

REDUÇÃO NA POPULAÇÃO DE PLANTAS SOBRE A PRODUTIVIDADE E A QUALIDADE FISIOLÓGICA DA SEMENTE DE SOJA¹

GISELE HERBST VAZQUEZ², NELSON MOREIRA DE CARVALHO³, MARIA MADALENA ZOCOLLER BORBA⁴

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de reduções na população de plantas sobre a produtividade e a qualidade fisiológica da semente de soja. Duas cultivares de soja (BRSMG 68 Vencedora e M-SOY 8001) foram cultivadas em áreas com e sem o controle de plantas daninhas. As populações estudadas foram: 400.000, 340.000, 280.000, 220.000 e 160.000 pl.ha⁻¹, em um espaçamento entrelinhas de 0,43m. De maneira geral, a presença de plantas daninhas causa decréscimos na produtividade e no tamanho da semente produzida. Entretanto, variações na população não interferem na qualidade fisiológica, no tamanho e na massa de 100 sementes. A cultura da soja é capaz de suportar grandes reduções de população sem perdas significativas de produtividade. Essa capacidade é grandemente influenciável pela cultivar: a Vencedora suporta reduções de até 45% e a M-SOY 8001 de até 30%, em relação à população de 400.000 pl.ha⁻¹.

Termos para indexação: estande, vigor, controle cultural, plantas daninhas, *Glycine max*

EFFECTS OF PLANT POPULATION REDUCTIONS ON YIELD AND SEED PHYSIOLOGICAL QUALITY OF SOYBEANS

ABSTRACT – The effects of plant population reductions on soybean plant yield and seed physiological quality were studied. Two soybean cultivars [BRSMG 68 (a.k.a. ‘Vencedora’) and M-SOY 8001] were grown in areas with and without weed control. The population of 400,000 plants/hectare was assumed as the referential population and the other treatments consisted of populations of 340,000, 280,000, 220,000, and 160,000 plants/hectare, that is, the referential population reduced by 15, 30, 45, and 60%, respectively. When applicable, herbicides were used to control weeds. The presence of weeds reduced yield and seed size. Plant population reductions did not interfere in the seed physiological quality, seed size and weight of 100 seeds. Soybean was found to withstand great population reductions without significant reductions in yield. This performance was found to be highly influenced by the genotype: ‘Vencedora’ withstood up to 45% and the M-SOY 8001 up to 30% plant population reductions without significant loss in productivity.

Index terms: stand, seed vigor, cultural control, weed control, *Glycine max*

¹Submetido em 20/02/2007, Aceito para publicação em 03/10/2007. Parte da Tese de Doutorado do primeiro autor apresentada a FCAV/UNESP/Jaboticabal; ²Enga. Agra., Dra., Professora, Departamento de Produção Vegetal, UNICASTELO, CEP 15600-000, Fernandópolis/SP, gisele-agro@

uol.com.br; ³Eng. Agr., Dr., Professor Titular, Departamento de Produção Vegetal, FCAV/UNESP, CEP 14884-900, Jaboticabal/SP, nmc@fcav.unesp.br; ⁴Enga. Agra., Dra., Professora Assistente Doutora, Departamento de Economia Rural, FCAV/UNESP, mmzborba@fcav.unesp.br

INTRODUÇÃO

Hoje, a população padrão recomendada pela Embrapa (2005) para a cultura da soja é de 320.000 pl.ha⁻¹, indicando como aceitáveis variações de até 25% em torno desse valor. Populações muito acima da recomendada, além de acarretar aumentos nos gastos com sementes e um possível acamamento das plantas não proporcionam acréscimos na produtividade. Já a adoção de populações abaixo da recomendada favorece o desenvolvimento de plantas daninhas e pode resultar em plantas muito ramificadas e de altura reduzida, o que também eleva as perdas no momento da colheita.

Na soja, a obtenção de uma lavoura com população adequada depende de diversos fatores, como o bom preparo do solo, a semeadura na época indicada e com disponibilidade hídrica, a utilização correta de herbicidas, a regulação da semeadora (densidade e profundidade) e a boa qualidade fisiológica da semente empregada. Todavia, freqüentemente, ocorrem reduções na população de plantas em virtude de um desempenho germinativo inadequado de sementes submetidas a condições adversas e que, muitas vezes, não são devidamente aquilatadas pelos agricultores. A não percepção de reduções na população de plantas pelo agricultor ocorre em virtude de que essas variações pouco afetam a produtividade da soja, já que ela é capaz de se adaptar de maneira eficiente aos espaços disponíveis (capacidade de compensação) através de modificações em sua morfologia e nos seus componentes da produtividade (Hicks et al., 1969; Rosolen et al., 1983; Nakagawa et al., 1988 e Denardi et al., 2003).

