

**Efeito do armazenamento sobre a qualidade fisiológica de sementes de soja produzidas em sistema agroecológico**

Effect of storage on the physiological quality of soybean seeds produced in an agroecological system

MASETTO, T. E.<sup>1</sup>; GONÇALVES, P. H. B.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Faculdade de Ciências Agrárias, Dourados-MS, Brasil, tathianamasetto@ufgd.edu.br; <sup>2</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), campus Pato Branco, Pato Branco-PR, Brasil, patriciaholek@gmail.com;

---

**RESUMO:** Um dos fatores responsáveis pelo sucesso da safra da soja produzida com manejo agroecológico é o uso de sementes de alto vigor, que pode ser influenciado pelas condições de armazenamento das sementes. Objetivou-se avaliar a qualidade fisiológica de quatro lotes de sementes de soja produzidas sob manejo agroecológico, acondicionados em embalagem de papel e de plástico nas condições de câmara climatizada ( $17 \pm 2^\circ\text{C}$ , 55 % UR) e em condições não controladas de ambiente durante 150 e 200 dias de armazenamento. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições para cada tratamento, em esquema fatorial  $4 \times 2 \times 2 \times 2$ . O potencial fisiológico das sementes foi avaliado por meio do teste de primeira contagem, germinação, envelhecimento acelerado, índice de velocidade de emergência, comprimento e massa seca de parte aérea e de raiz. Sementes de soja produzidas sob manejo agroecológico podem ser armazenadas em embalagem de papel ou de plástico em câmara climatizada por até 150 dias. Em condições não controladas de temperatura e umidade relativa, o armazenamento das sementes deve ser conduzido em embalagem de papel.

**PALAVRAS-CHAVE:** Embalagens, germinação, vigor de sementes.

**ABSTRACT:** One of the factors responsible for the success of the soybean crop produced with agroecological management is the seeds with high vigor, which can be influenced by storage conditions of seeds. This study aimed to evaluate the physiological quality of four batches of soybean seeds produced under agroecological management that were kept in paper and plastic packages in the growth room ( $17 \pm 2^\circ\text{C}$ , 55 % RU) and under not controlled conditions environment during storage for 150 and 200 days. The experiment was carried out in a completely randomized design with four replications for each treatment, in a  $4 \times 2 \times 2 \times 2$  factorial design. The physiological potential of the seeds were evaluated through the first count test, germination, accelerated aging, emergency speed index, length and dry weight of shoot and root parts. Soybean seeds produced under agroecological management can be stored in paper or plastic package in climate chamber up to 150 days. In uncontrolled conditions of temperature and relative humidity, the storage of the seeds should be conducted in paper packaging.

**KEYWORDS:** Package, germination, seed vigour.

## Introdução

A produção orgânica já foi registrada em 22,5 % dos municípios brasileiros (MAPA, 2016) e a crescente preocupação da sociedade com a segurança alimentar demanda métodos alternativos de produção agrícola para suprir a necessidade do mercado consumidor cada vez mais exigente. De acordo com Lacey (2015), os tipos de tecnologia utilizados na Agroecologia refletem as condições culturais, geográficas e ecológicas da lavoura. Por isso, a pesquisa científica, que pode produzir conhecimento relevante às práticas agroecológicas deve informar as variantes e o desenvolvimento de técnicas agrícolas que possam ser aplicadas ao conhecimento local.

É possível que o manejo agroecológico proporcione a maximização das interações que ocorrem no solo, resultando, dessa forma, em sistemas de produção que incorporem um caráter mais duradouro à fertilidade, com diminuição de custo e de riscos aos agricultores (HANISCH et al., 2012). O uso de adubos orgânicos como esterco, adubos verdes e biofertilizantes na adubação do solo, bem como de medidas preventivas, iscas e armadilhas no controle de pragas e doenças, são algumas das práticas que garantem o sucesso da produção orgânica. Porém, uma das principais necessidades para tal sucesso é o uso de sementes de boa procedência e com alta qualidade fisiológica. Aderindo a essa prática, pode-se garantir a obtenção de estandes que proporcionem uma população de plantas necessária à obtenção de rendimentos máximos (AGUERO et al., 1997).

Nesse contexto, embora se tenham obtido avanços com os insumos alternativos para a produção orgânica, pouco se tem contribuído para a oferta e distribuição de sementes também produzidas com base ecológica. Esse aspecto é fundamental no estabelecimento das lavouras orgânicas, preconizado pela Instrução Normativa nº. 64/2008 que em seu artigo 97 estabelece que as sementes utilizadas na produção devem ser oriundas de sistemas orgânicos (BRASIL, 2008).

