

Qualidade fisiológica em sementes de soja com dano causado por enrugamento no eixo embrionário

Nataly Luise Cardoso^{1*}; Norma Schlickmann Lazaretti¹; Madalena Sobiecki²

¹ Centro Universitário Assis Gurgacz, Colegiado de Agronomia, Cascavel, Paraná.

^{1*} natylcardoso@outlook.com

² Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Lages, Santa Catarina.

Resumo: Diversos fatores no campo podem afetar a qualidade das sementes negativamente, entre eles pode-se citar sementes expostas à ciclos de alta e baixa umidade antes da colheita que resultam em deterioração por umidade, sendo esta mais intensa quando associadas com condições de elevadas temperaturas. O objetivo deste estudo foi comparar três cultivares de soja, avaliando a qualidade fisiológica das sementes, conforme se aumenta a intensidade do dano causado por enrugamento no eixo embrionário. O experimento foi realizado no laboratório de Controle de Qualidade da COODETEC, localizado no município de Cascavel (PR), no período de junho a setembro de 2018. O delineamento experimental utilizado foi o Inteiramente Casualizado (DIC), em esquema fatorial 3x4, sendo 3 cultivares (A, B e C), com 4 níveis de danos de enrugamento no eixo embrionário (sem enrugamento, pouco, médio e muito enrugamento). As variáveis avaliadas foram dano de umidade no tetrazólio nas classes 4-5, 6-8 e 1-8, vigor e viabilidade no teste de tetrazólio, viabilidade e plântulas fortes no teste de germinação em rolo de papel e vigor no teste de envelhecimento acelerado. Desta forma, conclui-se que sementes de soja que apresentam enrugamento no eixo embrionário têm perda significativa no vigor e na viabilidade, porém em algumas cultivares essa redução na qualidade fisiológica não é observada, possivelmente devido à sua composição genética.

Palavras-chave: Umidade; Vigor; Viabilidade; Deterioração.

Physiological quality in soybean seeds with embryonic axis wrinkle damage

Abstract: Several factors in the field can negatively affect seed quality, among them seeds exposed to high and low humidity cycles before harvest that result in moisture deterioration, which is more intense when associated with high temperature conditions. The aim of this study was to compare three soybean cultivars, evaluating the physiological quality of the seeds, as the intensity of the damage caused by wrinkling in the embryonic axis increases. The experiment was carried out in the Quality Control laboratory of COODETEC, located in the municipality of Cascavel (PR), from June to September 2018. The experimental design used was the Entirely Randomized (DIC), in a 3x4 factorial scheme, being 3 cultivars (A, B and C), with 4 levels of wrinkle damage in the embryonic axis (without wrinkle, little, medium and much wrinkle). The variables evaluated were moisture damage to the tetrazolium in classes 4-5, 6-8 and 1-8, vigor and viability in the tetrazolium test, viability and strong seedlings in the paper roll germination test and vigor in the accelerated aging test. Thus, it is concluded that soybean seeds that have wrinkles in the embryonic axis have a significant loss in vigor and viability, however in some cultivars this reduction in physiological quality is not observed, possibly due to their genetic composition.

Keywords: Humidity; Vigor; Viability; Deterioration.

Introdução

Pesquisas na área da qualidade fisiológica indicam que quando a semente apresenta danos de umidade (enrugamento) o vigor e a viabilidade das mesmas podem ser reduzidos e, consequentemente, causar perdas significativas na produção. Atualmente, tem-se observado sementes de soja (*Glycine max* L. Merrill) com enrugamento em cima do eixo embrionário (eixo hipocótilo-radícula).

Sendo o segundo maior produtor mundial, o Brasil conta com uma área plantada de 35,1 milhões de hectares, incremento de 2,7% na safra 2019/2020 e produção estimada de 122,1 milhões de toneladas do grão, o que representa um aumento de produção de 6,1% em relação à safra 2018/2019 (CONAB, 2020).