Quanto ao efeito da população de plantas de soja sobre a qualidade das sementes produzidas, Maeda et al. (1983), trabalhando com três cultivares e três populações de plantas (250.000, 333.000 e 500.000 pl.ha⁻¹), verificaram que, na menor população, as sementes apresentaram maior massa de 100 sementes, germinação e vigor. Resultados contrários, entretanto, foram observados por Crusciol et al. (2002), que notaram acréscimos na qualidade fisiológica da semente quando as populações foram elevadas de 300.000 para 500.000 pl.ha⁻¹.

Dentro deste contexto, o objetivo deste trabalho foi o de avaliar os efeitos de reduções na população de plantas sobre a produtividade e a qualidade fisiológica das sementes de duas cultivares de soja produzidas em áreas com e sem controle de plantas daninhas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Estadual Paulista/UNESP, em Jaboticabal/SP. A instalação ocorreu nos dias 19 e 20/11/2002 e a colheita em 26/03/2003. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho eutrófico típico de textura argilosa e, após análise, apresentou as seguintes características químicas: pH CaCl₂ = 5,2; M.O. = 25 g.dm⁻³; P_{resina} = 43 mg.dm⁻³; K = 4,6 mmol_cdm⁻³; Ca + Mg = 50 mmol_cdm⁻³; CTC = 83,6 mmol_cdm⁻³ e V = 59%. Não se efetuou a calagem e a adubação foi calculada segundo Raij et al. (1997) para uma produtividade esperada de 4,0 t.ha⁻¹. Aplicou-se o equivalente a 40 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e 40 kg.ha⁻¹ de K₂O.

O balanço hídrico indicou que não houve deficiências no período de 11/2002 a 04/2003 e sim, excedentes de 75, 252 e 31mm em 12/2002, 01/2003 e 02/2003, respectivamente. A temperatura média do período do experimento foi de 24,6°C e a umidade relativa de 76,9%.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso em esquema fatorial (5 x 2), compreendendo cinco populações de plantas (400.000, 340.000, 280.000, 220.000 e 160.000 pl.ha⁻¹) e dois manejos de plantas daninhas (com e sem o controle) para as cvs. BRSMG 68 Vencedora e M-SOY 8001 e quatro repetições. Cada parcela foi composta de quatro linhas de 5m espaçadas de 0,43m e a área útil foi constituída pelas duas fileiras centrais, desprezando-se 0,5m das extremidades.

O preparo do solo foi o convencional e, antes da semeadura, as sementes foram tratadas com fungicida (Vitavax-Thiran 200 SC na dose de 250 mL do produto comercial por 100 kg de sementes) e, em seguida, inoculadas com *Bradyrhizobium* spp. O solo foi sulcado e adubado mecanicamente e as sementes foram distribuídas manualmente a uma profundidade 0,05m e em quantidade 40% superior à necessária para estabelecer a densidade de 17,2 pl.m⁻¹ (400.000 pl.ha⁻¹). Nas parcelas conduzidas com controle de plantas daninhas foi efetuada a pulverização manual do herbicida Premerlin 600 CE (3,5 L.ha⁻¹), logo após a semeadura. Vinte e quatro dias após a emergência, estando às plantas no estágio V₄ de acordo com Fehr e Caviness (1977), todas as parcelas foram desbastadas. Não se procurou equidistância entre as plantas, apenas mensurou-se o número inicial de plantas na linha, eliminando-se as que excediam o valor desejado. As populações de 400, 340, 280, 220 e 160.000 pl.ha⁻¹ corresponderam a decréscimos no número de sementes germinadas em relação à população de 400.000 pl.ha⁻¹ equivalentes a 0, 15, 30, 45 e 60%. Um mês após a semeadura (V₅) todas as parcelas com controle de plantas daninhas foram pulverizadas com o herbicida Fusiflex (1,8

L.ha⁻¹), não havendo necessidade de novas aplicações. O controle de percevejos foi realizado com duas aplicações de Endosulfan 350 CE e duas de Keshet 25 CE, nas doses de 1,3 L.ha⁻¹ e 0,3 L.ha⁻¹, respectivamente. Não ocorreram sintomas de doenças.