Na produção agroecológica, o uso de leguminosas, como a soja, maximiza o aproveitamento do nitrogênio, que é fixado biologicamente, além de poder contar com outras espécies cuja produção pode ser valorizada como grão ou semente. Além disso, a soja orgânica é um produto com alto valor agregado e possui uma demanda que vem aumentando gradativamente devido à necessidade de produção de grãos, farelo e óleos orgânicos. Um dos atrativos para o pequeno produtor é seu valor de mercado, que pode representar uma importante alternativa de renda para agricultores

familiares (HIRAKURI et al., 2011). No entanto, apesar da importância da cultura para a produção com manejo agroecológico, informações a respeito da produção e da pós-colheita de sementes de soja direcionada à realidade dos agricultores em pequenas propriedades são escassas.

O potencial fisiológico de sementes de soja é um problema grave enfrentado por produtores de sementes e agricultores. As sementes de soja são muito propensas à deterioração, assim como sensíveis ao efeito do ambiente e das práticas inadequadas de manejo, especialmente durante o período de maturidade e, posteriormente, em função de suas características morfológicas, fisiológicas e bioquímicas, durante a colheita, processamento e armazenamento (VIEIRA et al., 2013).

O teor de água que as sementes apresentam é um fator importante para o sucesso do armazenamento, pois pode afetá-lo com conseqüentes implicações na qualidade das sementes armazenadas. Nesse sentido, de acordo com Cardoso et al. (2012), diferentes tipos de embalagem de acondicionamento resultam em respostas distintas do teor de água das sementes, sendo este influenciado pelas características de permeabilidade de cada tipo de embalagem, as quais podem auxiliar na manutenção da viabilidade e vigor das sementes ao serem utilizadas de forma adequada.

O uso de sementes com alta qualidade fisiológica é fundamental para o estabelecimento do cultivo da soja em sistema agroecológico. Contudo, ainda são necessárias informações sobre os procedimentos que poderiam ser adotados pelos agricultores para conservar a qualidade das sementes nas propriedades que não dispõem de estruturas específicas para o armazenamento de sementes.

A produção orgânica já foi registrada em 22,5 % dos municípios brasileiros (MAPA, 2016) e a crescente preocupação da sociedade com a segurança alimentar demanda métodos alternativos de produção agrícola para suprir a necessidade do mercado consumidor cada vez mais exigente. De acordo com Lacey (2015), os tipos de tecnologia utilizados na agroecologia refletem as condições culturais, geográficas e ecológicas da lavoura. Por isso, a pesquisa científica, que pode produzir conhecimento relevante às práticas agroecológicas deve informar as variantes e o desenvolvimento de técnicas agrícolas que possam ser aplicadas ao conhecimento local.

É possível que o manejo agroecológico proporcione a maximização das interações que ocorrem no solo, resultando, dessa forma, em sistemas de produção que

incorporem um caráter mais duradouro à fertilidade, com diminuição de custo e de riscos aos agricultores (HANISCH et al., 2012). O uso de adubos orgânicos como esterco, adubos verdes e biofertilizantes na adubação do solo, bem como de medidas preventivas, iscas e armadilhas no controle de pragas e doenças, são algumas das práticas que garantem o sucesso da produção orgânica. Porém, uma das principais necessidades para tal sucesso é o uso de sementes de boa procedência e com alta qualidade fisiológica. Aderindo a essa prática, pode-se garantir a obtenção de estandes que proporcionem uma população de plantas necessária à obtenção de rendimentos máximos (AGUERO et al., 1997).

Nesse contexto, embora se tenham obtido avanços com os insumos alternativos para a produção orgânica, pouco se tem contribuído para a oferta e distribuição de sementes também produzidas com base ecológica. Esse aspecto é fundamental no estabelecimento das lavouras orgânicas, preconizado pela Instrução Normativa nº. 64/2008 que em seu artigo 97 estabelece que as sementes utilizadas na produção devem ser oriundas de sistemas orgânicos (BRASIL, 2008).

Na produção agroecológica o uso de leguminosas, como a soja, maximiza o aproveitamento do nitrogênio, que é fixado biologicamente, além de poder contar com outras espécies cuja produção pode ser valorizada como grão ou semente. Além disso, a soja orgânica é um produto com alto valor agregado e possui uma demanda que vem aumentando gradativamente devido à necessidade de produção de grãos, farelo e óleos orgânicos. Um dos atrativos para o pequeno produtor é seu valor de mercado, que pode representar uma importante alternativa de renda para agricultores familiares (HIRAKURI et al., 2011). No entanto, apesar da importância da cultura para a produção com manejo agroecológico, informações a respeito da produção e da pós-colheita de sementes de soja direcionada à realidade dos agricultores em pequenas propriedades são escassas.

