

Qualidade física e fisiológica da semente de dois cultivares de soja em função de doses de potássio e calcário

Nara Rosseti Fonseca^{1*} e Marco Eustáquio de Sá²

¹Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Área de Concentração em Agricultura, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Cx. Postal 237, 18603 970, Botucatu, São Paulo, Brasil. ²Departamento de Fitotecnia, Economia e Sociologia Rural, Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Ilha Solteira, São Paulo, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: nara@fca.unesp.br

RESUMO. O uso de sementes de elevada qualidade física, fisiológica e sanitária faz parte de um conjunto de metas para se realizar uma agricultura de alta tecnologia. Com o objetivo de avaliar os efeitos de doses de potássio e de calcário sobre a qualidade de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill.) dos cultivares MG/BR-46 (Conquista) e BRS-133, foi instalado o experimento no ano agrícola 2002/2003, na Fazenda de Ensino e Pesquisa ou pertencente à Faculdade de Engenharia - Câmpus de Ilha Solteira – Unesp. Foram avaliadas três doses de calcário dolomítico (0, 1 e 2 t ha⁻¹), quatro doses de potássio (0, 30, 60 e 90 kg ha⁻¹). Nas parcelas, foram aplicadas as doses de calcário dolomítico a lanço 10 dias antes da cultura ser instalada; as doses de potássio foram aplicadas no florescimento pleno (estádio R2) ao lado da linha de semeadura. Os cultivares responderam à aplicação do calcário e a dose de 2 t ha⁻¹ foi a que proporcionou melhores benefícios. Os cultivares evidenciaram comportamentos diferentes e as doses de potássio não influenciaram a qualidade das sementes.

Palavras-chave: *Glycine max* (L.) Merrill, cálcio, calagem.

ABSTRACT. Physical and physiological quality of two soybean seeds cultivars in function of potassium and limestone rates. The utilization of seeds of high physical, physiological and sanitary quality is one of the aims to reach high technology in agriculture. The aim of this work was to analyze the effects of potassium and limestone rates on the quality of soybean seeds (*Glycine max* (L.) Merrill.) of MG/BR-46 (Conquista) and BRS-133 cultivars. The experiment was developed during the 2002/2003 agricultural year on the experimental farm (Fazenda de Ensino e Pesquisa) of the Engineering College – Campus of Ilha Solteira – Unesp (State University of São Paulo). Three doses of dolomitic lime (0, 1 and 2 t ha⁻¹), four dosis of potassium (0, 30, 60 and 90 kg ha⁻¹) were analyzed. The utilized experimental design was composed of randomized blocks in four replications. Dosis of dolomitic limestone were cast on the plots 10 days before the development of the experiment; potassium doses were applied (R2 stadium) beside the sowing line in the full blooming phase. The cultivars responded to the application of lime, in which 2 t ha⁻¹ was the rate that provided the best benefits. Different behaviors were verified in the cultivars. Nevertheless, the doses of potassium did not affect the quality of seeds.

Key words: *Glycine max* (L.) Merrill, calcium, limestone application.

Introdução

A soja iniciou-se como cultura no Brasil nos anos 40, no Rio Grande do Sul, e nas décadas de 60 e 70 foi introduzida no Centro Oeste brasileiro, onde se consolidou durante a década de 90, principalmente em solos de cerrado. Atualmente, constata-se um avanço dessa cultura nas regiões Norte e Nordeste do país, sendo a cultura nacional com maior área cultivada, superando os 18 milhões de hectares na safra 2002/03, de acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (2003).

Devido à grande expansão da cultura, alguns solos bastante deficientes, tanto em macro como em micronutrientes, vêm sendo utilizados, e adoções de

técnicas adaptadas nestas situações têm que ser incrementadas. Neste sentido, a adubação potássica para a cultura da soja tem mostrado um efeito muito positivo sobre a produção e qualidade das sementes obtidas, destacando-se os estudos de Jeffers *et al.* (1982) e França-Neto *et al.* (1985). Alguns trabalhos sobre a tecnologia das sementes têm procurado estudar o efeito do cálcio na produção e qualidade de sementes de soja (Mascarenhas *et al.*, 1982).

Os materiais corretivos de acidez do solo mais usados na agricultura são rochas calcárias moídas, constituídas por misturas de minerais como a calcita e a dolomita, os quais possuem, em sua composição, carbonatos de cálcio e/ou magnésio. Por isso, tem-se

optado por utilizar o calcário como fonte de cálcio por ser uma das práticas menos dispendiosas e porque existiam no Brasil, vastas reservas de calcário distribuídas em todo o território nacional (Fageria, 2002).

