisboa.engenharia@hotmail.com

³ Graduando em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Goiás, (62)98133-1534, ydutra@gmail.com

⁴ Mestre em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Goiás, (62)98139-5670, igorvespucci@agronomo.eng.br

⁵ Pós-doutor em Fitotecnia, Universidade Estadual de Goiás, (62)99626-8407, itamar.teixeira@ueg.br

Apresentado no

XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

RESUMO: Uma das formas de melhorar a oferta de sementes, é se trabalhar melhores condições de armazenamento para manter a qualidade fisiológica das sementes elevada. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade fisiológica de sementes de mamona híbrida durante o armazenamento em diferentes ambientes e embalagens nas condições do cerrado. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com parcelas subdivididas no tempo, com quatro repetições. Nas parcelas foi designado o fatorial 2x3, sendo: 2 ambientes (câmara fria e ambiente de laboratório) e 3 embalagens (papel kraft, saco plástico e garrafa PET) e nas subparcelas os 7 tempos de armazenamento (0; 2; 4; 6; 8; 10 e 12 meses). As sementes de mamona utilizadas eram da cultivar híbrida AG IMA 110204, e foram armazenadas no laboratório da Universidade Estadual de Goiás, Câmpus Anápolis. Foram realizados os seguintes testes: teor de água, teste de germinação, primeira contagem, condutividade elétrica, comprimento e massa seca de plântulas. Os dados foram submetidos a análise de variância, os tratamentos qualitativos quando significativos foram comparadas pelo teste de Tukey, enquanto os tratamentos quantitativos foram submetidos à análise de regressão. Conclui-se que, independente do ambiente, recomenda-se o emprego das embalagens tanto de saco plástico quanto garrafa PET.

PALAVRAS-CHAVE: *Ricinus communis*; Mamona de pequeno porte; Acondicionamento; Viabilidade e Vigor.

VIABILITY AND VIGOR OF HYBRID CASTOR BEAN SEEDS DURING STORAGE

ABSTRACT: One of the shapes to offer quality seeds, is to improve their storage conditions, in order to maintain with the purpose of maintaining its physiological quality for longer. This work aimed to evaluate the physiological quality of seeds of hybrid castor bean during storage in different environments and packaging under the cerrado conditions. A completely randomized design was used with parcels subdivided in time, with four replicates. In the plots was designated the factorial 2x3, being: two environments (cold chamber and laboratory environment) and three packaging (kraft bag, plastic bag and PET bottle). In the subplots the seven storage times (0, 2, 4, 6, 8, 10 and 12 months). Castor seeds used were of the hybrid cultivar Ag Ima 110204, and were stored in the laboratory of the State University of Goiás, Campus Anápolis. The following tests were performed: water content, germination test, first count, electrical conductivity, length and seedling dry weight. The data were submitted to analysis of variance, the qualitative treatments when significant were compared by the Tukey test, while the quantitative treatments were submitted to regression analysis. It is concluded that, regardless of the environment, it is recommended to use plastic bag and PET bottle.

KEYWORDS: *Ricinus communis*; Castor bean of small pot; Packaging; Viability and Vigor.

INTRODUÇÃO

As sementes de mamona têm despertado grande interesse, devido ao incentivo à utilização na produção de biodiesel, espessantes, sabões especiais, tintas, batons, produtos de limpeza e ainda estabilizantes de perfumes. Nesse sentido são necessárias grandes áreas de cultivo para atender a toda demanda (OSAKI e BATALHA, 2011; PERDOMO et al., 2013; MAGRIOTIS et al., 2014; SUHAIL et al., 2015).

No entanto, para que a ampliação da oferta dessa matéria-prima seja bem-sucedida, é necessário desenvolver um conjunto de conhecimentos que permitam a obtenção de maior qualidade fisiológica e conservação das sementes, para que essa cultura faça frente a outras opções como a soja, o amendoim e o girassol, cuja tecnologia de produção é mais avançada (FANAN et al., 2009; OSAKI e BATALHA, 2011; SILVA et al., 2016; PATEL et al., 2017).

Uma das formas de garantir maior oferta de sementes de mamona de qualidade aos produtores é melhorar as condições de armazenamento. Nesse sentido, se faz de grande importância nesse cenário, estudos que viabilizem o armazenamento eficaz da oleaginosa. Todavia, ao se trabalhar com armazenamento de sementes, o tipo de embalagem utilizada e o ambiente irão influenciar na conservação da qualidade fisiológica das sementes (BAUDET, 2003; OLIVEIRA et al., 2011), sobretudo nas sementes, como da mamona, em que o principal tipo de reserva são os compostos lipídicos (MARCOS FILHO, 2015).

