

Eduardo Koji Nakashima²
Valterley Soares Rocha³
Carlos Sigueyuki Sedyama³
Francisco Affonso Ferreira³

RESUMO

O ensaio foi instalado em condições de campo, em Viçosa, MG, usando-se o esquema fatorial, disposto em blocos completos casualizados, com quatro repetições, em que os fatores foram constituídos de duas variedades (Doko e Savana), seis épocas de dessecação (correspondentes aos estádios de desenvolvimento R5,5, R6,0, R6,5, R7,0, R7,5 e R8,0), mais uma testemunha (ponto de colheita comercial). Cada parcela foi constituída por quatro fileiras de 5 m de comprimento, espaçadas das adjacentes em 0,60 m, sendo colhidas as duas fileiras centrais, eliminando-se 0,50 m de cada extremidade. Utilizou-se o dessecante paraquat, na dosagem de 300 g i.a./ha, com adição de 0,1% v/v do espalhante adesivo Agral, cuja mistura foi aplicada por meio de pulverizador costal pressurizado de CO₂, com pressão constante de 3 kg/cm², barra de cinco bicos, tipo leque, espaçados em 0,50 m e vazão de 400 L/ha. A colheita foi realizada quando as sementes em cada parcela atingiram cerca de 13,5% de umidade, pela primeira vez. A qualidade das sementes foi avaliada por meio do teste-padrão de germinação e lixiviação de potássio. A aplicação do paraquat pode ser feita já no estádio R6,5, sem redução significativa na produção, obtendo-se sementes com elevada qualidade fisiológica, o que permitiu a antecipação da colheita das variedades Savana e Doko em 11 e 7 dias, respectivamente.

Palavras-chaves: *Glycine max*, qualidade da semente, dessecação.

¹ Aceito para publicação em 14.06.1999. Parcialmente subvencionado pela FAPEMIG.

² Estudante de graduação do curso de Agronomia. 36571-000 Viçosa, MG. (Bolsista do PIBI/CNPq).

³ Departamento de Fitotecnia da UFV. 36571-000 Viçosa, MG.

ABSTRACT

SOYBEAN DESICCATION BY PARAQUAT TO OBTAIN A HIGHER PHYSIOLOGICAL SEED QUALITY

This work was carried out in Viçosa-MG, Brazil, to determine whether soybean seeds of high physiological and sanitary quality could be obtained by using the desiccation process to anticipate harvest. Plants of two soybean varieties (Savana and Doko) were desiccated by paraquat at six stages of development (R5.5, R6.0, R6.5, R7.0, R7.5 and R8.0) and compared with an additional treatment in which seeds were harvested at harvest maturity. The following agronomic characteristics were evaluated: seed moisture at desiccation and yield. Physiological seed quality was evaluated by the standard germination test (first and final counting) and potassium leakage of seeds. It was verified that paraquat could be sprayed around the R6.5 stage without a significant reduction of productivity and a higher physiological seed quality, and harvest could be anticipated, for the varieties Savana and Doko, in 11 and 7 days, respectively.

Key words: *Glycine max*, seed quality, desiccation.

INTRODUÇÃO

A soja é de grande importância para a humanidade, em razão da enorme aplicabilidade de seus produtos. Sendo assim, vem-se expandindo por todo o país, principalmente em regiões de cerrado, devido ao uso de variedades melhoradas.

As sementes de soja apresentam a sua maior capacidade de germinação e vigor quando atingem o ponto de maturação fisiológica (17). A partir desse ponto, a permanência da cultura no campo pode propiciar sensível redução na qualidade fisiológica das sementes, principalmente sob condições climáticas limitantes, ocasionando, dessa maneira, produção de sementes com baixo potencial germinativo.

Assim, para se obterem sementes com máxima qualidade fisiológica, é necessário realizar a colheita no ponto de maturidade fisiológica ou o mais próximo possível dele. Porém, neste ponto, o teor de umidade das sementes é muito elevado, além de a planta apresentar grande número de folhas verdes, tornando impossível o bom funcionamento de uma colheitadeira.