Diversos fatores no campo podem afetar a qualidade das sementes negativamente, como, por exemplo, os efeitos climáticos e danos causados por insetos e/ou patógenos, sendo consideradas as principais causas de deterioração de sementes (FRANÇA NETO *et al.*, 2016). Devido ao clima quente e úmido, as regiões tropicais e subtropicais são ideais para o desenvolvimento de danos de deterioração por umidade, apresentando-se como um dos fatores que mais afetam a qualidade em sementes de soja (KRZYZANOWSKI, 2004).

Segundo França Neto e Henning (1984) as sementes de soja expostas à ciclos de alta e baixa umidade antes da colheita resultam em deterioração, sendo esta mais intensa quando associadas com condições de elevadas temperaturas. Dentre as deteriorações por umidade, encontra-se o dano de enrugamento.

A soja possui um sistema protetor responsável pela produção de “proteínas de choque térmico”, ativado quando estão sob temperaturas superiores a 32°C por um período de 2 h, que, quando ausentes em algumas cultivares, resultam na formação de sementes enrugadas e com baixa qualidade (FRANÇA NETO e KRZYZANOWSKI, 1990).

Segundo França Neto e Krzyzanowski (1990) quando o lote apresenta quantidade de sementes com enrugamento superior a 20 %, o mesmo proporciona uma redução no vigor e na viabilidade das sementes, sendo responsável por cerca de 10 % de perdas no rendimento da produção.

Vilela, Novembre e Marcos Filho (2007), verificaram em suas pesquisas que as diferentes estruturas das sementes de soja se hidratam de maneiras diferentes, sendo o eixo embrionário a estrutura que absorve água mais rapidamente.

O vigor é definido como o potencial que a semente tem em garantir uma emergência rápida e uniforme, independente da condição climática no campo (NUNES, 2016). Enquanto

que a viabilidade é definida pelo percentual de sementes que são capazes de germinar (NUNES, 2016).

Sendo assim, o objetivo deste estudo foi comparar três cultivares de soja, avaliando a qualidade fisiológica das sementes, conforme se aumenta a intensidade do dano causado por enrugamento no eixo embrionário.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no laboratório do Controle de Qualidade da empresa COODETEC Desenvolvimento e Pesquisa Agrícola Ltda., localizada na Zona Rural do município de Cascavel, no estado do Paraná, no período de junho a setembro de 2018.

O delineamento experimental utilizado foi esquema fatorial 3x4 instalado em um delineamento inteiramente casualizado (DIC). Para o experimento foram utilizadas 3 cultivares (A, B e C) com 4 níveis de severidade de enrugamento no eixo embrionário (sem enrugamento, pouco, médio e muito enrugamento), totalizando 12 tratamentos (Tabela 1).

Para a coleta de dados foram realizados 3 testes qualitativos laboratoriais (germinação em rolo de papel, envelhecimento acelerado em rolo de papel e tetrazólio) para cada tratamento, com 4 repetições contendo 50 sementes para cada teste, totalizando 48 unidades experimentais.

Tabela 1 – Descrição dos tratamentos, cultivares e severidade de enrugamento no eixo embrionário.

Tratamentos	Cultivar	Severidade de enrugamento no eixo embrionário
T1	A	Sem enrugamento
T2		Pouco enrugamento
T3		Médio enrugamento
T4		Muito enrugamento
T5	B	Sem enrugamento
T6		Pouco enrugamento
T7		Médio enrugamento
T8		Muito enrugamento
T9	C	Sem enrugamento
T10		Pouco enrugamento
T11		Médio enrugamento
T12		Muito enrugamento

Fonte: O autor (2018).

A partir de análises de qualidade realizadas pelo laboratório de Controle de Qualidade da COODETEC, foram selecionadas 3 cultivares de soja com ocorrência de enrugamento no eixo embrionário verificadas através de uma análise visual das sementes. Entre as 3 cultivares selecionadas, foi escolhido um lote por cultivar que apresentou melhores resultados nos testes

de vigor e viabilidade iniciais (Tabela 2). Os lotes selecionados são da safra 2017/2018 provindos da região Centro-Oeste do Brasil, com coleta de amostras em março de 2018.

Tabela 2 - Resultados iniciais dos testes de vigor e viabilidade de cada lote, em porcentagem.