As plantas adubadas de modo adequado e equilibrado apresentam condições de produzir maior quantidade de sementes, aliadas à melhor qualidade podendo resistir mais facilmente às adversidades que podem surgir no período de produção (Sá, 1994).

O cálcio tem papel importante na nodulação e o potássio também é fundamental na formação de nódulos: reduz a deiscência das vagens, aumenta o teor de óleo nas sementes, beneficia a germinação e qualidade das sementes, aumenta a porcentagem de vagens granadas, aumenta o tamanho da semente e a resistência ao fungo *Diaporthe phaseolorum* (Vitti e Luz, 1998). As sementes desenvolvidas sob condições de deficiência de nutrientes podem ter sua qualidade fisiológica prejudicada. Turkiewicz (1976), trabalhando com calcário, ressaltou que além de ser corretivo de solo, fornece nutrientes às plantas e favorece a germinação e o vigor de sementes de soja.

As exigências quantitativas das plantas, em relação ao potássio e ao cálcio, são extremamente variáveis de espécie para espécie. Na soja, para cada 1000 kg de grãos, são exigidos 27,2 kg de potássio e 17,0 kg de cálcio (Boaretto e Rosolem, 1989). Desse modo, observa-se que a exigência desses nutrientes pela cultura da soja se dá em grandes quantidades, podendo sua deficiência reduzir a produtividade e a qualidade fisiológica das sementes.

Diante do que foi dito, é essencial que mais pesquisas sejam realizadas visando relacionar adubação e qualidade das sementes, uma vez que uma agricultura tecnificada se inicia utilizando sementes de alta qualidade refletindo, assim, em maior produtividade.

O presente trabalho foi desenvolvido objetivando avaliar a qualidade física e fisiológica da semente de dois cultivares de soja, em função de doses de potássio e calcário, no município de Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2002/03, na área experimental da Fazenda de Ensino e Pesquisa pertencente à Faculdade de Engenharia - Campus de Ilha Solteira - Unesp, localizada no município de Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul.

O solo foi classificado por Demattê (1980) e reclassificado segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 1999): é um Latossolo Vermelho distrófico típico argiloso, A moderado, hipodistrófico, álico, caulínítico, férrico, compactado, muito profundo, moderadamente ácido

(LVd).

O clima é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen, apresentando temperatura média anual de 24,5°C, precipitação pluviométrica anual média de 1.232,2 mm e uma umidade relativa média de 64,8% (Hernandez *et al.*, 1995).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, utilizando dois cultivares de soja MG/BR-46 (Conquista) e BRS-133, três doses de calcário (0, 1 e 2 t ha⁻¹) e quatro doses de potássio (0, 30, 60 e 90 kg ha⁻¹), com quatro repetições por tratamento.

Os resultados da análise química do solo, determinada de acordo com Raij e Quaggio (1983), estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Análise química da amostra de solo da área experimental, retirada na camada de 0-20 cm antes da instalação do ensaio.

P resina mg dm ⁻³	M.O. g dm ⁻³	pH CaCl ₂	K	Ca -----mmolc dm ⁻³ -----	Mg	H+Al -----	V %
13,0	27,0	5,3	1,1	28,0	10,3	22,4	57

As parcelas constaram de 6 linhas com 5 metros de comprimento, espaçadas de 0,5 m, e a densidade de semeadura foi de 18 sementes por metro linear, objetivando uma população aproximada de 360.000 plantas ha⁻¹. A área útil foi constituída pelas duas linhas centrais, desprezando-se 1 m em cada extremidade.

O preparo inicial do solo foi realizado pelo sistema convencional, realizando-se uma aração e duas gradagens. A adubação utilizada no sulco de semeadura foi de 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅, tendo como fonte o superfosfato simples. As sementes foram tratadas com fungicida, com princípio ativo carboxin + thiram, na dose de 50 + 50 g i.a./100 kg de semente. Em seguida, as sementes foram inoculadas com inoculante a base de turfa, utilizando-se 160.000 células/semente (Embrapa, 2001).

Nas parcelas, foram aplicadas a lanço as doses de calcário dolomítico da empresa Mineral, com as seguintes características: CaO = 39%, MgO = 13%, PN = 102%, PRNT = 91%, no dia 01/12/2002, sendo os tratamentos 0,1 t ha⁻¹ e 2 t ha⁻¹. As doses de potássio foram aplicadas no florescimento pleno, estádio R2 (Fehr e Caviness, 1977), ao lado da linha de semeadura, no dia 07/02/2003, utilizando como fonte o cloreto de potássio, sendo os tratamentos 0,30 kg ha⁻¹, 60 kg ha⁻¹ e 90 kg ha⁻¹ de K₂O. A cultura foi instalada no dia 11/12/2002.

