ISSN 2175-2214
Volume 11 - n°1, p. 89 a 106.
Janeiro a Março de 2018.

Produtividade e qualidade fisiológica de sementes de soja colhidas em diferentes períodos de maturação

Thais Pollon Zanatta[1]; Stela Maris Kulczynski[2]; Dauana Della Libera[3]; Valeria Testa[3]; Daniele Cristina Fontana[1]; Carla Janaina Werner[1]; Eduardo Michellotti Ballen[4]

Resumo: Vários fatores influenciam na obtenção de lavouras de alta produtividade, dentre os quais podemos citar a utilização de sementes de alta qualidade, insumo primordial de lavouras uniformes e de alto potencial produtivo. O presente trabalho foi realizado na cidade de Frederico Westphalen/RS e teve como objetivo avaliar a qualidade fisiológica de sementes das cultivares ATIVA RR e 5909 RG, colhidas em seis épocas, sendo 1) 10 dias antes de R8, 2) 5 dias antes de R8, 3) R8, 4) 5 dias após R8, 5) 10 dias após R8 e 6) 15 dias após R8, com intervalos de colheita de cinco dias. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado. Após colhidas, as sementes foram submetidas a testes laboratoriais para avaliar o seu potencial fisiológico. A qualidade de sementes apresentou-se como satisfatória até cerca de 5 dias após a maturação (R8). O retardamento da colheita prejudicou a qualidade das sementes, pois com mais tempo no campo as sementes permaneceram, maior a deterioração. As cultivares diferem entre si, sendo que a cultivar 5909 RG apresenta-se mais resistente ao retardamento da colheita.

Palavras-chave: Épocas de Colheita; *Glycine max;* vigor; deterioração.

A harvest realized at different periods of a production and a physiological quality of soybean seeds.

Abstract: Several factors influence the production of high productivity crops, among which we can mention a use of high quality seeds, a primordial input of uniform crops and high productive potential. The present work was carried out in the city of Frederico Westphalen/RS and had as objective to evaluate a physiological seed quality of the cultivars ATIVA RR and 5909 RG, harvested in six seasons, being 1) 10 days before R8, 2) 5 days before R8, 3) R8, 4) 5 days after R8, 5) 10 days after R8 and 6) 15 days after R8, with five-day harvest intervals. The experimental design was completely randomized. After being harvested, seeds were submitted to testicular laboratories to evaluate their physiological potential. A quality of synthesis is satisfactory until about 5 days after maturation (R8). Delayed harvesting impaired seed quality, because the longer it was not in the field as seeds alive, the greater the deterioration. As cultivars differ from each other, a cultivar 5909 RG is more resistant to harvest delay.

Keywords: Harvest times, *Glycine max*, seed vigor, decay.

[1] Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia Agricultura e Ambiente da Universidade Federal de Santa Maria thais_2zanatta@hotmail.com.
[2] Professora doutora do Departamento de Ciência Agronômicas e Ambientais da Universidade Federal de Santa Maria stelamk@terra.com.br.
[3] Aluna egressa do curso de Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria
[4] Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia Agricultura e Ambiente da Universidade Federal de Santa Maria daani-fontana@hotmail.com.
[5]Aluno do curso de Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria dudubalem7@outlook.com.

ISSN 2175-2214
Volume 11 - n°1, p. 89 a 106.
Janeiro a Março de 2018.

Introdução

O consumo mundial de soja (*Glycine max* L.) é crescente, uma vez que a população humana continuará aumentando de forma exponencial (EMBRAPA SOJA, 2006). Essa cultura caracteriza-se como leguminosa pertencente à família Fabaceae sendo oriunda do continente Asiático. Na década de 70 foi implantada no Brasil e atualmente é a principal commodity cultivada. Apresenta alto valor nutritivo e produção de grãos, pode ser utilizada como adubação verde, forragem, silagem e feno (SEDIYAMA, 2009).

Para obtenção de uma lavoura de sucesso é necessário a aquisição de sementes de alta qualidade e com alto vigor, gerando uma lavoura com estande uniforme (POPINIGIS, 1985; VIEIRA, 1988). De acordo com Sediyama *et al.* (1979) a desuniformidade de 49% dos 53 campos de soja, no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba – MG tem como fator responsável o uso de sementes de baixo poder germinativo.

O período de viabilidade da semente é extremamente variável, dependendo tanto de características genéticas, quanto de efeitos ambientais durante as fases de desenvolvimento, colheita, processamento e armazenamento. O tempo de permanência das sementes de soja no campo após a maturidade fisiológica é fator importante na deterioração e, portanto, determina queda de vigor (PELUZIO *et al.*, 2003).

O estádio R8 é caracterizado pelo ponto ideal de colheita da soja, de acordo com muitos técnicos, pois 95% dos legumes encontram-se maduros. Apesar da necessidade de realizar a colheita neste período, nem sempre as condições pré e pós-maturação são propícias à colheita imediata, quer devido às condições ambientais, quer por problemas de infraestrutura da propriedade. Assim, é necessário conhecer a variação da qualidade das sementes em função do tempo de permanência no campo após o ponto de colheita, ou seja, o quanto é possível o antecipar o período da colheita ou atrasar o período sem perder qualidade fisiológica das sementes.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar se a colheita realizada em diferentes períodos de maturação pode afetar a produtividade e a qualidade fisiológica de sementes de soja das cultivares ATIVA RR e 5909 RG.

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido nos anos de 2014/2015 na Universidade Federal de Santa Maria, Campus de Frederico Westphalen, localizado a 27º39’ S, 53º42’ O e altitude de 490 metros. De acordo com Mota (1953) o clima caracteriza-se como Cfa subtropical úmido, o solo é classificado como LATOSSOLO Alumínico Férrico.

ISSN 2175-2214
Volume 11 - n°1, p. 89 a 106.
Janeiro a Março de 2018.