Para escolher uma embalagem para armazenagem de sementes, deve-se considerar o grau de permeabilidade das mesmas, condições climáticas da região, comportamento das sementes no armazenamento, modalidade de comercialização, características mecânicas da embalagem e disponibilidade no comércio (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012). Pensando no cenário da agricultura familiar, segmento responsável pela maior produção de mamona no Brasil e onde existe de forma acentuada a reutilização de embalagens, deve-se ter cuidado quando proceder tal exercício, pois as embalagens reutilizadas devem atender as necessidades fisiológicas das sementes acondicionadas.

No mercado de sementes observa-se comumente a utilização de três tipos de embalagem, sendo: embalagens impermeáveis (alumínio) para comercialização de sementes de hortaliças; semipermeáveis utilizadas para sementes de flores (polietileno de baixa densidade) e as que são consideradas permeáveis (papel kraft), utilizadas na maioria das culturas anuais (soja, milho, sorgo e etc). Existe uma grande preocupação na escolha da embalagem para melhor armazenamento de sementes, onde procura-se estudar o efeito destas na qualidade final das sementes. Sudini et al. (2015), realizaram o armazenamento de sementes de amendoim em embalagens com diferentes níveis de permeabilidade e verificaram que ao final do estudo as sementes que foram locadas em embalagens com menor permeabilidade apresentaram maior vigor e menor ataque de pragas e fungos de armazenamento; em outro estudo Mourad et al., (2016), concluíram que o armazenamento de sementes de girassol em embalagens com menor permeabilidade inferiu em melhor manutenção do vigor das sementes; por outro lado, foi realizado armazenamento com sementes de soja em diferentes embalagens, e neste estudo verificou-se que ao final do experimento as embalagens que tinham maior porosidade foram as que melhor garantiram a qualidade fisiológica destas sementes (FARIA et al., 2016).

Estudos com armazenamento de mamona, são raros e pouco conclusivos. Machado et al. (2010), armazenaram sementes de mamona por um período de 12 meses, e verificaram que no decorrer do tempo de armazenamento, aos três, seis e nove meses o percentual de germinação foi reduzido situando-se em torno de 82% voltando a aumentar aos doze meses para 87%. Desta forma, pode dizer que não existe um padrão comum da ocorrência do processo de deterioração, havendo oscilações ainda não explicadas pela área de fisiologia vegetal.

Mediante ao exposto, este trabalho teve por objetivo avaliar o vigor e a viabilidade de sementes de mamona híbrida AG IMA 110204 ao longo de 12 meses de armazenamento em diferentes ambientes e embalagens nas condições do cerrado.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas sementes oriundas da cultivar de mamona híbrida AG IMA 110204, produzidas em campo de sementes no município de Primavera do Leste, MT. Posteriormente a colheita, as sementes foram transportadas até ao Laboratório de Secagem e Armazenagem da Universidade Estadual de Goiás, Campus de Ciências Exatas e Tecnológicas para serem submetidas aos tratamentos imediatamente.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 3 x 7 em parcelas subdivididas no tempo, com quatro repetições. Nas parcelas foram designados os tratamentos referentes a dois ambientes (câmara fria - temperatura e umidade relativa de 10 ± 2 °C e 45 ± 2 %, respectivamente; e laboratório - sem controle) e três tipos de embalagem (saco kraft, saco plástico e garrafa PET), e nas subparcelas os períodos de avaliação ao longo do armazenamento (0; 2; 4; 6; 8; 10 e 12 meses). A temperatura média anual no local da experiência foi de 25,8 °C (média máxima de 28,3 °C, mínima média de 23,3 °C), e umidade relativa média do ar de 75%.

O teor de água (T.A.) em base úmida (b.u.) das sementes foi determinado pelo método da estufa, com ventilação forçada a 105 ± 3 °C durante 24 h, com utilização de duas subamostras para cada repetição, conforme as Regras para Análise de Sementes - RAS (BRASIL, 2009).

Para determinação da viabilidade e do vigor das sementes, foram empregadas as seguintes metodologias: teste de germinação padrão que foi realizado com 25 sementes por repetição, com contagens no sétimo e décimo quarto dia após instalação do teste, seguindo as normas descritas pelas Regras para Análise de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009). A primeira contagem de germinação correspondeu à porcentagem de plântulas normais observadas aos sete dias após a instalação do teste de germinação (BRASIL, 2009).

O teste de comprimento de plântulas foi realizado com substrato de papel, umedecido conforme indicado para o teste de germinação, empregando-se 10 sementes por repetição. Decorridos o período de sete dias após a instalação do teste foram realizadas medições, com o auxílio de uma régua graduada em mm, da parte aérea e da raiz principal das plântulas conforme indicado por Vieira e Carvalho (1994). Os resultados foram expressos em mm, com uma casa decimal, e a média da parte da plântula de cada repetição foi a média aritmética das repetições.