O potencial fisiológico de sementes de soja é um problema crônico enfrentado por produtores de sementes e agricultores. As sementes de soja são muito propensas à deterioração, assim como sensíveis ao efeito do ambiente e das práticas inadequadas de manejo, especialmente durante o período de maturidade e, posteriormente, em função de suas características morfológicas, fisiológicas e bioquímicas, durante a colheita, processamento e armazenamento (VIEIRA et al., 2013).

O teor de água que as sementes apresentam é um

fator importante para o sucesso do armazenamento, pois pode afetá-lo com conseqüentes implicações na qualidade das sementes armazenadas. Nesse sentido, de acordo com Cardoso et al. (2012), diferentes tipos de embalagem de acondicionamento resultam em respostas distintas do teor de água das sementes, sendo este influenciado pelas características de permeabilidade de cada tipo de embalagem, as quais podem auxiliar na manutenção da viabilidade e vigor das sementes ao serem utilizadas de forma adequada.

O uso de sementes com alta qualidade fisiológica é fundamental para o estabelecimento do cultivo da soja em sistema agroecológico. Contudo, ainda são necessárias informações sobre os procedimentos que poderiam ser adotados pelos agricultores para conservar a qualidade das sementes nas propriedades que não dispõem de estruturas específicas para o armazenamento de sementes.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de tipos de embalagens e condições de ambiente de armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de soja produzidas em sistema agroecológico.

## Material e Métodos

A produção de sementes de soja ocorreu em área experimental sob sistema agroecológico em conversão para o cultivo orgânico no município de Capinzal, Santa Catarina, durante a safra 2013/2014. Para o manejo agroecológico da cultura da soja foram realizadas pulverizações com os seguintes bioprotetores: óleo de nim, Dipel, calda bordaleza, calda sulfocálcica e biofertilizante à base de esterco bovino, água e urina de vaca, após fermentação, na proporção de 2%. Após a colheita, as sementes foram classificadas em função de suas características físicas, de modo a obter porções homogêneas e uniformes, separadas em quatro lotes, que foram levados ao Laboratório de Sementes da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), campus Pato Branco, Paraná.

Os quatro lotes foram divididos e colocados no interior de saco de papel (capacidade de 10 Kg) e de saco plástico transparente com espessura de 0,125 mm, e foram armazenados em duas condições distintas: ambiente não controlado (bancada de laboratório), porém com registro de temperatura e umidade relativa (Figura 1) e câmara climatizada ( $17 \pm 2^\circ\text{C}$ ; 55 % UR), na qual permaneceram durante 150 e 200 dias.

No início da instalação dos experimentos e ao final de cada período as sementes foram submetidas aos seguintes testes e determinações:

Teor de água – foi determinado pelo método da estufa

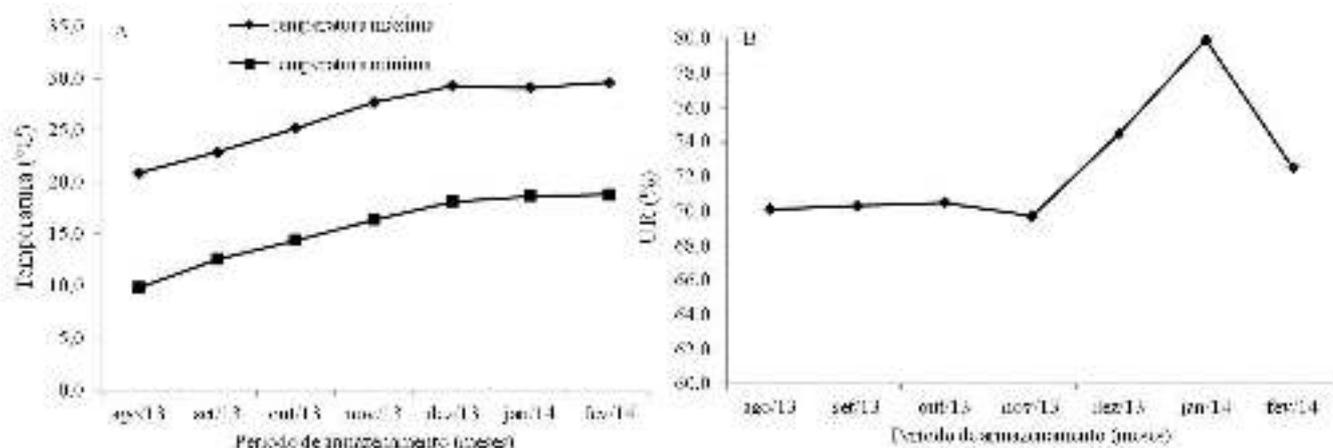


Figura 1. Dados climáticos de temperatura (A) e umidade relativa (B) do ambiente de armazenamento das sementes de soja em condições não controladas, Pato Branco (PR).