O experimento foi realizado em duas etapas, primeiramente a campo e após em laboratório. A cultura da soja foi estabelecida e conduzida de acordo com as recomendações de Sediyama (2009) e Embrapa Soja (2008), no que se refere ao tratamento e inoculação das sementes, adubação, manejo de plantas daninhas, pragas e doenças.

O delineamento experimental foi em DBC, em esquema fatorial 6x2 (épocas de colheita x cultivares), com três repetições. A parcela foi constituída por 5 fileiras, espaçadas 0,45 metros, medindo 4 metros de comprimento. As colheitas foram realizadas de cinco em cinco dias, usando a colheita no estádio de desenvolvimento R8 (95% dos legumes maturos) como testemunha (Tabela 1).

Foram coletados os dados meteorológicos de precipitação pluvial, médias das temperaturas máximas e mínimas e umidade relativa do ar, as nove (9) e quinze (15) horas, durante o período das colheitas. As épocas de colheita, as datas e as condições ambientais estão demonstradas na Tabela 1.

Tabela 1 – Especificação de cada tratamento, data de colheita e condições ambientais no momento da colheita. Frederico Westphalen, RS, 2015.

Tratamentos	Época de Colheita e Cultivar	Data da Colheita	Condições Ambientais	
			T (ºC)	UR (%)
T1	10 dias antes de R8 - ATIVA RR	10/03/2015	23,1	75,2
T2	5 dias antes de R8 - ATIVA RR	16/03/2015	24,6	73,5
T3	R8 - ATIVA RR	20/03/2015	24,0	64,2
T4	5 dias após R8 - ATIVA RR	25/03/2015	23,3	64,3
T5	10 dias após R8 - ATIVA RR	30/03/2015	20,1	85,7
T6	15 dias após R8 - ATIVA RR	06/04/2015	24,3	77,2
T7	10 dias antes de R8 - NA 5909 RG	20/03/2015	23,3	64,3
T8	5 dias antes de R8 - NA 5909 RG	25/03/2015	23,3	64,3
T9	R8 - NA 5909 RG	30/03/2015	20,1	85,7
T10	5 dias após R8 - NA 5909 RG	06/04/2015	24,3	77,2
T11	10 dias após R8 - NA 5909 RG	10/04/2015	20,3	68,6
T12	15 dias após R8 - NA 5909 RG	15/04/2015	21,1	85,9

A produtividade das sementes foi avaliada por meio da colheita manual de todas as plantas contidas nas três linhas centrais e desprezou-se 0,5m de cada extremidade, perfazendo 5,4 m² de área útil de cada parcela. O material amostrado, após identificação, foi trilhado manualmente, sendo que as sementes obtidas foram pesadas e os dados apresentados em kg ha^{-1} de sementes. No momento da pesagem foi determinado o teor de umidade das sementes e quando necessário às sementes foram secas ao sol até atingirem umidade de 11 a 12% para posterior análise em laboratório.

Foram realizadas as seguintes determinações em laboratório:

- Peso de mil sementes (PMS): foi realizado de acordo com a metodologia descrita na RAS (BRASIL, 1992), onde foram contadas manualmente 8 repetições de 100 sementes e pesadas. Para calcular usou-se a seguinte fórmula: PMS = (peso da amostra x 1.000) /nº total de sementes

- Teste de germinação (TG): Foi realizado com 4 subamostras de 50 sementes para cada tratamento. As sementes foram semeadas em papel germitest umedecido com água destilada, utilizando-se a quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco. Foram confeccionados rolos sendo estes levados para câmara de germinação (BOD) previamente regulada a 25°C. Conforme a RAS (BRASIL, 1992) foi efetuada a contagem no quinto e oitavo dia, sendo os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais. No oitavo dia foi efetuada a medida do comprimento da radícula e parte aérea de 10 plântulas de soja e após estas foram colocadas em estufa de circulação de ar forçada até manter peso constante, para determinação da massa seca das mesmas.

- Teste de Envelhecimento Acelerado (EA): foi conduzido com 4 subamostras de 50 sementes por tratamento, as quais foram dispostas sobre tela de aço inox inserida no interior de caixas plásticas (gerbox) contendo 40 ml de água (KRZYZANOWSKI *et al*., 1991). Posteriormente, as caixas foram levadas à câmara de germinação (BOD) a 41°C por 48 horas. Após esse período, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, conforme descrito anteriormente. A avaliação foi realizada no quinto dia após a semeadura, computando-se as plântulas consideradas normais (MARCOS FILHO, 1999).

- Teste de Frio (TF): foi realizado com 4 subamostras de 50 sementes por tratamento, sendo que a semeadura foi realizada em papel germitest umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco. Os rolos confeccionados foram envoltos por sacos plásticos, lacrados e mantidos em câmara de germinação (BOD) a 10ºC por cinco dias. Ao término desse período, a temperatura foi elevada a 25ºC por quatro dias. Posteriormente, foi realizada a avaliação computando-se o número de plântulas normais (BARROS *et al.*, 1999). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais, segundo os critérios adotados para o teste de germinação (BRASIL, 1992).

- Condutividade elétrica (CE): foi conduzida utilizando-se 4 subamostras de 50 sementes para cada tratamento. Inicialmente, as sementes foram colocadas em copos plásticos e pesadas em balança analítica com precisão de 0,001g. Após a pesagem, foram adicionados 75 mL de água deionizada nos copos contendo as sementes. Estes foram, então, mantidos em

câmara de germinação (BOD) a 25˚C por 24 horas (LOEFFLER *et al.*, 1988). Logo após, a leitura da condutividade elétrica, na solução de embebição, foi realizada utilizando-se um condutivímetro modelo Lutron CD-4303. O resultado foi expresso em $\mu S.cm^{-1}.g^{-1}$. O valor indicado pelo aparelho foi anotado e dividido pelo peso obtido de cada subamostra.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com 4 repetições para cada característica avaliada em laboratório. Os resultados foram submetidos à análise de variância e quando houve significância as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Pela análise de variância, foi possível observar que houve interação significativa entre as cultivares testadas e as épocas de colheita, pelo teste F a 5% de significância.