Para determinação da massa seca de plântulas, foram removidos os tecidos de reservas e as plântulas foram colocadas em estufa a 80 °C por 24 h. Após esse período, as amostras foram pesadas para o cálculo do peso da massa seca de plântula (mg plântula^{-1}) (VIEIRA e CARVALHO, 1994). Foi tomada ainda a densidade da massa seca de plântulas pelo cálculo da razão entre a massa seca e o comprimento de plântulas expressa em mg cm^{-1} .

Afim de determinar a condutividade elétrica das sementes, foram utilizadas sementes sem danos visíveis no tegumento. Após a separação das sementes, foram utilizadas 25 sementes para cada repetição, em seguida procedeu-se a realização do teste de condutividade elétrica seguindo a metodologia descrita por Souza et al., (2009), sendo os resultados expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$.

Os dados do teor de água encontrados nas sementes ao longo de um ano foram submetidos a análise descritiva. Os demais dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos qualitativos, quando significativos, foram comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$), enquanto os tratamentos quantitativos foram submetidos à análise de

regressão. Empregou-se o programa estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2014) na realização das análises.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de água presente nos lotes de sementes pertencente ao híbrido de mamona AG IMA 110204, no momento do início do armazenamento foi de 8,1 % b.u, demonstrando, portanto, condições ideais para condução do trabalho. Entretanto, ao longo de 12 meses de armazenamento as sementes sofreram variação dos teores de água, em função dos ambientes e recipientes estudados. Em ambiente de câmara fria foi observado maiores valores do teor de água nas sementes em relação ao ambiente de laboratório durante todo o período (Figura 1).

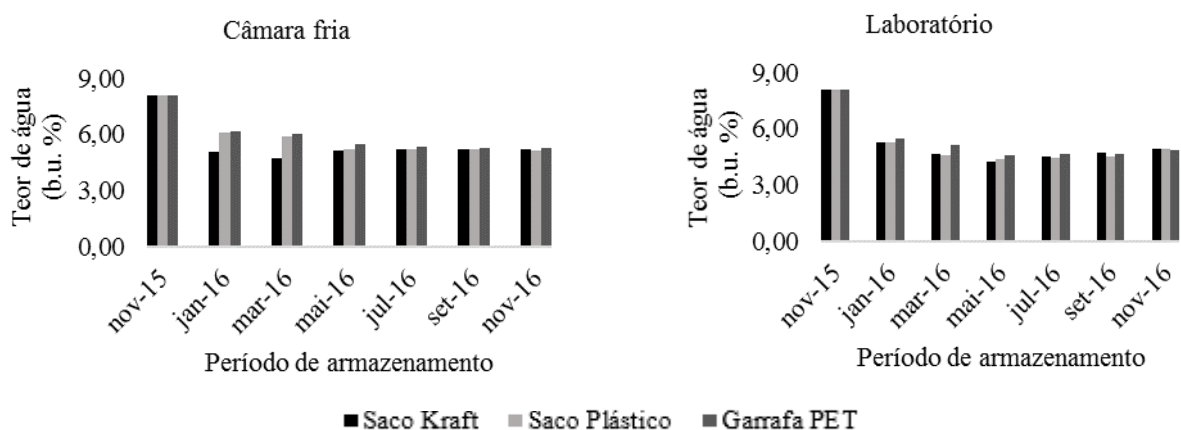


FIGURA 1. Teor de água das sementes (b.u. %) do híbrido de mamona AG IMA 110204, nas diferentes embalagens e ambientes durante o armazenamento.

Moisture content (b.u.%) of the castor hybrid AG IMA 110204, in the different packages and environments during storage.

Quanto ao recipiente, pode-se notar que, durante o armazenamento em câmara fria, o teor de água (b.u.) das sementes praticamente não apresentou diferença nas embalagens de saco plástico e garrafa PET, resultado distinto da embalagem saco kraft o que pode estar associado ao material que compunha as embalagens. Resultados similares foram encontrados por Silva et al. (2010), trabalhando com armazenamento de sementes de arroz, feijão e milho em diferentes embalagens.

A germinação das sementes de mamona híbrida foi influenciada pela interação entre o ambiente e embalagens (Tabela 1). O ambiente de câmara fria associado a embalagem garrafa PET proporcionou maior percentual germinação para as sementes de mamona, apresentando valores superiores à 83%. Tais resultados são concordantes aos obtidos por Pinto Junior et al. (2012), que realizaram o armazenamento de sementes de pinhão manso em diferentes ambientes e embalagens, e verificaram, ao final do experimento melhor manutenção da qualidade fisiológica das sementes no ambiente controlado quando armazenadas em embalagem impermeável.

TABELA 1. Valores médios da germinação (%) de sementes do híbrido de mamona AG IMA 110204 em diferentes ambientes e embalagens.

Average values of germination (%) of seeds of the hybrid of castor AG IMA 110204 in different environments and packages.