Tem-se verificado que alguns cultivares de soja, apesar de altamente produtivos, apresentam problemas de qualidade de sementes, dificultando assim a sua recomendação (18).

A utilização de um herbicida dessecante na secagem das plantas, quando a maioria de suas sementes estiverem maduras, sem causar-lhes danos, seria uma alternativa para o produtor de sementes minimizar a sua deterioração, possibilitando maior facilidade na colheita, colheita

antecipada, obtenção de grãos limpos e de melhor qualidade, diminuição do custo de colheita, redução das perdas de sementes no embuchamento da colhedora e menor custo de secagem (11, 16).

Objetiva-se neste trabalho verificar a viabilidade de se obterem sementes de alta qualidade por meio do uso de herbicida dessecante, aplicado em vários estádios de desenvolvimento da planta de soja (Savana e Doko), com vistas a estabelecer a melhor época de aplicação.

MATERIAL E MÉTODOS

Instalação e condução do experimento

O experimento foi instalado em área pertencente à Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, situada a 650m de altitude, em um solo Podzólico Vermelho-Amarelo Câmbico, fase terraço, usando-se o delineamento blocos completos casualizados, com quatro repetições.

Cada parcela foi constituída por 4 linhas com 5 m de comprimento e 0,60 m entre linhas. A área útil da parcela foi formada por duas linhas centrais eliminando-se 0,50 m de cada extremidade, para efeito de bordadura.

O ensaio foi constituído de duas variedades (Doko e Savana); seis épocas de dessecação, correspondentes aos estádios R5,5; R6,0; R6,5; R7,0; R7,5; e R8,0 da escala de Fehr e Caviness (9) e um tratamento adicional (ponto de colheita comercial), que constituiu o tratamento testemunha.

Foram realizados o teste-padrão de germinação, em laboratório, e o teste de emergência em leito de areia, em casa de vegetação, em lotes de sementes que foram posteriormente utilizados no experimento de campo. De posse dos resultados obtidos a partir destes testes, escolheram-se os melhores lotes de sementes de soja para a instalação do experimento no campo, em 27/11/95.

A semeadura foi realizada com quantidades de sementes superiores às estabelecidas pelos testes para o posterior desbaste, mantendo-se 24 plantas/m. Antes do plantio, a semente foi tratada com fungicidas na dosagem de 17+70g i.a./ha (thiabendazol + thiram) e inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum*.

Na adubação, utilizaram-se 100 kg de P₂O₅ e 60 kg de K₂O por hectare, como superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente, aplicados no sulco de plantio.

Aos 77 dias após o plantio, foi aplicado o inseticida endossulfan, na dosagem de 350 g i.a./ha, para controle de percevejo.

A dessecação foi realizada por meio da aplicação do herbicida paraquat, na dosagem de 0,75 g de ingrediente ativo por litro de solução, com adição do espalhante adesivo Agral, na concentração de 0,1% v/v. A aplicação foi feita por meio de pulverizador costal pressurizado de CO₂, com pressão constante de 3 kg/cm², barra de cinco bicos, tipo leque, espaçados 50 cm e obtendo-se a vazão de 400 L/ha. Durante a aplicação do produto, as parcelas foram cercadas com um protetor plástico, evitando-se, assim, que por deriva outras parcelas fossem atingidas.

O início do florescimento ocorreu aos 65 e 77 dias após a semeadura, nos cultivares Savana e Doko, respectivamente.

Cada parcela foi colhida quando as sementes atingiram o ponto de colheita comercial, cortando-se rente ao solo, com o auxílio de um cutelo, as plantas da área útil de cada parcela, as quais, em seguida, foram debulhadas em trilhadeira estacionária. Antes das avaliações, as sementes passaram por beneficiamento, utilizando-se peneira de crivos oblongos com dimensões 9/64" x 3/4", com a finalidade de separar as excessivamente pequenas e os fragmentos.

