

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA ORIUNDAS DE CAMPOS DESSECADOS COM GLUFOSINATO-SAL DE AMÔNIO E PARAQUAT

Efrain de Santana Souza¹, Ariane de Meira Alves², Caroline Geraldi Pierozzi³

RESUMO:

A dessecação química é uma das formas adotadas por alguns produtores para minimizar as perdas de qualidade das sementes no campo e antecipar a colheita. Nesse sentido, o estudo objetivou avaliar a qualidade de sementes de soja em estágio R7, provenientes de campos dessecados com glufosinato-sal de amônio e paraquat. Para tanto, três cultivares de soja, 'NA 5909RG', 'NS 6823 RR' e 'NS 6229 RR' foram dessecados com paraquat, glifosinato-sal de amônio e secas naturalmente a campo. As sementes oriundas destes campos foram avaliadas quanto à germinação, através de testes em rolo de papel, e vigor pelo teste de tetrazólio após 5 meses de armazenamento. Avaliou-se também o comprimento de plântulas e raízes. O experimento foi realizado sob delineamento de blocos ao acaso com cinco repetições por tratamento. As médias foram analisadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade num esquema fatorial 3x3. A interação entre os tratamentos foi significativa para a germinação, revelando que paraquat aumentou a qualidade fisiológica das sementes, além de favorecer o desenvolvimento radicular da cultivar 'NA 5909 RG'. Em relação ao comprimento de plântula, também houve diferença significativa entre 'NA 5909 RG' e 'NS 6823 RR' quando dessecados com paraquat.

PALAVRAS-CHAVE: dessecação de soja, germinação, qualidade de sementes, tetrazólio.

PHYSIOLOGICAL QUALITY OF SOYBEAN SEEDS FROM DESICCATED CULTIVARS WITH GLUFOSINATE-SALT AMMONIA AND PARAQUAT

ABSTRACT:

The objective of this study was to evaluate the quality of soybean seeds at the R7 stage, from fields desiccated with glufosinate-ammonium salt and paraquat. To that end, three soybean cultivars, 'NA 5909RG', 'NS 6823 RR' and 'NS 6229 RR' were desiccated with paraquat and glyphosate-ammonium salt, then dried naturally on the field. The seeds from these fields were evaluated for germination through paper roll tests, and vigor using the tetrazolium test after 5 months of storage. The seedling and root lengths were also evaluated. The experiment was carried out under a randomized block design with five replicates per treatment. The averages were analyzed using the Tukey test at 5% probability in a 3x3 factorial scheme. The interaction between the treatments was significant for the germination, showing that paraquat increased the physiological quality of the seeds, besides favoring root development of cultivar 'NA 5909 RG'. In relation to seedling length, there was also a significant difference between 'NA 5909 RG' and 'NS 6823 RR' when desiccated with paraquat.

KEYWORDS: soybean desiccation, germination, seed quality, tetrazolium.

1 - Engenheiro Agrônomo, Dsc., Professor do Curso de Engenharia Agrônômica, Universidade Estadual do Tocantins – Unitins, 108 Sul, Alameda 11, Lote 03, CEP: 77020-122, Palmas (TO), Brasil. efrain.ss@unitins.br (Corresponding author)

2 - Engenheira Agrônoma, Sementes Cerrado de Cima, Rodovia SP 258, km 264, Bairro Cerrado de Cima. CEP: 18425-000 - Taquarivai (SP), Brasil. ariane.cerradodecima@hotmail.com

3 - Engenheira Agrônoma, Dsc., Proteção de Plantas, Universidade Estadual Paulista – Unesp-FCA, Fazenda Lageado: Rua José Barbosa de Barros, nº 1780, CEP: 18610-307, Botucatu (SP), Brasil. carolpierozzi@hormail.com

INTRODUÇÃO

A produção de soja mundial está em constante expansão, fato que pode ser observado com a evolução das últimas safras. A produção mundial em 2013/2014 foi de 285 milhões de toneladas, saltando para mais de 351 milhões de toneladas na safra 2016/2017. O Brasil é o segundo maior produtor do mundo, com 114 milhões de toneladas para a presente safra (2016/2017), perdendo apenas para a produção do Estados Unidos (Conab, 2017).