Ambiente	Embalagem		
	Saco Kraft	Saco Plástico	Garrafa PET
Laboratório	66,91 bB	77,75 bA	78,57 bA
Câmara Fria	71,91 aB	79,40 aA	83,24 aA

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferenciam entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A germinação também foi influenciada pela interação entre o período de armazenamento e embalagens (Figura 2-A), sendo que os maiores percentuais de plântulas normais foram obtidas com as embalagens saco plástico e garrafa PET aos doze meses de armazenamento, como valores respectivos próximos a 80% de germinação em comparação aos resultados da embalagem saco kraft, com inversão positiva da parábola aos oito meses de armazenamento, retomando portanto aos padrões de comercialização da sementes de mamona.

Tal fator pode estar associado a permeabilidade das embalagens, haja visto que, a embalagem que se mostrou mais sensível ao armazenamento foi a de saco kraft. Segundo a classificação por Carvalho e Nakagawa (2012), a embalagem de saco kraft é considerada permeável, o que facilita as trocas com o meio externo fazendo que o teor de água das sementes oscile, podendo levar a degradação das reservas nutritivas, o que diminua a viabilidade e vigor das sementes. Em contrapartida, as embalagens de saco plástico e PET, apresentaram menor redução da viabilidade ao final do armazenamento.

Em um estudo com sementes de soja, armazenadas por três meses, Virgolino et al. (2016) constataram que as sementes armazenadas em embalagem do tipo “big bag” com permeabilidade reduzida em relação a embalagem de saco kraft apresentaram maior germinação ao final do armazenamento, corroborando com os resultados encontrados neste trabalho.

O ambiente de armazenamento também apresentou influência sobre a germinação das sementes ao longo dos doze meses de acondicionamento (Figura 2-B), sendo que a viabilidade das sementes decaiu nos ambientes até os oito meses de armazenamento, posteriormente, estes valores voltaram a aumentar para ambos ambientes estudados. Todavia, no ambiente de câmara fria por apresentar condições controladas se mostrou melhor para manutenção da viabilidade das sementes ao final do armazenamento. O processo de deterioração das sementes armazenadas é inevitável, porém, quando expostas a oscilações de temperatura e umidade como no ambiente não controlado (laboratório), estas perdem a viabilidade mais rapidamente ficando mais suscetíveis a estresses durante a germinação e, eventualmente, reduzindo sua capacidade de originar plântulas normais (SILVA et al., 2014).

Pelos resultados obtidos pode-se verificar que o armazenamento contribui para redução da dormência destas sementes, fazendo assim com elas aumentem sua viabilidade e vigor após determinado período. Na presente situação, pode-se constatar que o decréscimo da viabilidade e o vigor de sementes de mamona estabilizaram ou até mesmo aumentaram ao longo do armazenamento. Portanto, a premissa de que o armazenamento não contribui para o aumento da qualidade de sementes (SILVA, 2008), para o caso de sementes de mamona, não é válido, pois em determinadas situações este fenômeno é detectado, devido especialmente a ocorrência da quebra de dormência como verificado neste estudo.

Assim como na viabilidade, o vigor das sementes de mamona foi influenciado pelo ambiente, durante o armazenamento, no teste de primeira contagem (Figura 2-C). Apesar das sementes não apresentarem elevados valores de vigor (primeira contagem), o ambiente de câmara fria se mostrou melhor em relação ao laboratório, o que pode estar associado que as sementes armazenadas neste ambiente sofrem mais com as variações externas implicadas ao longo do período de armazenamento, comprometendo sua qualidade.

O percentual de plântulas normais, obtidos no teste de primeira contagem, apresentou comportamento quadrático para ambos ambientes. Durante o armazenamento, o vigor das sementes de híbridos de mamona foi decaindo, no entanto, em ambos ambientes foi possível observar estabilização na perda do vigor na avaliação compreendida a partir de oito meses de armazenamento, com pequeno acréscimo a partir deste período. Tais resultados se assemelham aos encontrados por Machado et al. (2010), em que as sementes de mamona

também apresentaram queda na germinação (pelo teste de primeira contagem) até o sexto mês de armazenamento, e estabilização no oitavo mês e ao final aumentando o vigor.

FIGURA 2. Teste padrão de germinação (TPG) (A e B), primeira contagem do teste de germinação (PC) (C), comprimento de plântulas (CP) (D), massa seca de plântulas (MSP) (E), densidade de massa seca de plântulas (DMSP) (F), condutividade elétrica (CE) (G e H) oriundos de sementes do híbrido de mamona AG IMA 110204 ao longo do período de armazenamento.

Germination test (TPG) (A and B), first count of germination test (PC) (C), seedling length (CP) (D), seedling dry mass (DM) (E), mass density (DMSP) (F), electrical conductivity (EC) (G and H) from seeds of the hybrid ammonia AG IMA 110204 throughout the storage period.