Características avaliadas

A germinação foi avaliada com 200 sementes (quatro subamostras de 50) para cada parcela, semeadas em rolo de papel-toalha tipo Germitest, umedecido com quantidade de água equivalente a 3 vezes o peso do substrato seco, e colocadas para germinar à temperatura de 25°C. A primeira contagem foi realizada no 5^o dia após a semeadura e, as avaliações, efetuadas segundo os critérios estabelecidos pelas "Regras para Análise de Sementes" (3). Os resultados foram expressos em percentagem, com base no número médio de plântulas normais de cada lote.

Foi adotada a metodologia adaptada por Marcos Filho et al. (15), com a finalidade de averiguar a quantidade de potássio liberado pelas sementes durante o processo de embebição. Foi utilizada uma amostra de 100 sementes de cada parcela, divididas, posteriormente, em quatro subamostras de 25 sementes, oriundas da porção de sementes puras e pesadas com precisão de 0,01 g. As sementes foram colocadas em copos plásticos (6 cm de base) contendo 75 ml de água destilada e mantidas à temperatura constante de 30°C, em germinador, por 90 min, sendo os copos agitados no início e no final deste período. Após, foram retiradas alíquotas de 1 ml, para a determinação do potássio lixiviado em fotômetro de chama. Os resultados obtidos foram expressos em ppm de potássio/g de semente, correspondendo a valores médios/parcela.

Após a padronização do teor de umidade pela exposição das sementes ao sol, acondicionadas em sacos de tecido de algodão, obteve-se o peso das sementes de cada parcela (área útil de 4,8 m²), em gramas, sendo posteriormente transformado em kg/ha.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observados efeitos significativos ($P \leq 0,05$) de variedades e dos estádios de desenvolvimento no momento da dessecação sobre as características avaliadas. Também foram verificados efeitos significativos ($P \leq 0,05$) da interação variedades x estádios de desenvolvimento sobre a lixiviação de potássio das sementes e germinação das sementes na primeira contagem do teste-padrão de germinação.

Produção de sementes

A variedade Savana, apesar do menor estande, apresentou maior produção de sementes do que a 'Doko' e verificou-se aumento na produção até quando a dessecação foi realizada no estádio R6,5. A partir daí, não foram obtidas diferenças significativas entre estádios e destes com a testemunha (Quadro 1).

O estande final de 200.000 e 226.000 plantas/ha, nas variedades Savana e Doko, respectivamente, ficou muito aquém daquele recomendado para a soja (aproximadamente 400.000 plantas/ha). Esta redução, no entanto, não foi devida aos tratamentos, mas, provavelmente, ao alto grau de acamamento (média de 3,7 e 3,5¹ para as variedades Savana e Doko, respectivamente), que ocorreu antes da aplicação dos tratamentos.

A aplicação de paraquat no estádio R6,5, aos 68 e 58 dias após o florescimento com as sementes das variedades Savana e Doko apresentando 61,15 e 59,85% de umidade, respectivamente, permitiu que elas atingissem a maturação fisiológica antes da completa dessecação, uma vez que não foram verificados acréscimos significativos na produção de sementes, quando a aplicação foi realizada a partir desse estádio.

A identificação do ponto de maturação fisiológica é pré-requisito fundamental para a prática da desfolha ou do dessecação da cultura de soja, para que não se incorra em perdas na produção (2). Para o cultivar Viçoja, a aplicação de paraquat a partir de 75 dias após o florescimento, com as sementes apresentando cerca de 50% de umidade, não afetou a

¹Grau 1,0 = todas as plantas eretas; grau 5,0 = todas as plantas acamadas.

capacidade de produção de grãos das plantas (4). Resultados semelhantes foram obtidos por Durigan (8), ao aplicar paraquat em lavoura de soja, com as sementes das variedades Santa Rosa e IAC-2 apresentando 56,8 e 57,5% de umidade, respectivamente.