Cultivar	DU 4-5	DU 6-8	DU 1-8	Vigor TZ (1-3)	Viabilidade TZ (1-5)	Germinação	Plântulas fortes	EA
A	0	0	48	100	100	96	76	94
B	0	5	65	95	95	93	30	90
C	4	0	50	95	99	96	70	95

Fonte: O autor (2018).

DU: Dano de Umidade; TZ: Tetrazólio; EA: Envelhecimento Acelerado.

As amostras ficaram armazenadas em câmara seca, com umidade de 40 a 60 % e temperatura de $15 \pm 2^\circ\text{C}$, durante 3 meses. Depois de passado esse período, foi realizado o teste de grau de umidade com o determinador de umidade da marca Gehaka®, modelo G939. As amostras A, B e C apresentaram 8,2; 8,1 e 8,1 % de umidade, respectivamente.

A separação das sementes foi realizada através de análise visual, observando a presença de enrugamento apenas sobre o eixo embrionário, sem outros danos aparentes. Cada cultivar foi separada entre sementes que não apresentavam nenhum enrugamento no eixo embrionário, que apresentavam pouco (até 25% de intensidade), médio (de 26 a 50 % de intensidade) e muito (acima de 50 % de intensidade) enrugamento.

Devido ao baixo grau de umidade que as amostras apresentaram, foi realizado o pré-condicionamento das sementes para todos os testes realizados, através do uso de gerbox de acrílico com tela para cada tratamento, contendo 40 mL de água em cada, acondicionados em germinadores durante 24 h a $25^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$. Ao fim do pré-condicionamento as amostras apresentaram entre 12,0 e 12,1 % de umidade.

Para o teste de germinação em rolo de papel foi utilizado o papel de germinação tipo anchor, umedecido com 2,5 vezes o peso do papel, conforme item 5.6.4 da Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009). Com o auxílio de um tabuleiro para 50 sementes foram separadas 4 repetições, formando um rolo de papel cada. Os rolos de papel foram montados com 2 folhas embaixo das sementes e 1 folha em cima. Com os rolos já preparados, as amostras foram acondicionadas em câmara de germinação a $25^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ durante 5 dias.

Para o teste de envelhecimento acelerado, os gerbox com as sementes foram levados à BOD, após o pré-condicionamento, a $41^\circ\text{C} \pm 0,5^\circ\text{C}$ durante 24 h. Posteriormente, foi realizado o mesmo processo da germinação para a montagem dos rolos de papel e acondicionamento em câmara, durante 5 dias, para a avaliação (DUTRA; VIEIRA, 2004).

Para a montagem do teste de tetrazólio, a metodologia utilizada foi a partir do manual da Embrapa Soja, desenvolvido por França Neto, Krzyzanowski e Costa (1998) sobre o teste. Após o pré-condicionamento, conforme relatado anteriormente, foram confeccionadas as “pamonhas” com papel para germinação (1 folha em cima das sementes e 1 folha embaixo) para cada repetição e levadas à câmara de germinação (25 ± 2 °C) por 16 h. Passado esse período, as repetições foram transferidas para copos plásticos e submersas à solução do sal 2, 3, 5-trifenil cloreto de tetrazólio com concentração de 0,05 % durante 2 h em BOD à $35 \pm 0,5$ °C. Quando as sementes apresentaram coloração rósea, as mesmas foram lavadas com água limpa para a retirada do excesso da solução e foram deixadas imersas em água limpa até o momento da avaliação.

Os parâmetros avaliados foram dano de umidade no tetrazólio nas classes 4-5, 6-8 e 1-8, vigor e viabilidade no teste de tetrazólio, viabilidade e plântulas fortes no teste de germinação em rolo de papel e vigor no teste de envelhecimento acelerado.

Para a avaliação do teste germinação as plântulas, após 5 dias da montagem do teste, foram separadas entre normais, anormais, mortas, duras, conforme a RAS (BRASIL, 2009), obtendo-se os valores em porcentagem. A partir do resultado de plântulas normais, tem-se a média de germinação (viabilidade) da amostra. Para o resultado de plântulas fortes, foram contabilizadas as plântulas que apresentavam tamanho maior ou igual à 15 cm no mesmo dia da avaliação da viabilidade, apresentando o valor em porcentagem.