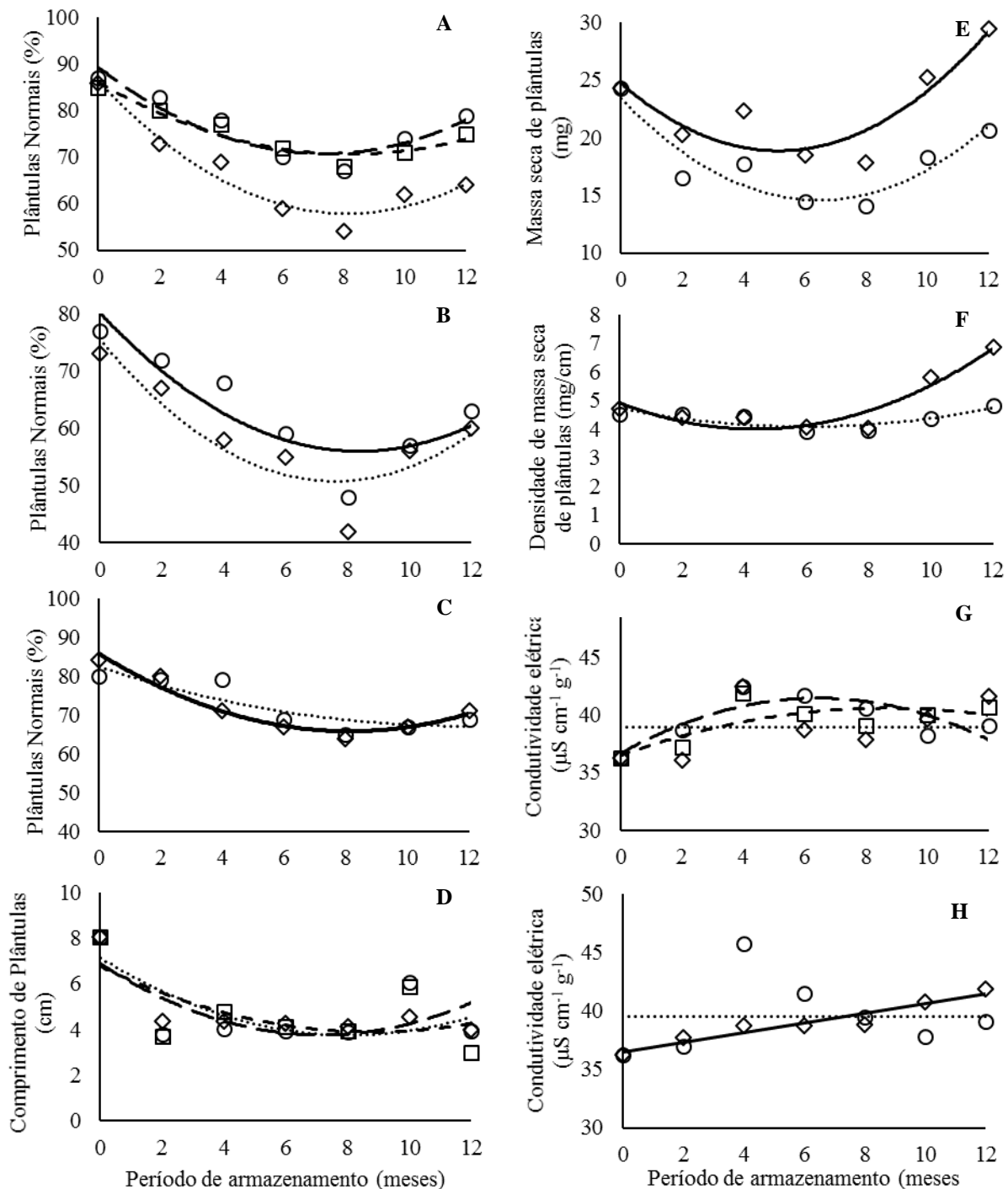


TABELA 2. Equações de regressão polinomial referentes a Figura 2, para os dados do Teste padrão de germinação (TPG), primeira contagem do teste de germinação (PC), comprimento de plântulas (CP), massa seca de plântulas (MSP), densidade de massa seca de plântulas (DMSP), condutividade elétrica (CE).

Polynomial regression equations referring to Figure 3, for germination test (TPG), first count of germination test (PC), seedling length (CP), seedling dry mass (MSP), dry mass density Of seedlings (DMSP), electrical conductivity (EC).