QUADRO 1 - Médias da produção de sementes (kg/ha) das variedades de soja Doko e Savana, submetidas à dessecação química, em vários estádios de desenvolvimento da planta

Estádio de Desenvolvimento	Variedades		Médias ^{1/}
	Savana	Doko	
R 5,5	1706	1685	1695 c
R 6,0	2592	2469	2530 b
R 6,5	3505	2859	3182 ab
R 7,0	3805	3177	3491 a
R 7,5	3573	3006	3289 a
R 8,0	4000	2859	3430 a
TEST	3938	3614	3776 a
Médias ^{1/}	3303 A	2810 B	3056

^{1/} As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula, na linha, ou minúscula, na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Teste-padrão de germinação

Na primeira contagem do teste-padrão de germinação (Quadro 2), notou-se que a variedade Doko foi superior à Savana quando o paraquat foi aplicado até o estágio R6,5, não se verificando diferenças entre as variedades nos estádios subsequentes.

A germinação das sementes da variedade Doko não sofreu influência da época de aplicação e, na 'Savana', apenas a primeira época (R5,5) diferiu das demais e da testemunha. No entanto, considerando a média das duas variedades, a maior porcentagem de plântulas normais foi obtida com a aplicação no estágio R7,0, diferindo apenas dos estádios R5,5, R8,0 e testemunha (Quadro 2).

QUADRO 2 – Médias de plântulas normais obtidas na primeira contagem do teste-padrão de germinação (%) das variedades de soja Doko e Savana, submetidas à dessecação química, em vários estádios de desenvolvimento da planta ^{1/}

Estádio de Desenvolvimento	Variedades		Médias
	Savana	Doko	
R 5,5	72,93 Bb	92,47 Aa	83,92
R 6,0	86,93 Ba	94,93 Aa	91,35
R 6,5	91,35 Ba	96,27 Aa	94,05
R 7,0	93,82 Aa	97,02 Aa	95,56
R 7,5	90,02 Aa	93,64 Aa	91,92
R 8,0	84,98 Aab	90,28 Aa	87,76
TEST	88,54 Aa	90,19 Aa	89,38
Médias ^{1/}	87,48	93,79	90,88

^{1/} As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula, na linha, ou minúscula, na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. Dados previamente transformados em arco sen $\sqrt{\%}$, para a análise de variância.

Vários pesquisadores têm demonstrado que a máxima germinação e o máximo vigor das sementes coincidem com o ponto de máximo acúmulo de matéria seca (1, 6, 14). Problemas de qualidade de semente da variedade Savana já foram apontados por Henning et al. (13) e comprovados por Castro (5).

Lixiviação de potássio das sementes

A quantidade de potássio lixiviado das sementes indica o estado de organização das membranas celulares, o que está estreitamente relacionado com a qualidade fisiológica das sementes (7, 10, 15). Marcos Filho et al. (15), estudando as relações entre germinação, vigor e permeabilidade das membranas celulares durante a maturação das sementes, verificaram que a maturação fisiológica foi caracterizada por valores máximos de germinação e vigor e mínimo de lixiviação de potássio.

No presente trabalho, a variedade Doko apresentou menor lixiviação de potássio das sementes, em todas as épocas de aplicação (Quadro 3), parecendo indicar maior integridade das membranas celulares e maior vigor das sementes, o que já foi comprovado por meio dos resultados anteriores. Nesta variedade, a menor lixiviação de potássio ocorreu quando o paraquat foi aplicado no estágio R6,5 e as maiores, no estágio R5,5 e testemunha. Na 'Savana', a menor lixiviação ocorreu com a aplicação no estágio R7,0, diferindo, porém, apenas do estágio R5,5.