a  $105 \pm 3$  °C por 24 horas (BRASIL, 2009), com quatro repetições. Os resultados foram calculados com base no peso das sementes úmidas e foram expressos em porcentagem.

Primeira contagem – foi conduzida em rolos de papel Germitest umedecidos com água destilada ao equivalente a 2,5 vezes a massa seca do papel. Os rolos de germinação foram colocados em germinador do tipo Mangelsdorf, regulados na temperatura constante de 25 °C em quatro repetições de 50 sementes para cada lote, consistindo no registro das porcentagens de plântulas normais no quinto dia após a semeadura (BRASIL, 2009).

Teste de germinação – para a execução do teste de germinação foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes para cada lote, as quais foram posicionadas em rolos de papel Germitest umedecidos com água destilada ao equivalente a 2,5 vezes a massa seca do papel. Os rolos de germinação foram colocados em germinador do tipo Mangelsdorf regulados na temperatura constante de 25 °C. Depois de oito dias foi feita a contagem do número de plântulas normais (germinação) de acordo com as recomendações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem.

Teste de envelhecimento acelerado – as sementes de cada lote foram distribuídas uniformemente para formar uma camada única sobre a superfície de telas de aço inoxidável posicionadas no interior de caixas plásticas do tipo “gerbox”, contendo 40 ml de água destilada no fundo, para que se obtivesse um ambiente com aproximadamente 100% de umidade relativa. As caixas com as sementes foram mantidas em câmara de germinação regulada a 40 °C por um período de 48 horas. Após esse período, as sementes de cada lote foram submetidas ao teste de germinação, conforme a metodologia descrita anteriormente. As avaliações foram

realizadas no quinto dia após a instalação do teste de germinação e os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais (MARCOS FILHO, 1999).

Índice de velocidade de emergência (IVE) – para cada lote foram semeadas 50 sementes em duas linhas, com uma profundidade de aproximadamente três centímetros. As plântulas emersas foram contadas todos os dias, até a completa estabilização com 14 dias após a semeadura. O IVE foi calculado pela fórmula proposta por Maguire (1962):  $IVE = E1/N1 + E2/N2 + \dots + En/Nn$ , em que: IVE = índice de velocidade de emergência. E1, E2,... En = número de plântulas normais computadas na primeira contagem, na segunda contagem e na última contagem e N1, N2,... Nn = número de dias da semeadura à primeira, segunda e última contagem.

Comprimento de plântulas – para realizar o teste de comprimento de plântulas foram utilizadas quatro repetições com 15 sementes de cada lote. Os papéis de germinação foram umedecidos previamente com água destilada ao equivalente a 2,5 vezes a massa seca do papel e uma linha foi traçada no terço superior do papel germitest no sentido longitudinal no qual as sementes foram depositadas. Os rolos foram acondicionados verticalmente no germinador por sete dias a 25 °C sob luz branca constante. Ao final deste período foi determinada a medida das partes das plântulas normais (raiz primária e parte aérea), utilizando-se régua milimetrada e os resultados foram expressos em centímetros. Para determinação do comprimento da raiz primária foi tomada a medida da ponta da raiz até a inserção no hipocótilo e para a parte aérea foi tomada a medida da porção da inserção do hipocótilo até o ápice da plântula.

Massa seca de plântulas – foram utilizadas as plântulas normais das avaliações de comprimento

citadas anteriormente. Após serem tomadas as dimensões das partes das plântulas, estas foram separadas com auxílio de tesoura, colocadas separadamente no interior de sacos de papel e mantidas em estufa com circulação forçada de ar regulada a 60 °C até obter peso constante durante 48 horas. Após a secagem, a massa seca de parte aérea e raiz foi determinada em balança de precisão e os resultados foram expressos em gramas.