Testes	Tratamentos	Equações	R ²
TPG	◇ Saco Kraft	$\hat{y} = 0,4315x^2 - 7,0179x + 86,381$	0,94**
	□ Saco Plástico	$\hat{y} = 0,2292x^2 - 3,7679x + 86,119$	0,93**
	○ Garrafa PET	$\hat{y} = 0,3423x^2 - 5,0536x + 89,381$	0,86*
	○ Laboratório	$\hat{y} = 0,1101x^2 - 2,5893x + 82,381$	0,78*
	◇ Câmara Fria	$\hat{y} = 0,3036x^2 - 4,9286x + 85,786$	0,95**
PC	○ Laboratório	$\hat{y} = 0,4315x^2 - 6,5536x + 75,595$	0,80*
	◇ Câmara Fria	$\hat{y} = 0,3452x^2 - 5,7857x + 80,191$	0,80*
CP	◇ Saco Kraft	$\hat{y} = 0,0521x^2 - 0,8416x + 7,1526$	0,72**
	□ Saco Plástico	$\hat{y} = 0,0373x^2 - 0,6562x + 6,7783$	0,39**
	○ Garrafa PET	$\hat{y} = 0,0609x^2 - 0,8726x + 6,8853$	0,45**
MSP	○ Laboratório	$\hat{y} = 0,2110x^2 - 2,7273x + 23,377$	0,84**
	◇ Câmara Fria	$\hat{y} = 0,2205x^2 - 2,2714x + 24,701$	0,80*
DMSP	○ Laboratório	$\hat{y} = 0,0177x^2 - 0,2111x + 4,7171$	0,65*
	◇ Câmara Fria	$\hat{y} = 0,0481x^2 - 0,4195x + 4,9130$	0,90**
CE	◇ Saco Kraft	$\hat{y} = 39,82$	ns
	□ Saco Plástico	$\hat{y} = -0,0543x^2 + 0,9429x + 36,475$	0,58**
	○ Garrafa PET	$\hat{y} = -0,1161x^2 + 1,4936x + 36,630$	0,70**
	○ Laboratório	$\hat{y} = 39,54$	ns
	◇ Câmara Fria	$\hat{y} = 0,4116x + 36,5083$	0,91**

** , * , ns: significativo a 1 e 5% e não significativo respectivamente pelo teste F.

Os ambientes de armazenamento interferiram no comprimento de plântulas (Tabela 3). O melhor ambiente, para o comprimento de plântulas, foi o de câmara fria, apresentando plântulas 1,49 cm maiores em relação ao ambiente laboratório. Quanto a interação entre as embalagens e o tempo de armazenamento (Figura 2-D), pode-se verificar que no oitavo mês de armazenamento o vigor das sementes avaliado pelo teste de crescimento de plântulas, apresentou redução na diminuição do comprimento de plântulas. Posteriormente, o comprimento de plântula voltou a aumentar para as embalagens avaliadas, tendo os maiores valores observados aos doze meses de armazenamento, corroborando aos resultados verificados nos testes de germinação e primeira contagem.

TABELA 1. Valores médios referentes ao comprimento de plântulas oriundas de sementes do híbrido de mamona AG IMA 110204 acondicionadas em diferentes ambientes.
Mean values for the length of seedlings originating from seeds of the hybrid of AGM IMA 110204, conditioned in different environments.

Ambiente	Comprimento de plântulas (cm)
Laboratório	5,02 b
Câmara Fria	6,51 a

No teste massa seca de plântulas pode-se averiguar que o ambiente de câmara fria apresentou capacidade superior na manutenção do vigor das sementes de mamona (Figura 2-E), e conseqüentemente capacidade das sementes de transferir suas reservas para as plântulas. Nota-se ainda, que foi possível constatar novamente a estabilização do decréscimo de massa

seca acumulada de plântulas de mamona aos oito meses para ambos os ambientes analisados, com posterior acréscimo atingindo o máximo até o décimo segundo mês de armazenamento, corroborando assim aos resultados de vigor da primeira contagem e comprimento de plântula. Com relação ao ambiente controlado, ou seja, câmara fria, este proporcionou melhores resultados de massa seca de plântula acumulada em relação ao laboratório.

A densidade de massa seca de plântulas de mamona foi influenciada pela interação entre o ambiente e o período de armazenamento (Figura 2-F). A densidade de massa seca de plântulas apresentou comportamento quadrático durante o período de armazenamento para o ambiente de câmara fria, sendo que o ápice da densidade foi verificado no décimo segundo mês de armazenamento. Nesse período foi alcançado o ápice de acúmulo de massa seca por área nas plântulas (6,85 e 4,83 mg/cm). Porém, no sexto mês de armazenamento notou-se inversão da equação de regressão que inicialmente apresentava comportamento linear decrescente no que diz respeito a densidade de massa seca de plântulas.

Pelos resultados do teste de condutividade elétrica pode-se averiguar que o ambiente e embalagem influenciaram na estabilidade das membranas das sementes (Tabela 4). A embalagem de saco plástico não diferiu estatisticamente do saco kraft quanto da garrafa PET sob ambiente de laboratório, no entanto, as melhores embalagens foram o saco kraft seguido do saco plástico sendo a que apresentou menor condutividade elétrica no armazenamento.