Para a avaliação do teste de envelhecimento acelerado as plântulas foram separadas entre normais, anormais, mortas e duras, apresentando os resultados em porcentagem, onde a porcentagem de plântulas normais determina o resultado do vigor do teste.

Para a avaliação do teste de tetrazólio, as sementes foram separadas em classes (de 1 a 8), conforme metodologia da Embrapa Soja (FRANÇA NETO, KRZYZANOWSKI E COSTA, 1998), obtendo os resultados de quantidade (número) de sementes com dano de umidade nas classes 4-5 (ZORATO, 2001), 6-8 e 1-8, vigor e viabilidade em porcentagem.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas a partir do teste de Tukey a 5% de significância, utilizando o programa SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011).

Resultados e Discussão

Quando comparados os resultados dos testes de qualidade fisiológica das cultivares A, B e C, algumas variáveis apresentaram valores inferiores aos iniciais (Tabela 2) para cada cultivar.

Verifica-se na Tabela 3 que ocorreram diferenças significativas em níveis de 5% quando comparado com o teste de Tukey, na variável dano de umidade nas classes 4-5, 6-8 e 1-8 do teste de tetrazólio.

Tabela 3 - Resultados da quantidade (número) de sementes com dano de umidade nas classes 4-5, 6-8 e 1-8 do teste de tetrazólio, em porcentagem.

Classes	Nível de Enrugamento	Cultivar A	Cultivar B	Cultivar C
4-5	0	0,0 aA	0,5 aA	0,5 cA
	1	0,0 aB	0,0 aB	4,5 bcA
	2	1,0 aB	1,5 aB	7,0 bA
	3	1,0 aB	3,0 aB	15,0 aA
CV (%)			81,51	
DMS (coluna)			4,39	
DMS (linha)			3,99	
6-8	0	1,0 aA	2,0 aA	2,5 bA
	1	0,0 aB	5,0 aA	4,5 bAB
	2	2,5 aA	3,5 aA	5,5 bA
	3	1,0 aB	4,0 aB	15,0 aA
CV (%)			68,68	
DMS (coluna)			5,07	
DMS (linha)			4,60	
1-8	0	76,5 bAB	86,0 aA	72,5 bC
	1	80,5 abA	89,0 aA	81,0 bcA
	2	85,5 abA	90,5 aA	90,5 abA
	3	91,5 aA	95,0 aA	96,0 aA
CV (%)			7,54	
DMS (coluna)			12,38	
DMS (linha)			11,23	

Nível 0: sem enrugamento; Nível 1: pouco enrugamento; Nível 2: médio enrugamento; Nível 3: muito enrugamento. Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna e letras maiúsculas iguais na linha não diferem entre si a partir do teste de Tukey a 5% de significância. CV: Coeficiente de variação; DMS: Diferença mínima significativa.

Quando confrontados os dados referentes ao nível de enrugamento presente nas sementes, as cultivares A e B não apresentaram diferença estatística significativa, enquanto que na cultivar C observou-se maior quantidade de dano de umidade nas classes 4-5 do teste de tetrazólio nas sementes com muito enrugamento no eixo embrionário (T12). Quando

comparado entre as cultivares, foi possível observar uma maior quantidade de danos na cultivar C com os níveis 1, 2 e 3 de enrugamento (T10, T11 e T12, respectivamente).

Para as classes 6-8, a cultivar C apresentou diferença significativa quando confrontados os níveis de enrugamento, sendo que, quanto maior a severidade do dano (T12), maior foi o resultado avaliado, diferindo estatisticamente dos demais. Quando comparado as cultivares, houve diferença significativa no nível 1, onde a cultivar B (T6) apresentou os maiores resultados, semelhantes estatisticamente a cultivar C (T7). Para o nível 3, a cultivar C (T12) se destacou das demais, apresentando maior quantidade de dano no teste de tetrazólio.