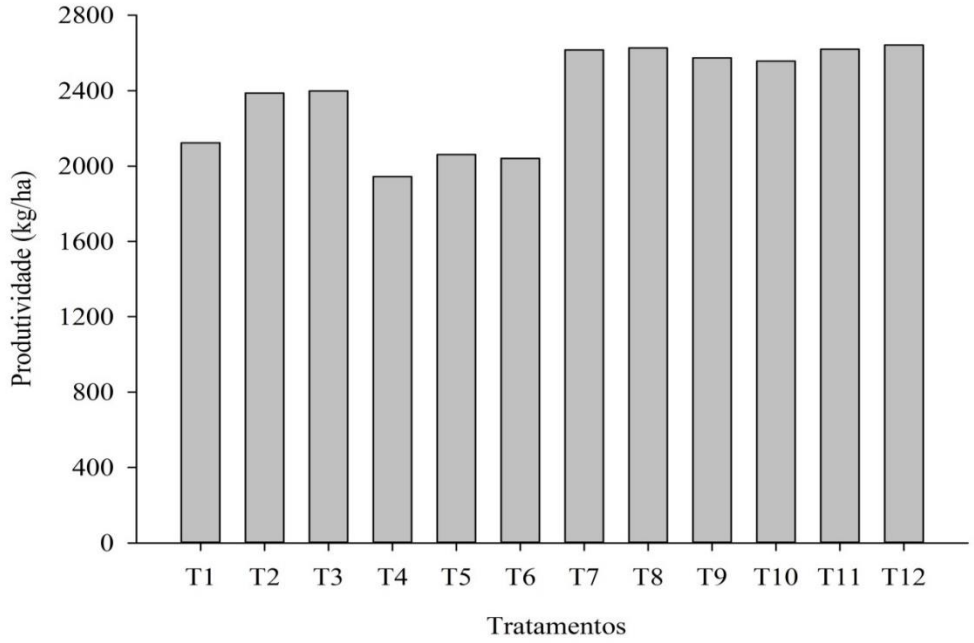
Para a variável produtividade verificou-se que a cultivar 5909 RG apresentou as maiores médias de produtividade de soja com 2.600 kg ha^{-1}, e sem variação significativa nas épocas de colheita. A cultivar ATIVA RR apresentou média de produtividade de 2.200 kg ha^{-1}, e observou-se pequena variação de produtividade entre as épocas de colheita, diminuindo após o estádio R8. Vale ressaltar os tratamentos (1 ao 6) são compostos por cultivar com hábito de crescimento determinada (ATIVA RR) e do tratamento (7 ao 12) trata-se de cultivar indeterminada (5909 RG) (Figura 1).

Carvalho *et al*. (2002), reforçam que a produtividade de sementes é um caráter complexo e resultante da expressão e associação de diferentes componentes, como genéticos e ambientais.

A diferença entre o desempenho produtivo das cultivares testadas pode estar atrelada à fatores genéticos, como por exemplo, a suscetibilidade a condições ambientais e porcentagem do teor de lignina no tegumento das sementes. Cultivares com mais de 5% de lignina no tegumento propiciam a produção de semente de melhor qualidade, pois a lignina, além de proporcionar maior resistência ao dano mecânico, confere à semente maior tolerância à deterioração por umidade (NETO, 2007), como também menor troca de solutos entre a semente e o ambiente externo, alterando assim a qualidade fisiológica da semente.

Outro fator que está ligado a diferença de produtividade entre as cultivares é o hábito de crescimento, pois cultivares com ciclo indeterminado apresentam maior número de nós na haste principal, quando comparadas a cultivares de ciclo determinado. O número de nós na haste principal pode ter influência na produtividade de soja (CARVALHO *et al*., 2002).

Figura 1 - Médias de produtividade (kg ha^{-1}) de duas cultivares de soja colhidas em diferentes épocas. T1:10 dias antes de R8 - ATIVA RR; T2: 5 dias antes de R8 - ATIVA RR; T3: R8 - ATIVA RR; T4: 5 dias após R8 - ATIVA RR; T5: 10 dias após R8 - ATIVA RR; T6: 15 dias após R8 - ATIVA RR; T7: 10 dias antes de R8 - 5909 RG; T8: 5 dias antes de R8 - 5909 RG; T9: R8 - 5909 RG; T10: 5 dias após R8 - 5909 RG; T11: 10 dias após R8 - 5909 RG; T12: 15 dias após R8 - 5909 RG. Frederico Westphalen, 2015.



De acordo com a análise de variância (Tabela 2 e 3), verificou-se que os fatores cultivar e época de colheita interferiram significativamente no potencial fisiológico das sementes, porém não no peso de mil sementes.

A partir da maturidade fisiológica há tendência de reduzir a qualidade das sementes, cuja velocidade de deterioração é influenciada pelos fatores ambientais e genéticos (PEDROSO *et al.*, 2008). Fatores genéticos tem grande importância, pois a alteração do ciclo das cultivares permite que isso sirva de escape a condições ambientais adversas (MACHADO *et al.*, 2008).

Para a variável porcentagem de germinação das sementes, para ambas as cultivares, o retardo da colheita ocasionou redução significativa na porcentagem de germinação das sementes. Contudo, a antecipação da colheita para ambas cultivares não diferiu quando comparada a testemunha (R8) (Tabela 2). Essa redução na porcentagem de germinação é explicada pelo avanço de deterioração das sementes. Ressalta-se que o fator genético das cultivares também interferiu, pois a cultivar ATIVA RR produziu sementes com maior potencial germinativo e menor porcentagem de sementes anormais e não germinadas.

ISSN 2175-2214
Volume 11 - n°1, p. 89 a 106.
Janeiro a Março de 2018.

Tabela 2 - Análise de variância dos dados de peso de mil sementes (PMS), primeira contagem (PC), germinação (G); semente anormal (SA); semente não germinada (SNG); comprimento de parte aérea (CPA) de sementes de soja das cultivares Ativa RR e 5909 RG provenientes de diferentes épocas de colheita. Frederico Westphalen, 2015.