Diante da importância da cultura da soja para a economia brasileira, é constante o desenvolvimento de técnicas que aumentem a produção. Sendo assim, a premissa para uma elevada produtividade é o uso de sementes de boa qualidade. Uma prática que vem sendo estudada na tecnologia de produção de sementes é a dessecação dos campos de produção para antecipar a colheita. Mesmo não sendo recomendada por ameaçar a qualidade final da semente, esta prática vem sendo utilizada com frequência, objetivando manejar plantas voluntárias, uniformizar as plantas com haste verde ou retenção foliar e principalmente, adiantar a colheita criando uma fuga de fatores bióticos e abióticos a campo que condenam a qualidade das sementes, como por exemplo, a chuva.

O uso de sementes com elevada qualidade fisiológica pode proporcionar maior uniformidade de germinação e emergência a campo, gerando plântulas mais vigorosas e garantindo o alto potencial produtivo e consequentemente o sucesso da lavoura (França-Neto et al, 2015).

Quando se opta pela dessecação em pré-colheita dos campos de soja, observa-se o estágio fenológico em que as plantas se encontram. Afinal, as aplicações realizadas antes do estágio R7 podem provocar perdas de qualidade e no rendimento, visto que este estágio é caracterizado pelo início da maturação fisiológica das sementes (Fehr e Caviness, 1981). Outra limitação no uso de dessecentes é o problema residual de algumas moléculas, que podem causar a redução no vigor das sementes, ou então a promoção rápida do desenvolvimento de fungos nas hastes, vagens e sementes, estando esses riscos relacionados às condições ambientais na época da aplicação (Whighan e Stoller, 1979). Ao mesmo tempo, os dessecentes auxiliam a uniformização das plantas com haste verde ou com retenção foliar, o que também seria interessante para os campos de produção de sementes.

Neste sentido, o presente estudo objetivou avaliar a qualidade de sementes de soja, em estágio R7, provenientes

de campos dessecados com os herbicidas glufosinato-sal de amônio e paraquat.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi instalado e conduzido na Fazenda Cerrado de Cima, no Município de Taquarivaí-SP, na safra de 2014/2015, à latitude 23°56'06,17"S e 48°40'59,91"O, com altitude de aproximadamente 640 metros.

Inicialmente, realizou-se análise de solo na área e adubações de base e cobertura conforme as recomendações para o Estado de São Paulo (Raij et al., 1997).

As cultivares de soja utilizadas no experimento foram 'NA 5909 RG' e 'NS 6823 RR', ambas de hábito de crescimento indeterminado e 'NS 6209 RR', com hábito de crescimento determinado, todas transgênicas e resistentes ao herbicida glifosato. Para cada cultivar foram semeadas 15 sementes por metro linear com semeadora de precisão em sistema de plantio direto sobre palhada de trigo. Cada parcela foi composta por 12 linhas com 15 metros de comprimento e 6 metros de largura, em espaçamento de 0,50 cm entre linhas. Para análise, foram consideradas as 10 linhas centrais, descartando-se as laterais (bordadura).

Os tratos culturais como controle de plantas daninhas, manejo de pragas e doenças foram realizadas de acordo com as exigências para campos de produção de sementes.

As aplicações dos tratamentos para a dessecação foram realizadas em estágio R7 da cultura para cada variedade, de acordo com a fenologia proposta por Fehr e Caviness (1981). Para tanto, utilizou-se os herbicidas glufosinato-sal de amônio (Finale®) e paraquat (Helmoxon®) nas doses recomendadas em bula para a cultura da soja (2,5 e 1,5 L/ha, respectivamente), aplicando-se somente água na testemunha.

As aplicações foram efetuadas através de pulverizador costal experimental (Modelo Herbicat), propelido por CO₂ comprimido com pressão de trabalho de 35 psi. e equipado com um bico ADIA nº 03 de cor azul (anti-deriva com indução de ar), permitindo a cobertura e uniformidade da aplicação. O volume de calda adotado foi de 200 litros por hectare.