TABELA 2. Valores médios de condutividade elétrica (em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) oriundas de sementes de mamona AG IMA 110204 armazenadas em diferentes ambientes e embalagens.

Mean values of electrical conductivity (in $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) from castor bean seeds AG IMA 110204 stored in different environments and packages.

Ambiente	Embalagem		
	Saco Kraft	Saco Plástico	Garrafa PET
Laboratório	39,81 aA	39,96 aA	39,86 aA
Câmara Fria	38,05 bB	39,04 aAB	39,25 aA

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferenciam entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A condutividade elétrica foi influenciada também pela interação entre os ambientes e o tempo de armazenamento (Figura 2-G). O ambiente câmara fria apresentou menor oscilação dos valores de condutividade elétrica quando comparado com o ambiente de laboratório. Enquanto que na câmara fria observou-se comportamento linear ascendente, no ambiente de laboratório os dados não apresentam ajuste, o que pode estar ligado ao fato deste ambiente não ter controle de temperatura e umidade, lavando a maior degradação das membranas promovida pela troca entre semente e o meio externo, já que nesta situação o equilíbrio higroscópico da semente é dificilmente atingido. Bessa et al. (2015) encontraram interação para condutividade elétrica entre o tipo de ambiente e o período de armazenamento com sementes de crambe, em que foi observado comportamento linear também para a câmara fria, corroborando, portanto, aos resultados encontrados.

Evidenciou-se que a condutividade elétrica das sementes de mamona apresentou comportamento quadrático para as embalagens saco plástico e garrafa PET (Figura 2-H), tendo sido verificado nestas menor permeabilidade do sistema de membrana, ou seja, menores leituras, uma vez que existe menor lixiviação de íons dos tecidos de reserva para a solução de avaliação. Em contrapartida, a embalagem de saco de papel não apresentou ajuste para regressão, tal fato pode estar associado a grande oscilação observada durante o período de armazenamento. Bessa et al. (2015) também encontraram melhores resultados de condutividade elétrica trabalhando com sementes de crambe armazenadas em embalagens com menor permeabilidade.

O resultado do teste de condutividade elétrica condiz aos demais testes aplicados para avaliar vigor de sementes. Verificou-se, em geral, que o vigor de sementes de mamona decresceu nos primeiros meses de armazenamento, seguida de uma estabilização e posterior acréscimo. Isto justifica os ajustes de equações com modelos quadráticos para os recipientes saco plástico e garrafa PET para condutividade, tidos como semi-permeável e impermeável, e, portanto, com menor capacidade de troca com o meio externo. Desta forma, para as sementes acondicionadas nestes recipientes ao longo de doze meses, inicialmente as leituras aumentaram porque o vigor era baixo e depois aumentou devido a estabilização seguindo do acréscimo de vigor, sobretudo a partir do sexto mês de armazenamento.

Por outro lado, com o recipiente saco kraft a troca semente-meio externo apresentou variações durante o armazenamento, fazendo com que não fosse possível encontrar ajuste matemático e assim, comprometendo a qualidade final de sementes de mamona. A reestruturação do mecanismo fisiológico das sementes ao longo do armazenamento, em especial o sistema de membrana, é provavelmente a provável hipótese que justifica a estabilização do aumento da condutividade elétrica das sementes durante o armazenamento.

CONCLUSÕES

As sementes de mamona apresentam variação da qualidade fisiológica ao longo do acondicionamento por doze meses tanto em ambiente de câmara fria quanto laboratório.

O ambiente de câmara fria proporcionou maior qualidade de sementes pertencentes ao híbrido de mamona AG IMA 110204.

O emprego das embalagens tanto de saco plástico quanto garrafa PET, permite o acondicionamento de sementes de mamona por um período de até doze meses em câmara fria, mantendo a sua viabilidade e do vigor.

REFERÊNCIAS

- BAUDET, L. Armazenamento de sementes. In: PESKE, S.T.; ROSENTHAL, M.D.A.; ROTA, G.R.M. **Sementes: Fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas: UFPel, 2003. Cap.7, p.369-418.
- BESSA, J.F.V.; DONADON, J.R.; RESENDE, O.; ALVES, R.M.V.; SALES, J.F.; COSTA, L.M. Armazenamento do crambe em diferentes embalagens e ambientes: Parte I - Qualidade fisiológica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.3, p.224-230, 2015.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009. 1ª ed. 398p.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5ª ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.
- FANAN, S.; MEDINA, P.F.; CAMARGO, M.B.P.; RAMOS, N.P. Influência da colheita e do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de mamona. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.1, p.150-159, 2009.
- FARIA, R.Q.; MARQUES, J.F.; CONEGLIAN, A.; SANTOS, A.R.P. Soybean physiological damage analyses in different packaging during storage. In: **2016 ASABE Annual International Meeting**. American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2016. p.1.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v.38, n.2, p.109-112, 2014.
- MACHADO, C.G.; MARTINS, C.C.; CRUZ, S.C.S.; NAKAGAWA, J.; PEREIRA, F.R.S. Posição do racemo e do fruto na qualidade fisiológica de sementes de mamona durante o armazenamento. **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, n.2, p.301-312, 2010.