O controle de plantas daninhas foi realizado através da aplicação de herbicida com princípio ativo haloxyfop - methyl (48 g i.a./ha), adicionando-se 0,5 L/ha de óleo mineral. O controle de pragas e doenças foi realizado de acordo com as recomendações para a cultura da soja (Embrapa, 2001), procurando manter

alto nível de sanidade na cultura. Para evitar déficit hídrico, a cultura foi irrigada por aspersão.

Por ocasião da maturação fisiológica das sementes, estádio R8 (Fehr e Caviness, 1977), em 24/03/2003 foram coletadas 10 plantas das duas linhas centrais para as avaliações do cultivar BRS-133. Em 04/04/2003, foram coletadas do cultivar MG/BR-46 (Conquista), sendo avaliada a qualidade física e fisiológica das sementes pelos seguintes testes: **massa de 1000 sementes** - realizado utilizando 8 sub-amostras de 100 sementes, as quais foram pesadas em balança de precisão 0,1 g. Posteriormente, foram feitos os cálculos seguindo os critérios estabelecidos nas Regras para Análises de Sementes (Brasil, 1992); **teor de água** - determinado com a pesagem de duas repetições de 10 g de sementes em balança de precisão (0,001 g), colocadas em estufa a $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas, sendo os dados expressos em porcentagens (Brasil, 1992); **teste de germinação** - realizado com quatro repetições de 50 sementes em rolos de papel toalha umedecidos na proporção de 3,0 vezes a massa do papel em água, sob temperatura de 25°C , com contagens aos 5 e 8 dias, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992); **primeira contagem de germinação** - realizada em conjunto com o teste de germinação, computando-se as porcentagens de plântulas normais verificadas no quinto dia após a semeadura; **teste de envelhecimento acelerado** - foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes que, após envelhecidas a 41°C por 72h, foram submetidas ao teste de germinação (Marcos Filho, 1994); **teste de condutividade elétrica** - utilizaram-se quatro repetições de 25 sementes embebidas em 75 mL de água destilada, sob temperatura de 25°C por um período de 24 horas, conforme metodologia descrita por Vieira (1994); **teste de tetrazólio** - foram utilizadas duas repetições de 50 sementes pré-condicionadas por 16 horas a 25°C . Posteriormente as sementes foram colocadas em copos plásticos, sendo totalmente submersas na solução de tetrazólio (0,075%) por aproximadamente 150 minutos a 40°C . Em seguida, as sementes foram submetidas a avaliação conforme metodologia descrita por França-Neto *et al.* (1999); **dano mecânico** - realizado com duas repetições de 100 sementes, as quais foram submersas em água por aproximadamente cinco minutos e, posteriormente, procedeu-se a contagem do número de sementes intumescidas (danificadas).

Tabela 2. Desdobramento das interações doses de calcário x doses de potássio, significativas para massa de 1000 sementes (g) nos cultivares MG/BR-46 (Conquista) e BRS-133, Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul, 2003.

Doses de K_2O (kg ha^{-1})	Conquista			BRS-133		
	Doses de calcário (t ha^{-1})			Doses de calcário (t ha^{-1})		
	0	1	2	0	1	2
0	139,5aA ¹	128,5cC	131,5cB	122,0bB	118,0bC	127,0aA
30	132,5bB	130,5bC	135,5bA	116,0cC	120,5aB	124,5bA
60	132,5bB	129,5bcC	142,5aA	131,5aA	120,5aC	127,5aB

sendo os resultados expressos em porcentagem (Marcos-Filho *et al.*, 1987); **porcentagem de sementes manchadas e enrugadas** - foi tomada uma amostra da produção obtida de cada parcela e, por exame minucioso, separou-se todas as sementes que apresentavam manchas e, posteriormente, as enrugadas. A seguir, as sementes separadas e o restante da amostra foram pesados, determinando-se a porcentagem em peso de sementes manchadas e enrugadas na amostra.