Procedimento estatístico – o delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 2 x 2 x 2 (lotes x embalagens x locais de armazenamento x épocas de armazenamento), com quatro repetições de 50 sementes cada. As sementes recém-colhidas e que não foram submetidas às condições de armazenamento constituíram a testemunha. Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011)

Tabela 1. Caracterização inicial da qualidade fisiológica dos lotes de sementes de soja produzidas sob manejo agroecológico, safra 2013/14. TA – teor de água (%); PC – primeira contagem (%); G – germinação (%); EA – envelhecimento acelerado (%); IVE – índice de velocidade de emergência; CPA – comprimento de parte aérea; CR – comprimento de raiz; MSPA – massa seca de parte aérea; e MSR – massa seca de raiz de plântulas de soja

Lote	TA	PC	G	EA	IVE	CPA	CR	MSPA	MSR
1	13,7	69 a	69 a	62 a	6,83 a	7,19 a	8,32 a	0,96 b	0,0972 a
2	13,7	52 b	64 a	59 a	5,88 b	6,65 b	7,75 a	1,25 a	0,0962 a
3	13,8	48 c	54 b	37 b	4,57 c	5,66 c	5,80 b	0,60 d	0,0252 b
4	13,7	70 a	68 a	56 a	7,44 a	6,26 b	6,10 b	0,78 c	0,0395 b
<b>CV(%)</b>		13,9	13,8	14,8	13,5	12,2	13,9	12,8	14,9

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade pelo Teste de Tukey.

apresentaram em média 42 % de germinação (testemunha) e 56 % de germinação para as sementes tratadas com inseticidas ecológicos, cuja baixa germinação foi associada a ineficiência dos produtos aplicados durante a produção. Esses dados indicam que a produção de sementes de soja com elevada qualidade em sistemas ecológicos ainda é um desafio para a produção de alimentos orgânicos.

Não houve interação significativa entre lotes x embalagens x locais x períodos de armazenamento para nenhuma das características avaliadas. Verificou-se interação significativa entre embalagens x ambiente para todas as características avaliadas durante o armazenamento das sementes (Tabela 2). O acondicionamento das sementes em embalagem de papel e mantê-las em ambiente com condições não

## Resultados e Discussões

Pela caracterização da qualidade inicial dos lotes (Tabela 1) verificou-se que as sementes dos lotes avaliados apresentaram em média 13,7 % de teor de água e que o lote 1 foi considerado com maior vigor em relação aos demais em todas as avaliações de vigor, exceto para a massa seca de parte aérea. O lote 2 apresentou o maior crescimento de raiz, seguido pelo lote 1. O lote 3 apresentou o menor vigor em relação aos demais lotes.

Atualmente, o padrão mínimo de germinação para a comercialização de sementes de soja é de 80 % (BRASIL, 2013). A porcentagem de germinação das sementes de soja provenientes de sistema agroecológico foi baixa, sendo que os lotes 1, 2 e 4 apresentaram os maiores resultados (69 %, 64 % e 68 %, respectivamente). Embora abaixo do recomendado, os resultados encontrados são superiores aos encontrados por Medeiros et al. (2006) para sementes de soja provenientes de cultivo orgânico, que

controladas proporcionou a manutenção do teor de água das sementes em relação à embalagem plástica. De acordo com Walters (2007), a eficiência no controle da umidade deve ser considerada na escolha da embalagem, além da durabilidade e da eficiência em ambientes com limitações de espaço.

A embalagem de papel proporcionou os maiores resultados de germinação e vigor das sementes no ambiente sem condições de controle de temperatura e umidade relativa, exceto pela avaliação de primeira contagem que indicou que sementes embaladas em plástico apresentaram maior vigor independente do ambiente (Tabela 2). O teste de primeira contagem indiretamente avalia a velocidade do processo germinativo, o qual pode ter sido beneficiado com o aumento do teor de água provocado pela embalagem

Tabela 2. Teor de água (TA) (%), primeira contagem (PC) (%), germinação (G) (%), envelhecimento acelerado (EA) (%), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento de parte aérea (CPA) e de raiz (CR), massa seca de parte aérea (MSPA) e de raiz (MSR) de sementes de soja produzidas sob manejo agroecológico e armazenadas em diferentes embalagens e ambientes

	Embalagem	Ambiente	
		Câmara climatizada	Não controlado
TA	Papel	13,3 b	13,7 b
	Plástico	13,7 a	14,3 a
PC	Papel	48 b	36 b
	Plástico	57 a	48 a
G	Papel	72 a	65 a
	Plástico	64 b	51 b
EA	Papel	55 a	51 a
	Plástico	61 a	39 b
IVE	Papel	7,36 a	6,37 a
	Plástico	6,67 b	3,70 b
CPA	Papel	6,83 a	6,76 a
	Plástico	6,34 b	5,41 b
CR	Papel	6,68 a	7,61 a
	Plástico	6,73 a	6,38 b
MSPA	Papel	1,036 a	0,843 a
	Plástico	1,008 b	0,672 b
MSR	Papel	0,0477 a	0,0364 a
	Plástico	0,0495 a	0,0162 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade pelo Teste de Tukey.