MAGRIOTIS, Z.M.; CARVALHO, M.Z.; SALES, P.F.; ALVES, F.C.; RESENDE, R.F.; SACZK, A.A. Castor bean (*Ricinus communis* L.) presscake from biodiesel production: an efficient low cost adsorbent for removal of textile dyes. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v.2, p.1731-1740, 2014.

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

MOURAD, A.L.; NETO, A.R.; MIGUEL, A.M.R.O.; HENRIQUES, E.A.; ALVES, R.M.V. Storage stability of three genotypes of sunflower seeds. **Industrial Crops and Products**, v.80, p.6-16, 2016.

OLIVEIRA, A.C.S.; COELHO, F.C.; VIEIRA, H.D. RUBIM, R.F. Armazenamento de sementes de milho em embalagens reutilizáveis, sob dois ambientes. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.10, n.1, p.17-28, 2011.

OSAKI, M.; BATALHA, M.O. Produção de biodiesel e óleo vegetal no Brasil: realidade e desafio. **Revista Organizações Rurais e Agroindustriais**, v.13, n.2, p.227-242, 2011.

PATEL, M. P.; PARMAR, D. J.; KALOLA, A. D.; KUMAR, S. Morphological and molecular diversity patterns in castor germplasm accessions. **Industrial Crops and Products**, v.97, p.316-323, 2017.

PERDOMO, F.A.; ACOSTA-OSORIO, A.A. HERRERA, G.; VASCO-LEAL, J.F., MOSQUERA-ARTAMONOV, J.D.; MILLAN-MALO, B.; RODRIGUEZ-GARCIA, M.E. Physicochemical characterization of seven Mexican *Ricinus communis* L. seeds & oil contents. **Biomass and Bioenergy**, v.48, p.17-24, 2013.

PINTO JUNIOR, A.S.; GUIMARÃES, V.F.; DRANSKI, J.A.L.; STEINER, F.; MALAVASI, M.M.; MALAVASI, U.C. Armazenamento de sementes de pinhão manso em diferentes embalagens e ambientes. **Revista Brasileira de Sementes**, v.34, n.4, p.636-346, 2012.

SILVA, F.S.; PORTO, A.G.; PASCUALI, L.C.; SILVA, F.T.C. Viabilidade do armazenamento de sementes em diferentes embalagens para pequenas propriedades rurais. **Revista de Ciências Agroambientais**, v.8, n.1, p.45- 56, 2010.

SILVA, J.S. **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. 2. ed. Viçosa: Aprenda Fácil Editora, 2008. v.1. 560p.

SILVA, M.; SOUZA, H.R.T.; DAVID, H.M.S.S.; SANTOS, L.M.; SILVA, R.F.; AMARO, H.T.R. Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de feijão-comum produzidas no norte de Minas Gerais. **Revista Agro Ambiente**, v.8, p.97-103, 2014.

SILVA, M.S.; FERNANDES, F.M.; ROCHA, A.M.; LEAL, R.B.R. Cadeia De Produção Agroindustrial Do Biodiesel Na Bahia: Caracterização E Diagnóstico Do Elo Agropecuário. **Revista Educação, Tecnologia e Cultura**, v.14, n.14, 2016.

SOUZA, L.A.; CARVALHO, M.L.M.; KATAOKA, V.Y.; OLIVEIRA, J.A. Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de mamona. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.1, p.60-67, 2009.

SUDINI, H., RAO, G.R.; GOWDA, C.L.L.; CHANDRIKA, R.; MARGAM, V.; RATHORE, A.; MURDOCK, L. L. Purdue improved crop storage (PICS) bags for safe storage of groundnuts. **Journal of Stored Products Research**, v.64, p.133-138, 2015.

SUHAIL, A.H., SAKURE, A.A., BHAROSE, A.A., UMALE, K., KUMAR, S., SUBHASH, N. Identification and Characterization of Low and High Ricin Containing Castor (*Ricinus communis* L.) Genotypes. **Vegetos** v.28, n.3, p.92-97, 2015.

VIEIRA, D.V.; CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164p.

VIRGOLINO, Z.Z.; RESENDE, O.; GONÇALVES, D.N.; MARÇAL, K.A.F.; SALES, J.F. Physiological quality of soybean seeds artificially cooled and stored in different packages. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.20, n.5, p.473-480, 2016.