Tratamentos	PMS	PC	G	SA	SNG	CPA
Cultivar						
Ativa RR	155,01a	92,54a	93,71a	7,112b	6,29b	6,99
5909 RG	141,94a	92,13a	90,62b	14,17a	9,37a	6,39
Época de colheita						
10 dias antes R8	148,86a	93,12b	93,75a	7,75c	6,25b	6,85
5 dias antes de R8	151,15a	98a	96,85a	3,75bc	3,12b	7,34
R8	148,12a	96,75ab	96a	9,37abc	4,00b	6,95
5 dias após R8	154,25a	94,75ab	94,37a	13,37a	5,62b	7,28
10 dias após R8	135,3a	87,63c	88,5b	13,37ab	11,50a	5,91
15 dias após R8	153,15a	83,75d	83,5c	16,25ab	16,50a	5,83
			Valores de F			
Cultivar	3,53ns	0,068 ns	12,78**	27,72**	35,08**	6,64*
Época de colheita	0,94ns	34,88**	28,16**	8,82**	20,02**	6,14**
Cultivar x Época de colheita	0,64ns	45,08**	33,12**	5,26**	20,92**	6,56**
CV (%)	9,68	1,49	1,53	22,61	20,74	5,37

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. ^{ns}, * e ** são: não significativo e significativo a 5% e 1% pelo teste de Tukey.

No que se refere a variável peso de mil sementes (PMS), apesar de não significativo, verifica-se que após a época R8 (ponto de maturidade fisiológica), as sementes apresentaram tendência de redução do PMS. Atribui-se essa redução à respiração das sementes, ocorrida a campo, pois quando as sementes atingem sua máxima matéria, apresentam elevado teor de umidade e quantidade de substâncias orgânicas transportadas, o qual tende se equilibrar com respiração. O peso da semente tende a aumentar conforme aumentam-se os dias após a floração, até um momento em que estabiliza e decresce PESKE (2010). Esse decréscimo ocorre pelo processo de respiração, consumindo matéria seca das sementes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000; POPINIGIS, 1985).

Tabela 3 - Análise de variância dos dados comprimento de radícula (CR); massa seca (MS); envelhecimento acelerado (EA); condutividade elétrica (CE) e teste de frio (TF) de sementes de soja das cultivares Ativa RR e 5909 RG provenientes de diferentes épocas de colheita. Frederico Westphalen, 2015.

Tratamentos	CR	MS	EA	CE	TF
Cultivar					

Ativa RR	6,86a	0,63a	89,08a	58,62a	90,17a
5909 RG	5,75b	0,62a	87,42a	50,81b	82,83b
Época de colheita					
10 dias antes R8	6,40ab	0,60a	86,50b	56,71ab	91,00ab
5 dias antes de R8	7,29a	0,62a	97,25a	47,63b	95,75a
R8	6,49ab	0,62a	95,25a	54,38ab	93,75ab
5 dias após R8	7,61a	0,61a	86,00b	54,12ab	86,50b
10 dias após R8	4,90b	0,65a	84,25b	51,55a	78,50c
15 dias após R8	5,11b	0,63a	80,25b	53,85ab	73,50c
Valores de F					
Cultivar	7,86**	0,69ns	0,88ns	11,41**	25,17**
Época de colheita	5,94**	0,79ns	12,25**	2,61*	25,98**
Cultivar x Época de colheita	6,44**	0,51ns	14,72**	1.29ns	6,94**
CV (%)	9,65	2,49	3,06	7,27	2,87

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. ^{ns}, * e ** são: não significativo e significativo a 5% e 1% pelo teste de Tukey.

As cultivares de soja avaliadas diferiram quanto ao vigor expresso pelas variáveis CPA, CR, CE e TF (Tabela 2 e 3), onde a cultivar ATIVA RR demonstrou-se mais vigorosa através desses testas avaliações, exceto na avaliação da CE que a cultivar 5909 RG demonstrou-se mais vigorosa, com menor liberação de exsudatos. Verificou-se diferença significativa para as épocas de colheita, sendo que as variáveis demonstraram decréscimo dos valores conforme se retardou a colheita, fato este aliado ao aumento da vulnerabilidade das sementes, proporcionando maior prejuízo.

A maior porcentagem de sementes anormais foi verificada após o estádio R8 que corresponde a colheita, sendo que aos 15 dias após este estádio, houve aumento em 73% de semente anormais. A permanência das sementes no campo é uma das principais causas da deterioração, ocasionando dano ao genoma da semente, pois segundo Peske (2012) pequenas mudanças não são letais e são transmitidas à um suficiente número de células filhas, podendo afetar a morfologia ou funções originando plântulas anormais.

O retardo da colheita proporcionou acréscimo de valores quatro vezes maiores de sementes não germinadas quando em comparação com a testemunha (Tabela 2). As sementes não germinadas podem ter várias causas, podendo ser sementes duras, sementes dormentes, sementes mortas, sementes vazias, sementes sem embrião e sementes danificadas por insetos. Sendo que o maior tempo de permanência no campo ocasiona maior vulnerabilidade das sementes às condições locais. Acredita-se que essas sementes sejam danificadas por insetos, pelo maior tempo vulneráveis aos ataques desses. A germinação é um processo fisiológico

influenciado por fatores externos e internos que podem dificultar ou acarretar o sucesso desse processo (NASSIF *et al*., 1998). Pode-se citar como principais fatores externos que influenciam a germinação, a luz, temperatura, disponibilidade de água e o oxigênio. A qualidade de luz durante a maturação da semente é um importante fator controlador da germinação. A temperatura pode afetar as reações bioquímicas que determinam todo o processo germinativo. A água é o fator que mais influencia o processo de germinação, mas o excesso de umidade provoca decréscimo na germinação, visto que impede a penetração do oxigênio e reduz todo o processo metabólico resultante (NASSIF *et al*., 1998).