plástica, que é classificada como semipermeável por oferecer certa resistência à movimentação do vapor d'água, porém nada que impeça completamente a passagem de umidade (BAUDET, 2003). De acordo com Finch-Savage e Leubner-Metzger (2006), a germinação começa com a entrada de água na semente seguida pela expansão do embrião. Entretanto, em ambiente de câmara climatizada não foram observadas diferenças entre os tipos de embalagens no vigor de sementes avaliado por meio do teste de envelhecimento acelerado e crescimento de raiz (Tabela 2).

Possivelmente, os benefícios da embalagem de papel sobre a qualidade fisiológica das sementes durante o

armazenamento podem ser associados à manutenção do teor de água que este tipo de embalagem proporcionou às sementes, especialmente em condições não controladas (Tabela 2). Nesse sentido, a embalagem plástica pode representar um risco à qualidade das sementes de soja, devido à possibilidade de oscilações do teor de água durante o armazenamento, o que pode afetar negativamente a germinação e o vigor das sementes.

Foi obtida interação significativa entre embalagens x período de armazenamento, ambiente x período de armazenamento para a germinação das sementes (Tabela 3). Para os dois períodos de armazenamento

Tabela 3. Germinação de sementes (%) de soja provenientes de sistema agroecológico armazenadas em diferentes embalagens, ambientes e períodos de armazenamento.

Embalagem	Período de armazenamento (dias)	
	150	200
Papel	59 a	79 a
Plástico	47 b	69 b
Ambiente		
Câmara	58 a	79 a
Não controlado	48 b	69 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade pelo Teste de Tukey.

avaliados, a germinação das sementes acondicionadas em embalagem de papel e em condição de câmara climatizada foi superior (Tabela 3), indicando que a combinação desses dois tratamentos constituiu tecnologia eficiente para a manutenção do potencial germinativo das sementes de soja. Smaniotto et al. (2014) recomendaram, também, o armazenamento de sementes de soja em ambiente climatizado com temperatura de 20 °C para manter a qualidade fisiológica elevada. No entanto, é importante destacar que os agricultores, geralmente, armazenam as sementes em ambientes sem condições controladas (NAGEL e BÖRNER, 2010); e os resultados de germinação e vigor indicaram que, nestas condições, a embalagem de papel foi eficiente para manter o poder germinativo das sementes de soja produzidas sob manejo agroecológico por até 200 dias.

Ocorreu interação significativa entre embalagens x período de armazenamento, ambiente x período de armazenamento para o teste de envelhecimento acelerado e índice de velocidade de emergência (IVE) que evidenciaram os efeitos positivos da embalagem de papel e do ambiente com condições controladas sobre o vigor das sementes armazenadas (Tabela 4). Sementes de soja armazenadas em embalagens de papel durante oito meses também apresentaram maior vigor pelo teste de envelhecimento acelerado em relação ao armazenamento em container (CARVALHO et al., 2016). De acordo com Peske et al. (2013), para sementes de

soja as embalagens mais comuns são as embalagens porosas ou permeáveis que constituem-se de papel multifoliado ou de polipropileno trançado e que permitem trocas de umidade entre a semente e o ar ambiente do armazém. Ocorreu interação significativa entre embalagens x período de armazenamento, ambiente x período de armazenamento para o teste de envelhecimento acelerado e índice de velocidade de emergência (IVE) que evidenciaram os efeitos positivos da embalagem de papel e do ambiente com condições controladas sobre o vigor das sementes armazenadas (Tabela 4). Sementes de soja armazenadas em embalagens de papel durante oito meses também apresentaram maior vigor pelo teste de envelhecimento acelerado em relação ao armazenamento em container (CARVALHO et al., 2016). De acordo com Peske et al. (2013), para sementes de soja as embalagens mais comuns são as embalagens porosas ou permeáveis que constituem-se de papel multifoliado ou de polipropileno trançado e que permitem trocas de umidade entre a semente e o ar ambiente do armazém.