Na análise estatística, foi utilizado o programa Sanest (Zonta e Machado, 1991), e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

Analisando-se os resultados na Tabela 2, verifica-se, para o cultivar MG/BR-46 (Conquista), que as doses que diferiram estatisticamente das demais, tanto na linha como na coluna, foram, respectivamente, 0 de calcário e de potássio, 2 t ha^{-1} de calcário e 60 kg ha^{-1} de potássio, 1 t ha^{-1} de calcário e 90 kg ha^{-1} de potássio, sendo o maior valor na dose 2 t ha^{-1} de calcário e 60 kg ha^{-1} de potássio com 142,5 g. Já para o cultivar BRS-133, as doses que diferiram estatisticamente das demais, tanto na linha como na coluna, foram 2 t ha^{-1} de calcário e 0 de potássio, 0 de calcário e 60 kg ha^{-1} de potássio, sendo o maior valor na dose 0 de calcário e 60 kg ha^{-1} de potássio com 131,5 g.

Egli *et al.* (1987) relatam que a formação de legumes pode ser prejudicada em razão da competição por assimilados com os legumes formados mais cedo, e pode limitar fisicamente o tamanho potencial do grão. Também Costa e Navarro (2002) relataram que os legumes formados pelo cultivar CEP-20-Guajuvira, por serem de menor tamanho, limitaram fisicamente a produção de grãos, ocasionando menor massa de 100 grãos.

Analisando-se os dados obtidos na primeira contagem de germinação (Tabela 3), verifica-se que no cultivar MG/BR-46 (Conquista), a combinação das doses de calcário e potássio que promovem maior porcentagem de germinação foi 2 t ha^{-1} de calcário e 30 kg ha^{-1} de potássio com 79,5%. Já para o cultivar BRS-133, não houve diferença significativa entre os tratamentos, sendo o maior valor de germinação 80,5% nas doses de 1 t ha^{-1} de calcário e 30 kg ha^{-1} de potássio.

90	132,5bB	136,5aA	125,5dC	112,5dB	118,5bA	117,5cA
DMS - 1,78						
CV(%) - 0,5						

¹ Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na linha e minúscula na coluna, para cada cultivar, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Desdobramento das interações doses de calcário x doses de potássio, significativas para primeira contagem de germinação (%) nos cultivares MG/BR-46 (Conquista) e BRS-133, Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul, 2003.

Doses de K ₂ O (kg ha ⁻¹)	Conquista			BRS-133		
	Doses de calcário (t ha ⁻¹)			Doses de calcário (t ha ⁻¹)		
	0	1	2	0	1	2
0	56,0B ¹	68,5aA	62,0bAB	79,5	78,5	70,0
30	62,5B	54,0bB	79,5aA	80,0	80,5	74,0
60	55,5	63,0ab	66,0ab	73,5	76,0	75,0
90	67,0	61,0ab	57,0b	74,5	69,0	78,0

DMS - 13,7

CV (%) - 10,62%

¹ Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na linha e minúscula na coluna, para cada cultivar, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Conforme Vitti e Luz (1998), o cálcio beneficia a germinação de sementes de soja. Turkiewicz (1976), trabalhando com calcário, observou que este favorece a germinação e o vigor de sementes de soja.

No teste de germinação (Tabela 4), observa-se que a combinação de doses de calcário e potássio que proporcionaram maior porcentagem de germinação foi 2 t ha⁻¹ de calcário e 30 kg ha⁻¹ de potássio, não havendo concordância com o trabalho de França-Neto *et al.* (1985) que, estudando os efeitos de doses (0, 40, 80, 120 e 200 kg ha⁻¹ de K₂O) sobre a qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de soja, observaram que a qualidade fisiológica avaliada através dos testes de germinação, envelhecimento acelerado e tetrazólio foi significativamente melhor para os tratamentos com doses iguais ou superiores a partir de 80 kg ha⁻¹ de K₂O.

Já para o cultivar BRS-133, não houve diferença significativa entre os tratamentos, sendo o maior valor 88% de germinação. Verifica-se, também, que as sementes deste cultivar apresentaram boa qualidade e melhor uniformidade nos resultados obtidos.

No teste de envelhecimento acelerado (Tabela 5), verifica-se que o cultivar MG/BR-46 (Conquista), nas combinações de doses de calcário e potássio que se destacaram, foram 2 t ha⁻¹ de calcário e 0 de potássio, com 65% de germinação e 0 de calcário e 30 de potássio com 63%. Enquanto que, para o cultivar BRS-133, a

Tabela 4. Desdobramento das interações doses de calcário x doses de potássio, significativas para o teste de germinação (%) nos cultivares MG/BR-46 (Conquista) e BRS-133, Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul, 2003.