As primeiras aplicações foram realizadas nas cultivares 'NA 5909 RG' e 'NS 6209 RR' que alcançaram o estágio R7 na mesma época por terem ciclos similares. Já a cultivar 'NS 6823 RR' por possuir ciclo mais tardio, recebeu as aplicações uma semana depois.

A colheita foi realizada manualmente, no momento em que as sementes apresentavam entre 13 e 17% de umidade. Posteriormente, as vagens foram debulhadas para a remoção das sementes, as quais foram mantidas em bandejas expostas ao sol, realizando-se o monitoramento da umidade com medidor de umidade portátil (modelo AL 101) até atingir 13%. Para tanto, foram coletadas amostras simples nas parcelas e posteriormente homogeneizadas formando uma amostra composta.

Os testes de germinação foram realizados logo após a colheita conforme as regras para análise de sementes determinadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2009). Para isso, foram conduzidos testes de rolo de papel (400 sementes) subdivididos em 16 rolos com 25 sementes de cada. Os rolos foram condicionados em sacos plásticos totalmente fechados e colocados em câmara de germinação do tipo Biochemical Oxygen Demand (BOD) regulada a temperatura de 25°C durante 7 dias. O comprimento de raízes e plântulas também foram medidos para comparação da influência dos tratamentos no vigor

das sementes medindo-se 10 plantas em cada rolo, totalizando 160 plântulas. Este processo foi repetido mais duas vezes, completando-se 3 repetições.

Visando avaliar o vigor e a viabilidade das sementes colhidas nos diferentes tratamentos, também foi realizado o teste de tetrazólio seguindo o protocolo proposto pela Embrapa-Soja (França-Neto, et al., 1988).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos no teste de germinação, observa-se que houve diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 1). Comparando-se os herbicidas, a cultivar 'NA 5909 RG' apresentou germinação superior aos demais cultivares quando dessecada com paraquat. Quando analisada a ação isolada de cada herbicida entre as cultivares, não houve diferença de germinação entre as cultivares tanto com o uso de glufosinato-sal amônio quanto para a testemunha. Já o herbicida paraquat proporcionou um aumento na média de germinação em 'NA 5909 RG', quando comparada às outras cultivares.

Tabela 1. Germinação média (%) das cultivares submetidas aos diferentes herbicidas. Taquarivaí-SP, 2015.

Cultivar	Germinação (%) ¹		
	Paraquat	Glufosinato-sal de amônio	Testemunha
'NA 5909 RG'	98,6 Aa	85,4 Ba	96,0 Ba
'NS 6823 RR'	91,6 Ab	81,4 Aa	93,8 Aa
'NS 6209 RR'	96,2 Ab	95,2 Aa	96,6 Aa
F		2,68	
Dms		16,73	

¹Dados originais. Para análise os dados foram transformados em $\arcsen \sqrt{(x/100)}$. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Lacerda et al. (2005), estudando o efeito de diferentes dessecantes na produção de campos de sementes de soja, também observaram os efeitos benéficos do uso do paraquat no aumento das taxas de germinação. O mesmo foi observado por Kappes et al. (2009) em sementes de soja oriundas de campos dessecados com paraquat no estágio fenológico R7.3.

A partir dos resultados de germinação (Tabela 1), conclui-se que o herbicida paraquat, quando aplicado a partir do estágio fenológico R7, acelera a senescência da planta e, consequentemente, a maturação fisiológica da semente. Assim, a colheita é antecipada, e provavelmente diminui a incidência de fungos que afetam a germinação das sementes e, também reduz o efeito "sanfona", caracterizado pela perda e ganho de água em função da variação de umidade do ambiente, visto que as sementes permanecerão menos tempo no campo.

Acredita-se que a cultivar 'NA 5909 RG' apresentou maior germinação, quando submetida a dessecação com o produto paraquat, em comparação com as demais, devido ao seu ciclo curto, ou seja, de até 130 dias, enquanto as demais possuem ciclos longos. Isso sugere que 'NA 5909 RG' atingiu estágio R7 antes das demais cultivares alcançando a maturação fisiológica, consequentemente permanecendo menos tempo expostas a variações de umidade e temperatura no campo (Figura 1).