A prática de aplicação de dessecante em lavouras de soja abre a possibilidade de obtenção de sementes de maior qualidade fisiológica de variedades que, embora altamente produtivas, apresentam problemas de baixa qualidade de sementes, como a 'Savana' (5, 13), por reduzir o tempo de exposição das sementes, após a maturação fisiológica, a condições de altas temperatura e umidade relativa do ar ou chuvas, que comumente ocorrem, nesta fase, na maioria das regiões produtoras de soja do Brasil. Além disso, permite melhor planejamento da colheita, reduz os problemas causados por plantas daninhas durante este processo e, pela antecipação da colheita, libera o solo mais cedo para a cultura subsequente. Por outro lado, dependendo do produto, da dosagem e da época de aplicação, existe a possibilidade de ocorrer resíduo no produto colhido e queda na germinação da semente. Durigan (8), ao aplicar paraquat na dosagem de 2 L/ha, encontrou resíduo de até 2 mg/kg de semente, enquanto o limite máximo estabelecido pela WHO/FAO (19), para este produto, é 0,1 mg/kg. Em virtude disso, os cuidados devem ser redobrados quando da adoção de tal prática, em lavouras de soja destinadas ao fornecimento de grãos para a alimentação humana ou animal, observando um período de carência de sete dias entre a aplicação e a colheita. No entanto, existem resultados de pesquisa comprovando que o paraquat é fotolisado quando adsorvido na superfície da planta (12). Assim, poderia ser usado como dessecante, desde que sejam observadas as recomendações técnicas, principalmente quanto à dosagem e ao período de carência.

QUADRO 3 - Médias do teste de lixiviação de potássio (ppm de K ⁺ /g de semente) das variedades de soja Doko e Savana, submetidas à dessecação química, em vários estádios de desenvolvimento da planta 1/			
Estádio de desenvolvimento	Variedades		Médias
	Savana	Doko	
R 5,5	790 Aa	506 Ba	648
R 6,0	578 Ab	425 Bab	501
R 6,5	621 Ab	358 Bb	490
R 7,0	574 Ab	408 Bab	491
R 7,5	664 Ab	435 Bab	549
R 8,0	685 Aab	386 Bab	535
TEST	662 Ab	483 Ba	573
Médias ^{1/}	653	429	541

^{1/} As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula, na linha, ou minúscula, na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A identificação do ponto ideal de aplicação é pré-requisito para a prática do dessecação, para que não ocorram perdas na produção ou na

qualidade das sementes. No presente trabalho, considerando a qualidade fisiológica da semente, observou-se que, pela maioria dos testes realizados, a aplicação de dessecantes poderia ser recomendada a partir do estágio R6,0, com as sementes das variedades Doko e Savana apresentando respectivamente 63,90 e 65,26% de umidade, permitindo redução no período de colheita em 8 e 16 dias (Quadro 4). No entanto, produções semelhantes à testemunha só foram obtidas com aplicação de paraquat a partir do estágio R6,5. A aplicação neste estágio permitiu antecipação de 11 dias na colheita da variedade Savana e produção de sementes de qualidade superior da testemunha.

QUADRO 4 – Número de dias transcorridos da aplicação do dessecante até a colheita e o número de dias de antecipação da colheita, em relação à testemunha, das variedades de soja Doko e Savana.

Variedade	Estádio de desenvolvimento	Data da aplicação	Data da colheita	Nº de dias da aplicação à colheita	Nº de dias de antecipação da colheita
Savana	R5,5	15/03	12/04	28	21
Savana	R6,0	27/03	17/04	21	16
Savana	R6,5	08/04	22/04	14	11
Savana	R7,0	12/04	25/04	13	08
Savana	R7,5	17/04	30/04	13	03
Savana	R8,0	23/04	01/05	08	02
Savana	TEST	-	03/05	-	-
Doko	R5,5	21/03	22/04	32	11
Doko	R6,0	01/04	25/04	24	08
Doko	R6,5	10/04	26/04	16	07
Doko	R7,0	15/04	30/04	15	03
Doko	R7,5	19/04	01/05	12	02
Doko	R8,0	23/04	02/05	09	01
Doko	TEST	-	03/05	-	-

CONCLUSÃO

A aplicação do paraquat, no estágio R6,5, mostrou-se viável, o que permitiu a antecipação da colheita das variedades Savana e Doko em 11 e 7 dias, respectivamente, sem redução significativa na produção e obtendo-se sementes com elevada qualidade fisiológica.