Doses de K ₂ O (kg ha ⁻¹)	Conquista			BRS-133		
	Doses de calcário (t ha ⁻¹)			Doses de calcário (t ha ⁻¹)		
	0	1	2	0	1	2
0	64,0b ¹	75,0a	69,5b	82,0	88,0	81,0
30	71,5abB	59,0bC	87,0aA	85,5	85,0	81,5
60	66,0ab	75,0a	75,5ab	88,0	85,0	85,0
90	76,5a	66,0ab	66,5b	82,5	84,5	87,5

maior porcentagem de germinação foi 73,5% nas combinações 2 t ha⁻¹ de calcário e 90 kg ha⁻¹ de potássio.

No teste de tetrazólio (vigor), verifica-se para o cultivar MG/BR-46 (Conquista) que mesmo a maior porcentagem de vigor (44%) está muito baixa. Para o cultivar BRS-133, na combinação das doses 0 de calcário e 90 kg ha⁻¹ de potássio, foi obtido 53% de vigor, considerado baixo. Estudos de França-Neto *et al.* (1998) afirmam que, para sementes de soja, é considerado vigor médio acima de 60% de sementes viáveis vigorosas, alto acima de 75% e vigor muito alto igual ou superior a 85%. Isso pode ter ocorrido, provavelmente, devido à região de Selvíria apresentar temperaturas elevadas diminuindo, assim, o vigor das sementes de soja que necessitam de temperaturas mais amenas no final do ciclo (Tabela 6).

Analisando-se os dados obtidos no teste de tetrazólio (viabilidade), verificou-se que os maiores valores obtidos foram 74% e 82% para os cultivares MG/BR-46 (Conquista) e BRS-133, respectivamente (Tabela 7); são próximos ao obtido com a germinação em rolo de papel (Tabela 4).

No teste de condutividade elétrica (Tabela 8), observa-se também que as sementes do cultivar BRS-133 se caracterizam como as melhores em termos de qualidade, ou seja, proporcionaram menor valor de condutividade elétrica.

DMS - 12,20

CV (%) - 8,27%

¹ Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na linha e minúscula na coluna, para cada cultivar, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.**Tabela 5.** Desdobramento das interações doses de calcário x doses de potássio, significativas para o teste de envelhecimento acelerado (% de germinação) nos cultivares MG/BR-46 (Conquista) e BRS-133, Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul, 2003.

Doses de K ₂ O (kg ha ⁻¹)	Conquista			BRS-133		
	Doses de calcário (t ha ⁻¹)			Doses de calcário (t ha ⁻¹)		
	0	1	2	0	1	2
0	56,5ab ¹	55,0	65,0a	50,0bB	69,5 ^A	73,5aA
30	63,0a	55,0	60,5ab	72,0aA	71,5 ^A	50,0bB
60	51,5ab	56,5	56,0ab	66,0aAB	69,0 ^A	57,5bB
90	46,0b	56,0	52,0b	43,0bB	73,5 ^A	50,0bB

DMS - 12,34

CV (%) - 11,21%

¹ Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na linha e minúscula na coluna, para cada cultivar, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.**Tabela 6.** Desdobramento das interações doses de calcário x doses de potássio, significativas para o teste de tetrazólio (% de vigor) nos cultivares MG/BR-46 (Conquista) e BRS-133, Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul, 2003.

Doses de K ₂ O (kg ha ⁻¹)	Conquista			BRS-133		
	Doses de calcário (t ha ⁻¹)			Doses de calcário (t ha ⁻¹)		
	0	1	2	0	1	2
0	31,0a ¹	29,0b	38,0 ^a	42,0ab	39,0	44,0a
30	21,0abB	35,0abA	44,0aA	37,0b	40,0	37,0ab
60	14,0bB	38,0abA	42,0aA	42,0abA	37,0AB	28,0bB
90	23,0abB	44,0aA	22,0bB	53,0a	41,0	41,0ab

DMS - 14,0

CV (%) - 14,10%

¹ Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na linha e minúscula na coluna, para cada cultivar, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.**Tabela 7.** Desdobramento das interações doses de calcário x doses de potássio, significativas para o teste de tetrazólio (% de viabilidade) nos cultivares MG/BR-46 (Conquista) e BRS-133, Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul, 2003.

Doses de K ₂ O (kg ha ⁻¹)	Conquista			BRS-133		
	Doses de calcário (t ha ⁻¹)			Doses de calcário (t ha ⁻¹)		
	0	1	2	0	1	2
0	65,0B ¹	74,0aA	61,0bB	66,0bB	76,0A	82,0aA
30	70,0A	69,0abAB	62,0bB	82,0aA	76,0AB	73,0bB
60	64,0	64,0b	71,0a	63,0bB	72,0A	73,0bAB
90	68,0	63,0b	66,0ab	70,0b	71,0	69,0b

DMS - 8,6

CV (%) - 4,50%

¹ Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na linha e minúscula na coluna, para cada cultivar, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.**Tabela 8.** Médias dos dois cultivares de soja no teste de condutividade elétrica das sementes ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$). Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul, 2003.