As cultivares 'NS 6823 RR' e 'NS 6209 RR' dessecadas com o herbicida paraquat não diferem da testemunha (sem aplicação) e do tratamento com o herbicida glufosinato-sal de amônio, sugerindo que este dessecante não tenha influência sobre a germinação de sementes de soja, quando aplicado no estágio R7.

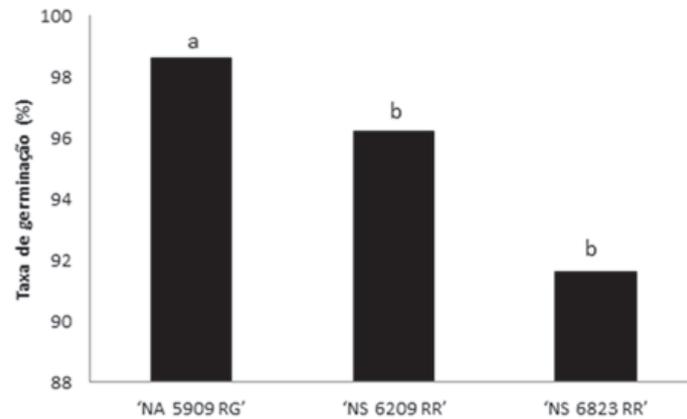


Figura 1. Percentagem de germinação média (%) das cultivares dessecadas com o herbicida paraquat. Taquarivaí-SP, 2015.

Conforme os resultados apresentados na Tabela 2, destaca-se que também houve diferença significativa no comprimento das raízes de plântulas dessecadas. Assim como os resultados de germinação, o comprimento de raízes da cultivar 'NA 5909 RG' se mostraram superiores às demais,

ocorrendo incremento do crescimento radicular em plântulas oriundas de sementes com o tratamento paraquat. Dentre as cultivares dessecadas com o herbicida glufosinato-sal de amônio, 'NS 6823' foi a que obteve menor tamanho de raiz, diferindo das demais cultivares.

Tabela 2. Efeito da dessecação da soja no estágio fenológico R7 no vigor das sementes determinado pelo comprimento de raízes das plântulas. Taquarivaí-SP, 2015.

Cultivar	Comprimento de Raiz- cm ¹		
	Paraquat	Glufosinato-sal de amônio	Testemunha
'NA 5909 RG'	7,87 Aa	6,80 Ba	6,65 Bab
'NS 6823 RR'	6,37 Ab	5,25 Bb	7,22 Aa
'NS 6209 RR'	4,70 Bc	6,30 Aa	5,97 Ab
F		13,70	
Dms		0,88	

¹Dados originais. Para análise os dados foram transformados em $\arcsen \sqrt{(x/100)}$ Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Desta forma, pode-se dizer que o paraquat influencia positivamente na dessecação da cultivar 'NS 5909 RG', e/ou provavelmente, provocando fitotoxicidade nas das cultivares 'NS 6823 RR' e 'NS 6209 RR', diminuindo o tamanho das raízes nas plântulas.

Conforme Ferreira et al. (2007), a fitotoxicidade pode ser ocasionada por uma interação do herbicida com a planta e as condições ambientais. Considerando que as cultivares 'NS 6823 RR' e 'NS 6209 RR' possuem ciclo mais longo e mostraram resultados inferiores quando

comparado aos demais, acredita-se que esses resultados negativos sejam em virtude da maior exposição a condições adversas ambientais (Figura 2).

Para a variável comprimento de plântula também houve diferença significativa, as cultivares 'NA 5909 RG' e 'NS 6823 RR' quando dessecadas com o herbicida paraquat se mostraram superiores a cultivar 'NS 6209 RR' (Tabela 3) e também superiores aos tratamentos testemunha e dessecação com o herbicida glufosinato-sal de amônio.