REFERÊNCIAS

1. ANDREWS, C.H. Some aspects of pod seed development in Lee soybeans. In: Popinigis, F. & Rosal, C. L. (eds.). Coletânea de resumos de teses e dissertações sobre sementes. Brasília, AGIPLAN, 1976. v.1 p.13-6.
2. BASTIDAS, G.; FRANCO, H. & CRUZ, R. de la. Defoliantes en soya (*Glycine max* (L.) Merrill). Acta Agronomica, 21:51-8, 1971.
3. BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento de Defesa Vegetal. Regras para análise de sementes. Brasília, 1992. 365 p.
4. CARVALHO, N.M.; DURIGAN, J.C.; BARRETO, M. & DURIGAN, J.F. Aplicação pré-colheita de dessecante em soja (*Glycine max* (L.) Merrill do cultivar Viçoja). I- Efeitos sobre a produção de grãos. Científica, 6:75-9, 1978.
5. CASTRO, C.A.S. Produção de n-hexanal e aldeídos totais como índices para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1989. 141 p. (Tese de Doutorado).
6. DELOUCHE, J.C. Maintaining soybean seed quality. In: Soybean production, marketing and use. Alabama, TVA, p. 46-62. (Bulletin Y-69).
7. DIAS, D.C.F. dos S. Testes de condutividade elétrica e de lixiviação de potássio para avaliação de vigor de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Piracicaba, ESALQ, 1994. 136 p. (Tese de Doutorado).
8. DURIGAN, J.C. Efeitos da aplicação em pré-colheita de dessecante em duas cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Jaboticabal, UNESP, 1979. 90 p. (Tese de Mestrado).
9. FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. & VORST, J.J. Response of indeterminate and determinate soybean cultivars to defoliation and half-plant cut-off. Crop Sci., 17:913-17, 1977.
10. FRAGA, A.C. Estudo sobre a utilização de dessecantes na produção de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 1988. 91 p. (Tese de Doutorado).
11. FONSECA, N. Influência da aplicação de paraquat sobre a produção e a qualidade da semente de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1984. 48 p. (Tese de Mestrado).
12. GOELNER, C. I. Ecotoxicologia e toxicologia do herbicida paraquat. Passo Fundo, Gráfica e Editora UFP, 1989. 93 p.
13. HENNING, A.A.; FRANÇA NETO, J. de B. & COSTA, N.P. Problema de qualidade de sementes da cultivar Savana (BR-9). In: Congresso Brasileiro de Sementes, 4, Brasília, 1985. Resumo atrasados... Brasília, ABRATES, 1985. p.8.
14. KINITTLE, K.H. & BURRIS, J.S. Effects of downward force on soybean hypocotyl growth field condition. Crop Sci., 6:37-41, 1979.
15. MARCOS FILHO, J.; AMORIM, H.V.; SILVAROLLA, M.B. & PESCARINI, H.M.C. Relações entre germinação, vigor e permeabilidade das membranas celulares durante a maturação de sementes de soja. In: Seminário Nacional de Pesquisa de Soja, 2, Brasília, 1981. Anais..., Londrina, EMBRAPA-CNPSO, 1982. p. 676-88.
16. MELFI, F. Efeitos da dessecação química sobre a qualidade de sementes das variedades Doko e Savana. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1996. 64 p. (Tese de Mestrado).
17. POPINIGIS, F. Fisiologia da semente. Brasília, s. ed., 1985. 289 p.

18. SILVA, J. F. Influência do tamanho da semente de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) sobre sua tolerância ao metribuzin e estudos de lixiviação deste por dois tipos de solo. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1970. 70 p. (Tese de Mestrado).
19. WHO/FAO. Pesticides residues in food. Report of the 1972 Joint Meeting of the FAO Working Party of Experts on Pesticide Residues and the WHO Expert Committee on Pesticide Residues. Geneva, WHO, FAO, 1973. 48 p. (FAO Agricultural Studies, 90).