Cultivar	Condutividade elétrica ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$)
Conquista	140,06a ¹
BRS-133	130,60b

DMS - 8,80

CV - 15,98%

¹ Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem, entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na Tabela 9, verifica-se que a dose de 2 t ha⁻¹ de calcário proporcionou um melhor resultado, não diferindo estatisticamente da dose de 1 t ha⁻¹. Sá e Lazarini (1995) verificaram que valores abaixo de 60 $\mu\text{mhos cm}^{-1}\text{g}^{-1}$, obtidos no teste de condutividade elétrica realizado com 25 sementes, se correlacionaram com a alta porcentagem de emergência no solo, a alta germinação e o alto nível de vigor. Dessa forma, no experimento

relatado, nenhum tratamento proporcionou valor próximo a 60 $\mu\text{mhos cm}^{-1}\text{g}^{-1}$, apresentando baixo vigor. No entanto, apresentou uma boa germinação, o que significa que estas sementes não suportariam bem uma ampla faixa de condições adversas no campo, mas se as condições fossem adequadas, teriam uma boa germinação.

Tabela 9. Médias do teste de condutividade elétrica das sementes ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) em função de doses de calcário (t ha⁻¹) nos cultivares de soja MG/BR-46 (Conquista) e BRS-133, Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul, 2003.

Doses de calcário (t ha ⁻¹)	Condutividade elétrica ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$)
0	147,5a ¹
1	132,5b
2	126,1b

DMS - 12,95

¹ Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem, entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Braccini *et al.* (1997) evidenciaram que a qualidade fisiológica de sementes de soja é influenciada pelas condições do meio ambiente, tanto na época de semeadura quanto na colheita. Desde a maturação fisiológica até o ponto de colheita, a soja fica armazenada no campo, sujeita às adversidades dos fatores climáticos. Chuvas, orvalho e alta umidade relativa promovem absorção de água nas sementes e após um período de sol, podem levar as mesmas à desidratação, sendo que essas modificações no seu tamanho e no teor de umidade provocam o rompimento do tegumento, além de promoverem sua deterioração, tornando-as mais permeáveis à entrada de água (Carvalho e Nakagawa, 1983).

Observando-se os dados obtidos na avaliação de dano mecânico (Tabela 10), verifica-se que no cultivar MG/BR-46 (Conquista) não houve diferença significativa, enquanto que no BRS-133, a dose 0 de calcário proporcionou menor valor (0,75%) não havendo, assim, coerência nos resultados deste cultivar, pois de acordo com Huber (1980), o cálcio tem um papel crítico na estrutura da parede celular (conferindo-lhe maior resistência). Com doses mais elevadas de calcário, portanto, esperava-se uma diminuição na porcentagem de dano mecânico.

Analisando-se os dados obtidos para porcentagem média de sementes manchadas (Tabela 11), observa-se que no cultivar MG/BR-46 (Conquista), a dose que proporcionou melhor resultado (9%) foi 90 kg ha⁻¹ de potássio, enquanto que no cultivar BRS-133 não houve diferença significativa.

Já na Tabela 12, verifica-se que a dose que proporcionou melhor resultado foi a de 2 t ha⁻¹ de calcário. Esse resultado, indicando alta porcentagem de sementes manchadas, pode estar relacionado com a baixa sanidade das sementes.

Observando-se os dados obtidos na porcentagem de sementes enrugadas (Tabela 13), verifica-se que no cultivar MG/BR-46 (Conquista), os melhores tratamentos resultaram

em torno de 2% de sementes enrugadas, enquanto que no BRS-133 variou de 0,5% a 1,5% demonstrando, novamente, que este cultivar apresenta uma melhor qualidade fisiológica.

Analisando os resultados apresentados na Tabela 14, verifica-se que as sementes do cultivar BRS-133 apresentaram melhor qualidade fisiológica; na Tabela 15, verifica-se uma melhor qualidade física das sementes do cultivar BRS-133.

Tabela 10. Porcentagem de dano mecânico em função de doses de calcário (t ha⁻¹) nos cultivares de soja MG/BR-46 (Conquista) e BRS-133. Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul, 2003.

Doses de calcário (t ha ⁻¹)	Conquista	BRS-133
0	1,62 ¹	0,75b
1	2,50	3,00a
2	1,00	3,00a

DMS - 1,58
CV - 63,99%

¹ Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem, entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 11. Porcentagem média de sementes manchadas em função de doses de potássio (kg ha⁻¹) nos cultivares MG/BR-46 (Conquista) e BRS-133. Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul, 2003.