Quando observado os resultados obtidos para as classes 1-8, a cultivar A apresentou diferença significativa estatisticamente quando avaliados os níveis de enrugamento, onde o nível 3 (T4) apresentou um maior resultado, semelhante ao encontrado nos níveis 1 (T2) e 2 (T3). Para a cultivar C, o tratamento com maior severidade do dano causado pelo enrugamento (T12) apresentou valor superior aos demais, porém semelhante estatisticamente às sementes com médio nível de enrugamento (T11). Já quando avaliados os resultados entre as cultivares, apenas a testemunha (nível 0) apresentou diferença, sendo que a cultivar B (T5) apresentou maior quantidade de sementes com dano de umidade.

Na Tabela 4, verifica-se que ocorreram diferenças significativas em níveis de 5% quando comparado com o teste de Tukey, na variável vigor (classe 1-3) do teste de tetrazólio.

Tabela 4 - Resultados de vigor (classe 1-3) obtido através do teste de tetrazólio, em porcentagem.

Nível de Enrugamento	Cultivar A	Cultivar B	Cultivar C
0	94,0 aA	94,5 aA	91,5 aA
1	96,0 aA	93,0 aAB	87,0 aB
2	95,0 aA	92,5 aA	85,5 aB
3	96,5 aA	91,5 aA	68,5 bB
CV%		4,30	
DMS (coluna)		7,41	
DMS (linha)		6,72	

Nível 0: sem enrugamento; Nível 1: pouco enrugamento; Nível 2: médio enrugamento; Nível 3: muito enrugamento. Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna e letras maiúsculas iguais na linha não diferem entre si a partir do teste de Tukey a 5% de significância. CV: Coeficiente de variação; DMS: Diferença mínima significativa.

Para a variável vigor no teste de tetrazólio, quando comparados os níveis de enrugamento no eixo embrionário, apenas a cultivar C apresentou diferença estatística, onde o tratamento que possuía o maior nível de dano (T12) apresentou o menor vigor quando comparado aos demais tratamentos. No nível de enrugamento 1, a cultivar C (T10) apresentou

menor vigor no teste de tetrazólio, semelhante à cultivar B (T6). Para os níveis de médio e muito enrugamento, a cultivar C (T12) apresentou o menor resultado comparado com as demais cultivares avaliadas.

Para a variável viabilidade no teste de tetrazólio (Tabela 5), o tratamento com maior severidade do dano causado por enrugamento no eixo embrionário (T12) apresentou menor viabilidade que os demais tratamentos em ambas as comparações.

Tabela 5 - Resultados de viabilidade (classe 1-5) obtida através do teste de tetrazólio, em porcentagem.

Nível de Enrugamento	Cultivar A	Cultivar B	Cultivar C
0	95,0 aA	95,0 aA	96,0 aA
1	97,5 aA	93,5 aA	95,0 aA
2	96,0 aA	94,5 aA	94,5 aA
3	97,5 aA	95,5 aA	83,5 bB
CV%		3,20	
DMS (coluna)		5,75	
DMS (linha)		5,22	

Nível 0: sem enrugamento; Nível 1: pouco enrugamento; Nível 2: médio enrugamento; Nível 3: muito enrugamento. Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna e letras maiúsculas iguais na linha não diferem entre si a partir do teste de Tukey a 5% de significância. CV: Coeficiente de variação; DMS: Diferença mínima significativa.

Quando verificada a viabilidade pelo teste de germinação em rolo de papel (Tabela 6), o nível de enrugamento 3 da cultivar C (T12) apresentou o menor resultado, corroborando com os dados encontrados no teste de tetrazólio. Porém, quando comparadas as cultivares, houve diferença significativa no nível 2, onde a cultivar C (T11) apresentou o menor resultado de viabilidade, semelhante a cultivar B (T8), e no nível 3 onde a cultivar C (T12) apresentou menor porcentagem de plântulas normais.

Tabela 6 - Resultados de viabilidade obtida através do teste de germinação em rolo de papel, em porcentagem.

Nível de Enrugamento	Cultivar A	Cultivar B	Cultivar C
0	95,5 aA	94,0 aA	94,0 aA
1	96,0 aA	94,0 aA	94,5 aA
2	95,5 aA	94,0 aAB	91,5 aB
3	98,0 aA	96,0 aA	83,0 bB
CV%		2,13	
DMS (coluna)		3,81	
DMS (linha)		3,45	

Nível 0: sem enrugamento; Nível 1: pouco enrugamento; Nível 2: médio enrugamento; Nível 3: muito enrugamento. Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna e letras maiúsculas iguais na linha não diferem entre si a partir do teste de Tukey a 5% de significância. CV: Coeficiente de variação; DMS: Diferença mínima significativa.