Não houve diferenças de vigor entre as sementes armazenadas nas duas condições de ambiente após 200 dias para o IVE. O teste de envelhecimento acelerado foi mais sensível para detectar diferenças no potencial fisiológico das sementes durante o armazenamento e evidenciou os efeitos negativos de condições não controladas do ambiente. De acordo com Marcos Filho (2013), em função de suas características

Tabela 4. Envelhecimento acelerado (EA) (%) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de soja provenientes de sistema agroecológico armazenadas em diferentes embalagens, ambientes e períodos de armazenamento (dias).

Embalagem	Período de armazenamento (dias)			
	150	200	150	200
	EA		IVE	
Papel	65 a	47 a	7,03 a	6,70 a
Plástico	57 b	37 b	5,40 b	4,96 b
Ambiente				
Câmara	68 a	48 a	7,19 a	6,83 a
Laboratório	55 b	36 b	5,23 b	4,83 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade pelo Teste de Tukey.

morfológicas e fisiológicas, as sementes de soja são muito propensas à deterioração e sensíveis a adversidades ambientais durante o armazenamento.

Houve interação significativa entre embalagens x períodos de armazenamento e ambiente x períodos de armazenamento para o crescimento de plântulas de soja (Tabela 5). Sementes armazenadas durante 150 dias em embalagem de papel e câmara climatizada apresentaram maior vigor pela avaliação de desempenho de plântulas em relação às sementes

armazenadas nas demais condições. Porém, ao 200º dia, não houve diferença de vigor entre as sementes que permaneceram nas duas condições de ambiente, bem como entre as embalagens para o comprimento e massa seca de raiz (Tabela 5).

Possivelmente a ocorrência de temperaturas amenas (as temperaturas máximas e mínimas registradas durante todo o período de armazenamento sem controle do ambiente foram em média de 26,3 °C e 15,5 °C, respectivamente) e de não terem ocorrido oscilações

Tabela 5. Comprimento de parte aérea (CPA) e de raiz (CP) (cm) e massa seca de parte aérea (MSPA) e de raiz (MSR) (g) de plântulas de soja provenientes de sementes oriundas de sistema agroecológico armazenadas em diferentes embalagens, ambientes e períodos de armazenamento.

	Embalagem	Período de armazenamento (dias)	
		150	200
CPA	Papel	7,27 a	6,32 a
	Plástico	5,91 b	5,84 b
	Ambiente		
	Câmara	7,13 a	6,04 a
	Laboratório	6,05 b	6,12 a
CR	Papel	8,07 a	6,23 a
	Plástico	7,28 b	5,83 a
	Ambiente		
	Câmara	8,03 a	5,37 b
	Laboratório	7,32 b	6,68 a
MSPA	Papel	0,873 a	1,005 a
	Plástico	0,770 b	0,910 b
	Ambiente		
	Câmara	0,962 a	1,082 a
	Laboratório	0,681 b	0,833 b
MSR	Papel	0,0535 a	0,0305 a
	Plástico	0,0281 b	0,0370 a
	Ambiente		
	Câmara	0,0518 a	0,0453 a
	Laboratório	0,0304 b	0,0225 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade pelo Teste de Tukey.

acentuadas na umidade relativa (em média 72%) (Figura 1) propiciaram a manutenção do potencial fisiológico das sementes. De acordo com Carvalho e Nakagawa (2012), a temperatura e a umidade relativa do ar são os principais fatores que afetam a qualidade fisiológica da semente, em particular o vigor, durante o armazenamento. O armazenamento de sementes de soja durante 12 meses a 25° C causou o aumento da permeabilidade do tegumento com consequente colapso celular nas suas camadas, danificando-o, sendo que as sementes armazenadas na temperatura de 10° C e 45% UR apresentaram elevado potencial fisiológico (VIEIRA et al., 2013). Sementes de soja armazenadas em condições não controladas a partir de seis e, especialmente, após oito meses podem ter decréscimo do seu vigor (CARVALHO et al., 2016), após seis meses de armazenamento, tanto a germinação quanto o vigor de sementes de soja, podem diminuir sob condições não controladas de ambiente (CARVALHO et al., 2014).

Alguns aspectos favoráveis para utilização da soja como adubo verde em sistemas de produção diversificados, com alta rotatividade de culturas foram ressaltados por Padovan et al. (2002) que também associaram as boas perspectivas à facilidade para produção de sementes de boa qualidade, possibilitando aos agricultores a viabilização das quantidades

necessárias nas próprias unidades de produção, garantindo sua independência em relação a esse insumo. Diante disso, destaca-se a importância do manejo adequado durante o armazenamento das sementes para reduzir a velocidade do processo de deterioração.