Para Delouche (1980) o vigor das sementes e a deterioração são aspectos fisiologicamente ligados, que refletem na qualidade de sementes. O retardo da colheita promoveu aumento no processo de deterioração e decréscimo no vigor fisiológico, como verificado através das variáveis PC, CPA, CR EA CE e TF.

O vigor expresso pela variável peso da matéria seca das plântulas não apresentou diferença significativa, esse se manteve estável, não oscilando entre cultivares e épocas de colheita, isso mostra que não houve perda na energia empregada nas transformações metabólicas.

Tabela 4 - Valores médios de germinação e número de sementes anormais de soja das cultivares Ativa RR e 5909 RG provenientes de diferentes épocas de colheita. Frederico Westphalen, RS. 2015.

Cultivar	Épocas de colheita					
	10 dias antes R8	5 dias antes de R8	R8	5 dias após R8	10 dias após R8	15 dias após R8
	Germinação (%)					
Ativa RR	99,75aA	97,25aA	98,75aA	97,75aA	94,25aA	74,5bB
5909 RG	96,5aA	92,5aAB	93,25bAB	91bAB	87,75bBC	82,75aC
	Sementes Anormais (%)					
Ativa RR	3,25bB	4,50aB	4,00bB	5,50bAB	11bAB	14,5aA
5909 RG	12,25aA	13,00aA	14,75aAB	21,25aB	21,5aB	22,25bB

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

De acordo com a Tabela 4 verificou-se que o potencial germinativo das sementes de soja das duas cultivares diferiram, pois a maior germinação ocorreu para a cultivar ATIVA RR em todas as épocas de colheita, exceto última época (15 dias após R8). Para as épocas de colheita verificou-se que o potencial germinativo decresce com o passar do tempo da colheita, pois para a cultivar ATIVA RR, apenas aos 15 dias após R8 apresentou baixo potencial,

diferindo estatisticamente. Para a cultivar 5909 RG, após o estádio R8 já ocorre decréscimo significativo no potencial germinativo das sementes de soja. Isso mostra que a cultivar 5909 RG apresenta menor potencial germinativo, como também menor tolerância ao retardamento da colheita, consequentemente menor resistência à deterioração.

Analisando-se a influência das épocas de colheita sobre a qualidade fisiológica das sementes de soja, verificou-se que novamente, para ambas cultivares, a colheita tardia afeta negativamente a germinação

O atraso da colheita, associado às variações da umidade relativa do ar, causa alternância do teor de água das sementes, com prejuízos expressos pelo aumento das porcentagens de sementes com tegumento rachado e enrugado, e, consequentemente, do processo de deterioração, em virtude da facilidade de penetração de patógenos e exposição do tecido embrionário ao ambiente (ZITO, 1994). Além das consequências negativas citadas, pode haver, também, aumento da incidência de percevejos com o atraso da colheita (PANIZZI *et al.*, 1979; MARCOS FILHO *et al.*, 1987). Essa redução na qualidade fisiológica da semente com o retardamento da colheita tem sido verificada em quase todas as cultivares de soja que, apesar de altamente produtivas, apresentam problemas de qualidade, dificultando assim sua recomendação (SILVA, 2002).

Considerando-se 80% como o valor mínimo de geminação aceitável para a semeadura da soja e estabelecimento adequado de plantas no campo (SEAG-PR, 1986), notou-se que as sementes de soja da cultivar ATIVA RR poderiam permanecer no campo, nas condições do presente experimento, sem a ocorrência de perdas significativas na sua qualidade fisiológica, por 10 dias após o estádio fenológico R8. Já o retardamento da colheita para a cultivar 5909 RG apesar de apresentar decréscimo na qualidade fisiológica, esta apresentou 82,75% de germinação, enquadrando-se dentro do mínimo aceitável, mesmo após 15 dias do ponto de maturação fisiológica.

Para a variável sementes anormais (%), verificou-se diferença significativa entre as cultivares analisadas, sendo que os valores de sementes anormais para ambas as cultivares forma maiores quando as colheitas foram realizadas após o ponto de maturidade fisiológica (R8). A maior porcentagem de sementes anormais foi observada para a cultivar 5909 RG (Tabela 3).

A alta porcentagem de plântulas anormais (Tabela 4) pode ser explicada da seguinte forma: uma semente que teve suas estruturas morfológicas e bioquímicas que sofreram alguma deterioração e não tem capacidade de restaurar os tecidos injuriados. Para

ISSN 2175-2214
Volume 11 - n°1, p. 89 a 106.
Janeiro a Março de 2018.

que ocorra essa restauração é necessário que a semente absorva água e isso acontecerá na germinação. Á agua absorvida ativa o metabolismo e libera energia. Essa energia em vez de ser usada integralmente para germinação, parte é gasta pata restaurar tecidos injuriados (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000), vindo a gerar plântulas mal formadas, com graus de anormalidades. Plântulas anormais de soja podem ser consequência de fatores genéticos, ambientais e práticas de manejo que acarretam na ausência, atrofia ou deformidade em seus órgãos vitais como a radícula, hipocótilo e plúmula (ZOLIN, 2015).

Para as variáveis relacionadas ao vigor das sementes, verificou-se diferença significativa para as cultivares avaliadas, sendo que as sementes da cultivar ATIVA RR apresentaram-se mais vigorosas, embora essa diferença foi demonstrada somente na época de colheita 10 dias após R8. E aos 15 dias após R8 houve inversão em relação à classificação de vigor, onde a cultivar 5909 RG apresentou maior número de plântulas germinadas, o que vem a confirmar o teste de germinação (Tabela 4), dando um indicativo de maior tolerância às condições desfavoráveis de campo.