Segundo a instrução normativa nº 45/2013 (MAPA, 2013), indicando os padrões mínimos necessários para comercialização de sementes de soja, mesmo com a diferença entre os tratamentos, todas cultivares testadas apresentaram resultados superiores a 80%, aprovando as amostras para comercialização.

Para a variável plântulas fortes (Tabela 7), a cultivar C apresentou diferença significativa estatisticamente quando avaliados os níveis de enrugamento, sendo que os tratamentos com níveis 0, 2 e 3 (T9, T11 e T12, respectivamente) apresentaram menores resultados de plântulas fortes. Quando confrontados os dados referentes às cultivares, nos níveis 0 e 2, as cultivares B e C apresentaram plântulas mais fracas, enquanto que no nível 3 apenas a cultivar C (T12) apresentou resultados inferiores aos demais.

Quando avaliado os resultados entre as cultivares, apenas o nível 1 não apresentou diferença estatística. Para o nível 0 e 2, a cultivar A obteve os maiores resultados, diferente das cultivares B e C que não diferiram entre si. Para o nível 3, todas as cultivares foram diferentes entre si estatisticamente, onde a cultivar A apresentou a maior porcentagem de plântulas fortes e a cultivar C apresentou a menor.

Tabela 7 - Resultados de plântulas fortes obtidas através do teste de germinação em rolo de papel, em porcentagem.

Nível de Enrugamento	Cultivar A	Cultivar B	Cultivar C
0	68,5 aA	57,5 aB	48, 5 bB
1	67,0 aA	57,0 aA	62,5 aA
2	74,0 aA	52,5 aB	52,0 abB
3	76,0 aA	61,0 aB	42,0 bC
CV%		10,37	
DMS (coluna)		11,82	
DMS (linha)		10,73	

Nível 0: sem enrugamento; Nível 1: pouco enrugamento; Nível 2: médio enrugamento; Nível 3: muito enrugamento. Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna e letras maiúsculas iguais na linha não diferem entre si a partir do teste de Tukey a 5% de significância. CV: Coeficiente de variação; DMS: Diferença mínima significativa.

Para a variável vigor no teste de envelhecimento acelerado (Tabela 8), a cultivar A não apresentou diferença estatística significativa nos níveis 0 (T1) e 3 (T4), apresentando menor vigor neste teste. Na cultivar B as sementes com maior severidade do dano causado por enrugamento no eixo embrionário (T8) apresentaram menor vigor, porém semelhante aos tratamentos T5 e T6. Para a cultivar C apenas o nível de enrugamento 3 (T12) diferiu dos demais, apresentando o menor vigor, corroborando com os resultados apresentados quando avaliado o vigor pelo teste de tetrazólio.

Quando comparado entre as cultivares, a cultivar C apresentou menor resultado de vigor para os níveis 2 (T11) e 3 (T12), enquanto que, no nível 1 apresentou resultado semelhante estatisticamente a cultivar B (T6).

Tabela 8 - Resultados de vigor obtido através do teste de envelhecimento acelerado 24 h, em porcentagem.

Nível de Enrugamento	Cultivar A	Cultivar B	Cultivar C
0	92,0 bA	92,5 abA	88,5 aA
1	98,5 aA	93,5 abB	90,5 aB
2	98,0 aA	95,5 aA	90,0 aB
3	94,0 abA	89,0 bB	77,0 bC
CV%		2,83	
DMS (coluna)		4,93	
DMS (linha)		4,48	

Nível 0: sem enrugamento; Nível 1: pouco enrugamento; Nível 2: médio enrugamento; Nível 3: muito enrugamento. Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna e letras maiúsculas iguais na linha não diferem entre si a partir do teste de Tukey a 5% de significância. CV: Coeficiente de variação; DMS: Diferença mínima significativa.