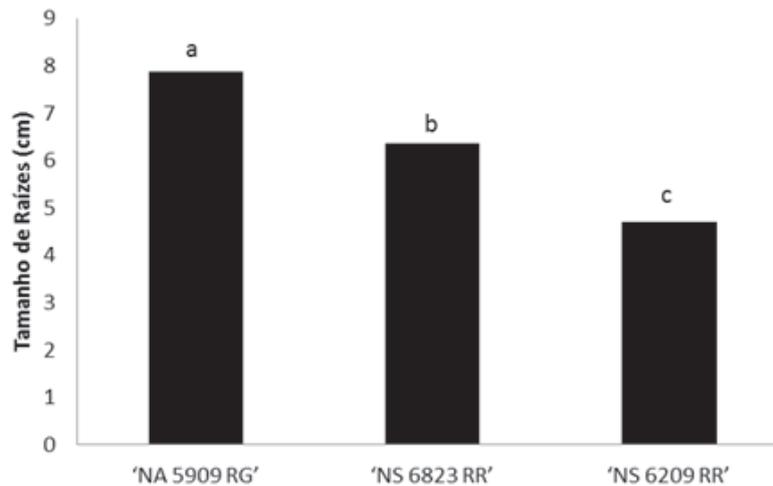


Figura 2. Tamanho de raízes das plântulas originadas de sementes quando se utilizou paraquat na dessecação. Taquarivaí-SP, 2015.

Tabela 3. Efeito da dessecação da soja no estágio fenológico R7 no vigor das sementes determinado pelo comprimento total de plântulas. Taquarivaí-SP, 2015.

Cultivar	Comprimento total de plântulas (cm)		
	Paraquat	Glufosinato-sal de amônio	Testemunha
'NA 5909 RG'	17,27 Aa	15,07 Ba	15,80 Ba
'NS 6823 RR'	16,22 Aa	14,92 Ba	16,72 Aa
'NS 6209 RR'	11,08 Cb	15,15 Aa	13,82 Bb
F		31,08	
Dms		1,11	

¹Dados originais. Para análise os dados foram transformados em $\arcsen \sqrt{(x/100)}$ Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Para Vanzolini (2002), o teste de comprimento de plântulas ou de suas partes é eficiente para detectar diferenças no vigor. Daltro et al. (2010) relataram que o paraquat não interferiu negativamente no tamanho de plântulas e nem a mistura dele com diquat ou diuron, confirmando os resultados positivos do paraquat na presente pesquisa.

No teste de tetrazólio utilizado para testar a influência dos dessecatantes na viabilidade das sementes durante os meses de armazenamento (Tabela 4), observou-se que não ocorreram diferenças significativas para a viabilidade das sementes. Enquanto para o vigor, avaliado pelo teste de tetrazólio, houve ocorrência de diferença (Tabela 5). Os tratamentos (cultivares) dessecados com o herbicida glufosinato-sal de amônio apresentaram vigor superior à testemunha e aos dessecados com herbicida paraquat, principalmente para a cultivar 'NS 6209 RR'.

Analisando os resultados de vigor nos cultivares dessecados com paraquat, observa-se que 'NA 5909 RG' e 'NS

6209 RR' apresentaram as maiores médias, diferindo de 'NS 6823 RR' (Tabela 5).

Com os resultados do presente trabalho verificou-se que os herbicidas testados não influenciaram negativamente na fisiologia das sementes quando utilizados como dessecatantes no estágio fenológico na fase R7. Também não foram observados danos por armazenamento após a dessecação com paraquat e glufosinato-sal de amônio nas sementes das diferentes cultivares quando comparadas à testemunha.

Para sementes de soja desseçadas e armazenadas, o teste de tetrazólio apresenta-se como uma ferramenta eficaz na determinação do vigor e viabilidade das sementes.

Não se observou diferença na viabilidade das cultivares, quando comparado à testemunha. Porém, o vigor das sementes de 'NA 5909 RG' oriundas de dessecação com glufosinato-sal de amônio foi menor que as desseçadas com paraquat.

Tabela 4. Resultados médios obtidos do teste de tetrazólio, para viabilidade após 5 meses armazenado. Taquarivaí-SP, 2015.