Para a cultivar ATIVA RR percebe-se que houve diferença significativa entre as épocas de colheita (Tabela 5), sendo nas colheitas tardias, onde as sementes permaneceram 15 dias a mais após sua maturidade fisiológica houve perda de aproximadamente 30% no vigor. O mesmo pode-se notar na cultivar 5909 RG, onde 15 dias após a maturidade fisiológica da semente houve perdas de 20% no vigor. Esse fato se dá pelo avanço do processo de deterioração das sementes no campo.

Tabela 5 - Valores médios de primeira contagem de germinação de sementes de soja das cultivares Ativa RR e 5909RG provenientes de diferentes épocas de colheita. Frederico Westphalen, RS, 2015.

Cultivar	Épocas de colheita					
	10 dias antes R8	5 dias antes de R8	R8	5 dias após R8	10 dias após R8	15 dias após R8
Ativa RR	99aA	99aA	97,5aA	96,75aAB	91,25aB	71,75bC
5909 RG	95,75aA	97aA	96aA	92,75aAB	84bC	80,25aC

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

Os resultados observados na Tabela 4 e 5 vêm corroboram com Carvalho & Nakagawa (2000), pois a redução do nível de vigor afeta a capacidade de germinação das sementes, aumentando a porcentagem de plântulas anormais.

O tempo em que essas sementes permaneceram no campo já é considerado armazenamento. Dentro desse período há fatores que não podem ser controlados a nível de

campo, como a temperatura e umidade relativa do ar. Esses fatores são os principais responsáveis pela deterioração de sementes, diminuindo longevidade das mesmas. A deterioração das sementes é manifestada como uma redução progressiva na capacidade produtiva, incluindo a redução na taxa e uniformidade de germinação, reduzindo a tolerância ao estresse ambiental, com emergência inferior, grau de anormalidade e menor desenvolvimento de plântula (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

Para que o processo de germinação seja iniciado, é necessário que ocorra uma sequência ordenada de eventos metabólicos que resultam na formação e desenvolvimento da plântula (ZOLIN, 2015). Além desses eventos, há os fatores ambientais ligados nesse processo. O conjunto das condições ambientais com os eventos metabólicos tem papel essencial no processo de estabelecimento da plântula no ambiente.

Tabela 6 - Valores médios de comprimento de parte aérea e radícula de plântulas de soja das cultivares Ativa RR e 5909 RG, provenientes de sementes colhidas em diferentes épocas. Frederico Westphalen-RS. 2015.

Cultivar	Épocas de colheita					
	10 dias antes R8	5 dias antes de R8	R8	5 dias após R8	10 dias após R8	15 dias após R8
	Comprimento de Parte Aérea (cm)					
Ativa RR	7,76aAB	8,56Aa	7,18aAB	7,12aAB	6,18aBC	5,12aC
5909 RG	6,94bA	6,11bAB	6,71aA	6,43aAB	5,64aB	5,53aB
	Comprimento de Radícula (cm)					
Ativa RR	8,32aA	8,88aA	6,56aAB	8,28aA	5,32aBC	3,79bC
5909 RG	5,48bA	5,71bA	6,42aAB	6,94aAB	4,49aB	4,43aB

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

Analisando-se o desempenho de plântulas (Tabela 6), verificamos que somente as sementes colhidas antes do ponto de maturidade fisiológica (R8) demonstraram diferenças significativas entre as cultivares atribuídas à diferença genética, onde as sementes da cultivar ATIVA RR foram as que originaram plântulas com maior desenvolvimento. Entretanto observa-se menor desenvolvimento de plântulas originadas de sementes colhidas mais tardiamente, independente da cultivar.

Pode-se afirmar que as plântulas colhidas 15 dias após R8 perderam 50% do seu tamanho, quando comparada com plântulas de sementes colhidas na época ideal (Tabela 6). Atribui-se esse fato pela maior taxa de respiração da semente e consequentemente ao maior gasto energético a campo, onde as reservas da semente foram diminuídas.

Os testes de desempenho de plântulas são também classificados como testes fisiológicos (MCDONALD JR., 1975), visto que determinam a atividade fisiológica específica, cuja manifestação depende do vigor. Segundo Marcos Filho (1999), o vigor de sementes tem efeito direto na habilidade da planta acumular matéria seca, mas à medida que os estádios se sucedem, essa influência tende a reduzir e o desempenho da planta torna-se mais dependente das relações genótipo e ambiente.

Kolchinski *et al*. (2006) observaram que plantas de soja originadas de sementes de maior qualidade fisiológica apresentaram maiores taxas de crescimento da cultura resultando em plantas com maior massa seca e área foliar aos 30 dias após a emergência. Resultado que observa-se na Tabela 6, onde com o retardamento da colheita e consequente diminuição do vigor, as sementes originaram plântulas menores.

Além disso, Krzyzanowski e França Neto (2001) destacam que as alterações bioquímicas estão relacionadas com o funcionamento dos sistemas enzimáticos envolvidos nos processos de digestão, mobilização e utilização das reservas da semente para constituir novos tecidos na plântula em desenvolvimento.

Tabela 7 - Valores médios de vigor com base nos testes envelhecimento acelerado, teste de frio e condutividade elétrica, de sementes de soja das cultivares Ativa RR e 5909RG, provenientes de diferentes épocas de colheita. Frederico Westphalen-RS. 2015.

Cultivar	Épocas de colheita					
	10 dias antes R8	5 dias antes de R8	R8	5 dias após R8	10 dias após R8	15 dias após R8
	Teste de Envelhecimento Acelerado (%)					
Ativa RR	98,00aAB	98,50aA	99,50aA	86,50aBC	81,50aC	70,50bD
5909 RG	90,00bA	93,00aA	95,00bA	85,50aB	87,00aB	75,00aBC
	Teste de Frio (%)					
Ativa RR	58,30aA	52,83aA	61,79aA	57,86aA	67,93aA	72,96aA
5909 RG	45,11aA	42,43aA	46,96bA	50,38aAB	55,18bB	56,75bB
	Teste de condutividade elétrica ($\mu S.cm^{-1}.g^{-1}$)					
Ativa RR	58,30aA	52,83aA	61,79aA	57,86aA	67,93aA	72,96aA
5909 RG	45,11aA	42,43Aa	46,96bA	50,38aAB	55,18bB	56,75bB

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

Analisando-se os fatores cultivar x épocas de colheita, verificou-se que em algumas épocas houve diferença significativa entre as cultivares, sendo as sementes da cultivar ATIVA RR as que apresentaram-se como mais vigorosas, exceto na última época de

colheita, que o resultado foi inverso, onde as sementes da cultivar 5909 RG foram as mais vigorosas apresentando maior porcentagem de plântulas normais. Este resultado é coincidente com os valores do teste de germinação, onde também foi verificado que 15 dias após R8 as sementes da cultivar 5909 RG apresentaram-se com maior potencial fisiológico e portanto, resistente às as condições adversas a que foram submetidas no campo. Esse comportamento é dado as características genômicas da cultivar 5909 RG (Tabela 7).