O fato de a cultivar C (T12), em geral, ter sido a principal a sofrer redução na qualidade fisiológica das sementes quando submetidas ao dano de umidade causado por enrugamento no eixo embrionário pode ser explicado por Costa *et al.* (2002) que, em sua pesquisa, concluíram que diferentes variedades possuem velocidades de absorção de água diversas, devido a alguma característica genética distinta entre elas. Popinigis (1977) afirma que a velocidade de absorção da água pode variar conforme a espécie, a permeabilidade do tegumento, a composição química e as condições fisiológicas das sementes.

Calero, West e Hinson (1981) afirmam que o tegumento é considerado um regulador da embebição, influenciando na entrada da água na semente de soja devido à alguns fatores como o tamanho e forma dos poros presentes no tegumento e pela quantidade de material ceroso presente na epiderme.

Conclusão

Desta forma, conclui-se que sementes de soja que apresentam enrugamento no eixo embrionário têm perda significativa no vigor e na viabilidade, porém em algumas cultivares essa redução na qualidade fisiológica não é observada, possivelmente devido à sua composição genética.

Referências

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes.** Secretaria Nacional de defesa Agropecuária. Brasília, 2009. 395p.

CALERO, E.; WEST, S.H.; HINSON, K. Water absorption of soybean seeds and associated causal factors. **Crop Science**, Madison, v. 21, n. 6, p. 926-933, 1981.

CONAB. **Acompanhamento da safra Brasileira de grãos**. v. 7. Safra 2019/2020 n. 7 – Sétimo levantamento. Brasília, abril, 2020. 25 p.

COSTA, J. A.; PIRES, J. L. F.; THOMAS, A. L.; ALBERTON, M. Variedades de Soja diferem na velocidade e capacidade de absorver água. **Scientia Agraria**, v. 1, n. 1-2, p.91-96, 2002.

DUTRA, A. S.; VIEIRA, R. D. Envelhecimento acelerado como teste de vigor para sementes de milho e soja. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 34, n. 3, p.715-721, mai-jun 2004.

EMBRAPA, Soja. **Soja**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1>>. Acesso em: 17 jan 2019.

FERREIRA, D. F. Sistema de análises estatísticas - Sisvar 5.6. **Lavras: Universidade Federal de Lavras**, 2011.

FRANÇA-NETO, J. B. Características fisiológicas da semente: germinação, vigor, viabilidade, danos mecânicos tetrazólio, deterioração por umidade tetrazólio e dano por percevejo tetrazólio. In: LORINI, I. (Ed.). **Qualidade de sementes e grãos comerciais de soja no Brasil – safra 2014/15**. Londrina: Embrapa Soja, 2016. p. 31-47. (Embrapa Soja. Documentos, 378).

FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A. **Qualidades fisiológica e sanitária de sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, (Circular Técnica, 9). 1984. 39 p.

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C. **Sementes enrugadas: novo problema da soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, (Circular Técnica, 26). 1990. 4p.

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P. da. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, (Documentos, 116). 1998. 72p.

KRZYZANOWSKI, F. C. Desafios tecnológicos para a produção de semente de soja na região tropical brasileira. In: WORLD RESEARCH CONFERENCE, 7.; INTERNATIONAL SOYBEAN PROCESSING, 4.; CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 3., 2004, Foz do Iguaçu. **Proceedings**. Foz do Iguaçu: EMBRAPA-CNPSo, 2004. p. 1324-1335.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 45, de 17 de setembro de 2013. Estabelecer os padrões de identidade e qualidade para a produção e a comercialização de sementes. **Diário Oficial da União 18/09/2013**, Brasília, p. 1-22.

NUNES, J. L. S. **Tecnologia de sementes – Qualidade**. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/sementes/tecnologia-sementes/qualidade_361339.html>. Acesso em: 16 fev 2019.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1977. 289p

VILLELA, F. A.; NOVEMBRE, A. D. L. C.; MARCOS FILHO, J. Estado energético da água na germinação de semente de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 1, p. 27-34, 2007.

ZORATO, M. F. Teste de tetrazólio modificado. **Revista Seed News**, Ano V, n° 4, p. 21, 2001.