Cultivar	Viabilidade – Tz ¹		
	Paraquat	Glufosinato-sal de amônio	Testemunha
‘NA 5909 RG’	97,4 Aa	99,0 Aa	98,4 Aa
‘NS 6823 RR’	96,8 Aa	97,2 Aa	99,4 Aa
‘NS 6209 RR’	97,4 Aa	98,0 Aa	99,4 Aa
F	2,66		
Dms	15,67		

¹Dados originais. Para análise os dados foram transformados em $\sqrt{(x/100)}$ Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Tabela 5. Resultados médios obtidos do teste de tetrazólio, para vigor, após 5 meses de armazenamento. Taquarivaí-SP, 2015.

Cultivar	Vigor- Tz		
	Paraquat	Glufosinato-sal de amônio	Testemunha
‘NA 5909 RG’	69,50 Aa	63,17 Bb	66,13 ABb
‘NS 6823 RR’	55,44 Bb	54,26 Bc	66,13 ABb
‘NS 6209 RR’	71,66 Aa	72,45 Aa	68,37 Aab
F	17,44		
Dms	5,76		

¹Dados originais. Para análise os dados foram transformados em $\sqrt{(x/100)}$ Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

CONCLUSÃO

O uso de paraquat se mostra uma excelente ferramenta para dessecar campos de sementes de soja no estágio R7, pois acelera a colheita sem reduzir a qualidade fisiológica das sementes.

A aplicação dos herbicidas não interfere negativamente na qualidade fisiológica das sementes de soja, quando aplicados no momento correto, a partir do estágio R7.

O glufosinato-sal de amônio proporciona fitotoxicidade nas raízes, diminuindo, conseqüentemente, o comprimento total.

Houve a antecipação da colheita de três a sete dias, dependendo do produto e da cultivar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2009). **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: Mapa/ACS, 399p.

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). (2017). Acompanhamento da safra brasileira: grãos: Monitoramento Agrícola abril de 2017. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_04_17_17_20_55_boletim_graos_abr_2017.pdf. Acesso em: 22 mai. 2017.

Daltro, E.M.F; Albuquerque, M.C.F; França-Neto, J.B.; Guimarães, S.C.; Gazziero, D.L.P. & Henning, A.A. (2010). Aplicação de dessecantes em Pré-Colheita: Efeito na qualidade fisiológica de semente de soja. **Revista Brasileira de Sementes** 32(1):111-122.

Fehr, W.R. & Caviness, C.E. (1981). **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University. 12p.

Ferreira, A.C.B.; Lamas, F.M. & Procópio, S.O. (2007). **Sintomas de fitotoxidez de herbicidas no algodoeiro**. Campina Grande: Embrapa Algodão. 17p.

França-Neto, J.B.; Krzyzanowski, F.; Henning, A. & Loriani, I. (2015). **Padrões de Qualidade de Sementes no Brasil: A Importância do uso de sementes de soja de alta qualidade e seus efeitos sobre a produtividade**. Embrapa Soja: Informativo Abrates 25(2): 27-27.

- França-Neto, J.B.; Pereira, L.A.G.; Costa, N.P.; Krzyzanowski, F.C. & Henning, A.A. (1988). **Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: Embrapa-CNPSo. 72p.
- Kappes, C.; Carvalho, M.A.C. & Yamashita, O.M. (2009). Potencial fisiológico de sementes de soja dessecadas com diquat e paraquat. **Scientia Agricola** 10(1): 1-6.
- Lacerda, S.A.; Lazarini, E.; Eustáquio, M. & Valério Filho, V.W. (2005). Efeitos da dessecação de plantas de soja no potencial fisiológico e sanitário das sementes. **Instituto Agrônomo de Campinas** 64(3): 447-457.
- Raij, B. Van; Cantarella, H.; Quaggio, J.A. & Furlani, A.M.C. (1997). **Recomendações de Adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2º ed. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas. 285p.
- Vanzolini, S. (2002). **Relações entre o vigor e testes de vigor com o desempenho das sementes e das plântulas de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em campo**. Botucatu: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista. 96 p. Tese de Doutorado.
- Whighan, D.K. & Stoller, E.W. (1979). Soybean desiccation paraquat glyphosate and ametryn to accelerate harvest. **Agronomy Journal** 71(3): 630-633.