Analisando-se a diferença entre as cultivares em cada época, verifica-se diferença significativa apenas nas épocas R8, 10 e 15 dias após R8, sendo as sementes da cultivar 5909 RG são as mais vigorosas, ou seja, as que apresentam a menor liberação de solutos, e demonstrando-se mais resistente ao retardamento da colheita quando comparada com a cultivar ATIVA RR, resultado este que confirmam porque esta cultivar na última data de colheita se manteve com maior potencial germinativo e vigor.

Com base no teste de envelhecimento acelerado, observa-se que as sementes colhidas tardiamente apresentaram menor porcentagem de plântulas normais, diferindo significativamente das sementes colhidas na época R8, caracterizando assim lotes de baixo vigor. Assim, sementes de baixa qualidade deterioram-se mais rapidamente do que as mais vigorosas, apresentando queda acentuada de sua viabilidade, após serem submetidas ao envelhecimento acelerado.

Para ambas cultivares, os valores de condutividade elétrica aumentaram com o atraso da colheita (Tabela 7), demonstrando que as sementes apresentaram maior lixiviação de solutos caracterizando assim menor integridade das membranas, sendo, portanto de qualidade inferior. Estas diferenças de vigor entre as sementes colhidas nas diferentes épocas somente foi significativa para a cultivar 5909 RG, onde se teve aumento nos valores de condutividade, o qual representa maior degradação da membranas. Vale ressaltar que a diferença entre os valores para época ideal de colheita e atraso da mesma não são discrepantes. Os valores, correspondentes à menor liberação de exsudatos, indicam maior vigor, revelando menor intensidade de desorganização dos sistemas membranas das células.

Têm-se procurado elucidar os mecanismos que determinam a deterioração das sementes à campo. Entre os mecanismos de deterioração das sementes à campo, está a interação entre a herança genética e a exposição das sementes à temperatura e à umidade relativa, provocando degeneração no seu metabolismo, desencadeadas pela desestruturação e perda da integridade do sistema de membranas celulares, causadas principalmente pela peroxidação dos lipídeos; além da perda da compartimentalização celular, a desintegração do

sistema de membranas promove descontrole do metabolismo, da água e solutos entre as células e o meio exterior, determinando a queda na viabilidade das sementes (LOPES, 1990; ROSSETO E MARCOS FILHO, 1995; DELOUCHE, 2002),

Analisando-se as sementes de cada cultivar colhidas nas diferentes épocas, verificou-se que houve diferença significativa na maioria das épocas, sendo as sementes da cultivar ATIVA RR as mais vigorosas, resultado este expresso pela maior porcentagem de plântulas normais no teste de frio e que coincidem com os resultados do teste de envelhecimento acelerado. Entretanto aos 15 dias após o ponto de maturidade fisiológica, este resultado se inverte, onde as sementes da cultivar 5909 RG é que apresentam maior potencial fisiológico, com maior número de plantas normais, resultado coincidente com o teste de envelhecimento e condutividade elétrica, comprovando a identificação de que a cultivar 5909 RG mostra maior resistência ao deterioramento.

O teste de frio tem como princípio básico a exposição das sementes a baixa temperatura e alta umidade do ar. Esse é considerado um teste de resistência, pois o lote de sementes que melhor resistir às condições adversas é considerado o de maior potencial fisiológico. De forma geral, se os resultados do teste de frio se aproximarem dos obtidos no teste padrão de germinação, há grande possibilidade de apresentar capacidade para germinar sob ampla variação das condições de umidade e temperatura do solo (CICERO; VIEIRA, 1994).

Conclusões

O potencial fisiológico das sementes de soja variou em função das cultivares e entre as épocas de colheita.

Não ficou evidenciado pela maioria dos testes de vigor que a antecipação da colheita, realizada datas do experimento, interfira negativamente no vigor, apesar de se considerar o alto teor de umidade um impasse para colheita mecânica. Entretanto o retardamento da colheita afeta negativamente a germinação e o vigor das sementes.

A cultivar 5909 mostrou-se mais resistente ao atraso da colheita, no que se refere a perda de vigor e para o fator produtividade esta apresentou as maiores médias de rendimento de soja com 2.600 kg ha^{-1}, e sem variação significativa nas épocas de colheita.

Referências

BARROS, A.S.R.; DIAS, M.C.L.L.; CICERO, S.M.; KRZYZANOWSKI, F.C. Testes de frio.

In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.DE B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes.** Londrina: ABRATES, 1999. cap. 5. p.1-15.

BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: DNDV/CLAV, 1992. 365 p.

CARVALHO, C. G. P; ARIAS, C. A. A.; TOLEDO, J. F. F.; OLIVEIRA, M. F.; VELLO, N. A. Correlação e análise de trilha em linhagens de soja semeadas em diferentes épocas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, v. 37, n. 3, p. 311-320, 2002.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 588 p.2000.

CICERO, S.M.; VIEIRA, R.D. Teste de frio. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.) **Testes de vigor em sementes.** Jaboticabal: FUNEP, 1994. P.151-164.

DELOUCHE, J. C. Environmental effects on seed development and seed quality. **HortScience, Alexandria**, v.15, p.775-780, 1980.