Doses de K ₂ O (kg ha ⁻¹)	Conquista	BRS-133
0	15,16b ¹	10,50
30	21,33a	12,34
60	15,50b	10,17
90	9,00c	11,84

DMS - 5,09
CV - 24,17%

¹ Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem, entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 12. Porcentagem média de sementes manchadas em função de doses de calcário (t ha⁻¹) nos cultivares de soja MG/BR-46 (Conquista) e BRS-133. Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul, 2003.

Doses de calcário (t ha ⁻¹)	Sementes manchadas (%)
0	15,0a ¹
1	13,8a
2	10,9b

DMS - 2,82

¹ Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem, entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 13. Desdobramento das interações doses de calcário x doses de potássio, significativas para porcentagem de sementes enrugadas nos cultivares MG/BR-46 (Conquista) e BRS-133. Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul, 2003.

Doses de K ₂ O (kg ha ⁻¹)	Conquista			BRS-133		
	Doses de calcário (t ha ⁻¹)			Doses de calcário (t ha ⁻¹)		
	0	1	2	0	1	2
0	11,50aA ¹	2,50B	3,00bB	2,00	3,50	1,50
30	6,00bA	2,00B	6,50aA	2,50	3,00	1,50
60	4,00bcB	2,00B	8,50aA	1,50AB	4,50A	0,50B
90	2,00c	3,50	2,50b	0,50B	4,50A	1,00B

DMS - 3,44

CV(%) - 37,26%

¹ Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na linha e minúscula na coluna, para cada cultivar, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 14. Primeira contagem de germinação (%), germinação-G (%), envelhecimento acelerado-EA (%) de germinação, tetrazólio-Tz vigor (%), tetrazólio-Tz viabilidade (%) e condutividade elétrica-CE ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) em dois cultivares de soja.

Cultivares	1ª contagem	G	EA	Tz vigor	Tz viab.	CE
Conquista	62,67b ¹	70,95b	56,08b	31,75b	66,41b	140,06a
BRS-133	75,70a	84,62a	62,12a	40,08a	72,75a	130,60b
DMS	2,99	2,66	2,69	3,01	1,86	8,80

¹ Médias seguidas de letra distinta na coluna diferem, entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 15. Dano mecânico (%), sementes manchadas (%), sementes enrugadas (%) em dois cultivares de soja.

Cultivares	Dano mecânico	Sem. manchadas	Sem. Enrugadas
Conquista	1,70a ¹	15,25a	4,50*
BRS-133	2,25a	11,20b	2,20b
DMS	0,75	1,90	0,74

¹ Médias seguidas de letra distinta na coluna diferem, entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação aos resultados obtidos na Tabela 16, o teor de água das sementes, embora não tenha sido analisado estatisticamente, foi semelhante; isso é importante para a execução dos testes de avaliação da qualidade de sementes, considerando-se que a uniformidade da umidade das sementes é imprescindível para a padronização das avaliações e obtenção de resultados consistentes (Loeffler et al., 1988).

Tabela 16. Teor de água das sementes em dois cultivares de soja.

Cultivares	Teor de Água (%)
Conquista	7,52
BRS-133	7,50

Conclusão

Após a análise e a interpretação dos resultados obtidos, pode-se concluir que:

Os cultivares responderam a aplicação do calcário, sendo a dose de 2 t ha⁻¹ quem proporcionou melhores benefícios para a qualidade fisiológica de sementes. As sementes do cultivar BRS-133 apresentaram melhor qualidade física e fisiológica.

Os cultivares evidenciaram comportamentos diferentes; as doses de potássio não afetaram a produção e a qualidade das sementes dos dois cultivares de soja, sendo recomendável apenas uma adubação de manutenção da fertilidade do solo, em torno de 30 kg ha⁻¹ de K₂O.

Referências

- BOARETTO, A.E.; ROSOLEM, C.A. *Adubação foliar*. Campinas: Fundação Cargill, 1989.
- BRACCINI, A.L.E. et al. Influência do processo de hidratação-desidratação na qualidade fisiológica de sementes de soja durante o armazenamento. *Rev. Bras. Sem.*, Brasília, v. 19, n. 1, p. 80-87, 1997.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. *Regras para análise de sementes*. Brasília: SNDA/DNPV/CLAV, 1992. 365 p.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. Campinas: Fundação Cargill, 1983.
- COSTA, J.A.; NAVARRO, H.M. Contribuição relativa dos componentes do rendimento para produção de grãos em

soja. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 37, n. 3, p. 269-274, 2002.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. In: ACOMPANHAMENTO DA SAFRA 2002/03 (3º Levantamento). Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/safra.asp>> Acesso em 10/10/2003.