Assim, vale ressaltar que outros estudos poderiam ser conduzidos no sentido de elucidar os efeitos de diferentes insumos para o manejo agroecológico da cultura, com o intuito de produzir sementes de soja com elevada qualidade e verificar sua influência no potencial de armazenamento em um período superior a 200 dias.

### Conclusões

A embalagem de papel e o ambiente de câmara climatizada são eficientes para manter a qualidade fisiológica das sementes de soja produzidas em sistema agroecológico por até 200 dias de armazenamento.

Em armazéns sem controle de condições ambientais, as sementes de soja devem ser acondicionadas em embalagem de papel

### Agradecimentos

Ao PIBIC-CNPq.

### Referências Bibliográficas

AGUERO, J. A. P. et al. Avaliação da qualidade

- fisiológica de sementes de cultivares de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 19, n. 2, p. 254-259, 1997.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução 64, de 18 de dezembro de 2008. Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção Animal e Vegetal. **Diário Oficial [da] República Federativa Brasil**, Brasília, DF, 19 dez. 2008. Seção 1, p. 21.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. 395p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa 45, de 17 de setembro de 2013. Padrões de identidade e qualidade para a produção e a comercialização de sementes. Seção 1. **Diário Oficial [da] República Federativa Brasil**, Brasília, DF, 20 set. 2013. Seção 1.
- BAUDET, L. M. L. Armazenamento de sementes. In: PESKE, S.T. et al (ed.). **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**, Pelotas: Ed. Universitária – UFPel, 2003. p. 370-418.
- CARDOSO, R. B. et al. Potencial fisiológico de sementes de crambe em função de embalagens e armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 3, p. 272-278, 2012.
- CARVALHO, E. R. et al. Alterações isoenzimáticas em sementes de cultivares de soja em diferentes condições de armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, n. 12, p. 967-976, 2014.
- CARVALHO, E. R. et al. Pre-packing cooling and types of packages in maintaining physiological quality of soybean seeds during storage. **Journal of Seed Science**, v. 38, n. 2, p. 129-139, 2016.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- HANISCH, A. L. FONSECA, J. A.; VOGT, G. A. Adubação do milho em um sistema de produção de base agroecológica: desempenho da cultura e fertilidade do solo. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 7, n. 1, p. 176-186, 2012.
- HIRAKURI, M. et al. Avaliação econômica do cultivo orgânico de soja no Estado do Paraná para a safra 2010/11. Londrina: Embrapa Soja, 2011. **Circular Técnica 85**.
- LACEY, H. A agroecologia: uma ilustração da fecundidade da pesquisa multiestratégica. **Estudos Avançados**, v. 29, n. 83, p. 175-181, 2015.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.
- MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **22,5% dos municípios brasileiros têm produção orgânica**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/comunicacao/noticias/2016/06/22porcento-dos-municipios-brasileiros-tem-producao-organica>>. Acessado em: 13/07/2016.
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 3.24-3.32.
- MARCOS FILHO, J. Importância do potencial fisiológico da semente de soja. **Informativo ABRATES**, v. 23, n. 1, p. 21-24, 2013.
- MEDEIROS, M. et al. Qualidade e rendimento de sementes de soja produzidas sob cultivo orgânico em plantio direto e preparo reduzido. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 28, n. 1, p. 83-89, 2006.
- NAGEL, M.; BÖRNER, A. The longevity of crop seeds stored under ambient conditions. **Seed Science Research**, v. 20, n. 1, p. 1, 2010.
- PADOVAN, M. P. et al. Avaliação de cultivares de soja, sob manejo orgânico, para fins de adubação verde e produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 12, p. 1705-1710, 2002.
- PESKE, S.T. et al. Tecnologia de pós-colheita para sementes. In: SEIDYAMA, T. editor. **Tecnologias de produção de sementes de soja**. Londrina: Mecenas, 2013. 352 p.
- SMANIOTTO, T.A.S. et al. Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.18, n.4, p.446-453, 2014.
- VIEIRA, R. D. et al. Avaliação do potencial fisiológico de sementes. In: SEIDYAMA, T. editor. **Tecnologias de produção de sementes de soja**. Londrina: Mecenas, 2013. 352 p.
- VIEIRA, B. G. T. L. et al. Structural changes in soybean seed coat due to harvest time and storage. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, v. 11, n. 1, p. 625 - 628, 2013.
- WALTERS, C. Materials used for seed storage containers: response to Gómez-Campo [Seed Science Research 16, 291–294 (2006)]. **Seed Science Research**, v. 17, p. 233–242, 2007.