DELOUCHE, J.C. Germinação, deterioração e vigor da semente. **Seed News**, v.6, n.6, p.24-31, 2002.

EMPRAPA SOJA. **Tecnologias de Produção de Soja – Paraná – 2007**. Londrina (ISSN 1677-8499). 2006.

KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T. Crescimento inicial de soja em função do vigor de sementes. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 12, p. 163-166, 2006.

KRZYZANOSWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B. **Vigor de sementes.** Informativo ABRATES, Londrina, v. 11, n. 3, p. 81-84, 2001.

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A. **Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas**. Inf. Abrates, Londrina, v. 1, n. 2, p. 15-50, 1991.

LOEFFLER, T.M.; TEKRONY, D.M.; EGLI, B.D. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. J. **Seed Technol,** Springfield, v. 12, n. 1, p. 37-53, 1988.

LOPES, J.C. **Germinação de sementes de Phaseolus vulgaris L. após diversos períodos e condições de armazenamento**. 1990. 254f. Tese (Doutorado). UNICAMP, Campinas,1990.

MACHADO, F. C.; TEIXEIRA, N. J. P.; FILHO, F. R. F.; ROCHA, M. M.; GOMES, R. L. F. Identificação de genótipos de feijão-caupi quanto à precocidade, arquitetura da planta e produtividade de grãos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 01, p. 114-123, 2008.

MARCOS FILHO, J. **Teste de envelhecimento acelerado**. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.DE B. Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: Abrates, 1999. cap. 3, p. 1-24.

MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, S. M.; SILVA, W. R. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230 p.

McDONALD JR, M.B. A review and evaluation of seed vigor tests. **Proceedings of the International Seed Testing Association**. Lansing, v.65, n. 1, p.109-139, 1975.

MOTA, F.S. da. Estudo do clima do estado do Rio Grande do Sul, segundo o sistema de W. Koeppen. **Revista Agronômica,** Porto Alegre, v.8, n.193, p.132-141, 1953.

NASSIF, S. M.; VIEIRA, I. G.; FERNANDES, G. D. **Fatores Externos (ambientais) que Influenciam na Germinação de Sementes**. Informativo Sementes IPEF - Abril 1998. Disponível em: http://www.ipef.br/tecsementes/germinacao.asp. Acesso em 28 de junho de 2015.

NETO, J. B. F.; KRZYZANOWSKI, F. C.; PÁDUA, G. P.; COSTA, N. P.; HENNING, A. A. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**. Circular Técnica. EMBRAPA SOJA. Londrina, PR. Março, 2007.

PANIZZI, A.R.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; NEUMAIER, N.; QUEIROZ, E.F.de. Efeitos da época de semeadura e do espaçamento entre fileiras na população de artrópodos associados à soja. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA,1., 1978, Londrina. **Anais...** Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1979. p. 113-125.

PANOBIANCO, M.; VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA- NETO, J.B. Electrical conductivity of soybean seed and correlation with seed coat lignin content. **Seed Science and Technology,** v.27, n.3, p.945-949, 1999.

PEDROSO, D. C.; MENEZES, V. O.; MUNIZ, M. F. B.; BELLÉ, R.; BLUME, E.; GARCIA, D. C. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de *Zinnia elegans* Jacq. colhidas em diferentes épocas. **Revista Brasileira de Sementes,** vol. 30, nº 3, p. 164-171, 2008.

PELUZIO, J.M.; BARROS, H.B.; SILVA, R.R. DA; SANTOS, M.M. DOS; SANTOS, G.R. DOS; DIAS, W.C. Qualidade fisiológica de sementes de soja em diferentes épocas de colheita no sul do Estado do Tocantins. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 50, n. 289, p. 347-355, 2003.

PESKE, S. T.; BARROS, A. C. S. A.; SCHUCH, L. O. B. **O momento de colher.** Revista Seeds News. Ano XIV, Nº3. Pg. 24 a 19. Maio/Junho de 2010.

PESKE, S.T.; ROSENTHAL, M.D.; ROTA, G.R.M. Sementes: Fundamentos científicos e tecnológicos. **Revista Seeds News**. 3ª edição. Pelotas: Editora Rua Pelotas, 2012. 573p.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: Agiplan, 1985. 289p.

ROSSETO, C.A.V.; MARCOS FILHO, J. Comparação entre os métodos de envelhecimento acelerado e de deterioração controlada para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. **Scientia Agricola**, v.52, n.1, p.123-131, 1995.

SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA - PR. **Normas de produção de sementes, básica, registrada, certificada e fiscalizada**. Curitiba: SEAG-PR e CLASPAR,

1986.

SEDIYAMA, T. **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: Macenas, 2009.

SILVA, J. F. **Influência do tamanho da semente de soja (Glycine max (L.) Merril) sobre sua tolerância ao metribuzin e estudos de lixiviação deste por dois tipos de solo**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 70p. (Dissertação Mestrado).

EMBRAPA SOJA. **Tecnologias de produção de soja - região central do Brasil 2009 e 2010**. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2008. 262 p. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 13).

VIEIRA, M.G.G.C. Aspectos da integração, tecnologia e sanidade em estudos de sementes. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES, 3. Lavras. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1988. p. 48-57.

VIEIRA, R. D.; PENARIOL, A. L.; PERECIN, D.; PANOBIANCO, M. Condutividade elétrica e teor de água inicial das sementes de soja. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 37, n. 9, p. 1333-1338, set. 2002

ZITO, R. K. **Padrões eletroforéticos de proteínas e qualidade fisiológica durante o desenvolvimento da semente de soja.** 1994. 48 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1994.

ZOLIN, J.; PARRON, C.; LIMA, J.S. de; ALMEIDA, C. G. de. **Desenvolvimento e morfologia de plântulas. In:** VI CONCCEPAR: Congresso Científico da Região Centro-Ocidental do Paraná, Campo Mourão. **Anais...** Campo Mourão, 2015.