DEMATTÊ, J.L.I. *Levantamento detalhado de solos do "Câmpus Experimental de Ilha Solteira"*. Piracicaba: Departamento de Solos, Geologia e Fertilidade. Esalq/USP, 1980.

EGLI, D.B. et al. Time of flower opening and seed mass in soybean. *Agron. J.*, Madison, v. 79, n. 4, p. 697-700, 1987.

EMBRAPA-EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Rio de Janeiro: Embrapa/CNPSo, 1999. 412 p.

EMBRAPA-EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Recomendações técnicas para a cultura da soja na região central do Brasil 2001/02*. Londrina: EMBRAPA/CNPSo, 2001. 267 p. (Documentos, 167).

FAGERIA N.K. Efeito da calagem na produção de arroz, feijão, milho e soja em solo de cerrado. Disponível em: <<http://www.scielo.br>>. Acesso em: 30 maio 2002.

FEHR, W.A.; CAVINESS, C.E. *Stages of soybean development*. Ames: Iowa State University, 1977. 11 p. (Iowa Agriculture Experimental Station Bulletin, 80).

FRANÇA-NETO, J.B. et al. Efeitos de doses e métodos de aplicação de cloreto de potássio sobre a qualidade de sementes de soja. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. *Resultados de Pesquisa de Soja 1984/85*. Londrina, 1985. p. 294-301.

FRANÇA-NETO, J.B. et al. *O teste de tetrazólio em sementes de soja*. Londrina: Embrapa-CNPSo, 1998. 72 p. (Documentos, 116).

FRANÇA-NETO, J.B. et al. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Ed.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: Abrates, 1999. p. 8.5 (1-28).

HERNANDEZ, F.B.T. et al. *Software Hidrisa e o balanço hídrico de Ilha Solteira*. Ilha Solteira: Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - Unesp - área de Hidráulica e Irrigação. 1995.

HUBER, D.M. The role of mineral nutrition in defense. In: HORSFALL, S.; COWLING, E.B. (Ed.). *Plant Pathology; and advanced treatise*. New York: Academic Press, 1980. n. 5, p. 381-406.

JEFFERS, D.L. et al. Potassium fertilization effects on phomopsis seed infection, seed quality and yield of soybeans. *Agron. J.*, Madison, v. 74, p. 886-890, 1982.

LOEFFLER, T.M. et al. The bulk conductivity test as an

- indicator of soybean seed quality. *J. Seed Technol.*, Springfield, v. 12, n. 1, p. 37-53. 1988.
- MARCOS-FILHO, J. *et al.* Avaliação da qualidade das sementes. Piracicaba: Fealq, 1987.
- MARCOS-FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.). *Teste de vigor em sementes*. Jaboticabal: Funep, 1994. p. 133-149.
- MASCARENHAS, H.A.A. *et al.* Calagem e adubação da soja. In: *A soja no Brasil Central*. 2 (ed.) rev. ampl. Campinas: Fundação Cargil, 1982. p. 137-211.
- RAIJ, B.V.; QUAGGIO, J.A. *Métodos da análise de solo para fins de fertilidade*. Campinas: Instituto Agrônomo, 1983. 31 p. (Boletim técnico, 81).
- SÁ, M.E. Importância da adubação na qualidade de sementes. In: SÁ, M.E.; BUZZETI, S. (Coord.). *Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas*. São Paulo: Ícone, 1994. p. 65-98.
- SÁ, M.E.; LAZARINI, E. Relação entre os valores de condutividade elétrica e níveis de emergência em sementes de genótipos de soja. *Informativo Abrates*, Brasília, v. 5, n. 2, p. 143, 1995.
- TURKIEWICZ, L. *Efeito da calagem e adubação fosfatada sobre a germinação e o vigor de sementes de soja*. 1976, Dissertação (Mestrado)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1976.
- VIEIRA, R.D. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.). *Testes de vigor em sementes*. Jaboticabal: Funep, 1994. p. 103-132.
- VITTI, G.C.; LUZ, P.H.C. Manejo químico do solo para alta produtividade. In: CÂMARA, G.M.S. (Ed.). *Soja: tecnologia da produção*. Piracicaba: ESALq, 1998. p. 84-112.
- ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A. *SANEST - Sistema de análise de variância por microcomputadores*, 1991.

Received on September 27, 2004.

Accepted on May 06, 2005.