No momento da colheita, todas as plantas da parcela útil foram contadas de modo a obter-se a população final e, posteriormente, arrancadas. A porcentagem de sobrevivência (PS) das plantas foi calculada mediante a relação entre a população final e a inicial observada após o desbaste. Conjuntamente, e de maneira aleatória, foram separadas dez plantas por parcela para a determinação da produção por planta (PP), da massa de 100 sementes (M_{100}), ambas em g e corrigidas para 13% de teor de água (b.u.) e da qualidade fisiológica (germinação e vigor) da semente após a trilha manual. O teste de germinação (G) e a determinação da massa de 100 sementes foram realizados de acordo com as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992) e os de envelhecimento acelerado (EA), condutividade elétrica (CE) e velocidade de germinação (IVG) segundo Krzyzanowski et al. (1999). As demais plantas foram enfeixadas e encaminhadas para trilha mecanizada. Em seguida, essas sementes foram submetidas a uma desfolha e peneiração e encaminhadas ao laboratório para a avaliação da produtividade (Pr) em kg.ha⁻¹, corrigida para 13% de teor de água (somando-se com a produção das 10 plantas inicialmente separadas). Todas as sementes trilhadas mecanicamente de cada parcela foram submetidas a uma seqüência de peneiras manuais com crivos circulares (12, 14, 15, 16 e 17), sendo em seguida determinada a porcentagem em peso das sementes retidas em cada uma das peneiras. As sementes trilhadas manualmente foram armazenadas sob condições controladas (10°C e 50% de UR do ar) e, após cinco meses, efetuaram-se novas determinações da qualidade fisiológica.

A análise estatística dos dados foi realizada separadamente para cada uma das cultivares utilizando-se o programa ESTAT 2.0 (1994). Os resultados do fator quantitativo (população), quando significativos pelo teste F, foram analisados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e por regressão polinomial e os do qualitativo (manejo), apenas por Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O manejo de plantas daninhas interferiu sobre a Pr

das duas cultivares analisadas, sendo estas superiores nas áreas com herbicidas (Tabela 1). Reduções na Pr da soja ocasionadas pela competição com plantas daninhas já eram esperadas. Neste experimento, o decréscimo atribuído a mato interferência foi de 12,8% para a cv. Vencedora e de 10,6% para a M-SOY, valores estes baixos, em comparação aos apresentados por Blanco et al. (1973), que podem chegar a 90%. O baixo valor poderia ser explicado pelo fato de que o local utilizado vinha sendo há tempo cultivado e pulverizado com herbicidas, o que deve ter reduzido a pressão das infestantes, além das boas condições pluviométricas, que em muito favoreceram a produtividade. Em relação à PP, a cv. M-SOY cultivada em áreas sem controle de plantas daninhas apresentou uma redução de 11,8% quando comparada às que cresceram em áreas com controle com herbicidas.

O fator população interferiu em todos os parâmetros analisados (Tabela 1). Não houve diferenças significativas quanto a PS das plantas em função da população da cv. Vencedora, apesar do teste F ter mostrado efeito significativo. Já na cv. M-SOY, a PS da população de 160.000 pl.ha⁻¹ foi inferior estatisticamente à da de 220.000 pl.ha⁻¹. A PS das plantas foi, em média, de 89% na Vencedora e de 90%, na M-SOY.

Decréscimos na população de até 45%, na cv. Vencedora, e de até 30% na da M-SOY, não causaram reduções significativas na Pr (Tabela 1). Estes resultados estão de acordo com os relatados por Rosolem et al. (1983), Nakagawa et al. (1988) e Denardi et al. (2003), os quais mostraram que a soja suporta ampla variação no número de plantas por área, sem afetar significativamente a produtividade, graças à grande capacidade de ajuste de seus componentes de produção. Segundo a Embrapa (2005), populações de 240.000 a 400.000 pl.ha⁻¹ são aceitáveis em função da cultivar, regime de chuvas, data de semeadura e fertilidade do solo. Portanto, os resultados apresentados pela M-SOY estiveram dentro destes limites; já a Vencedora suportou decréscimos para valores de até 220.000 pl.ha⁻¹.

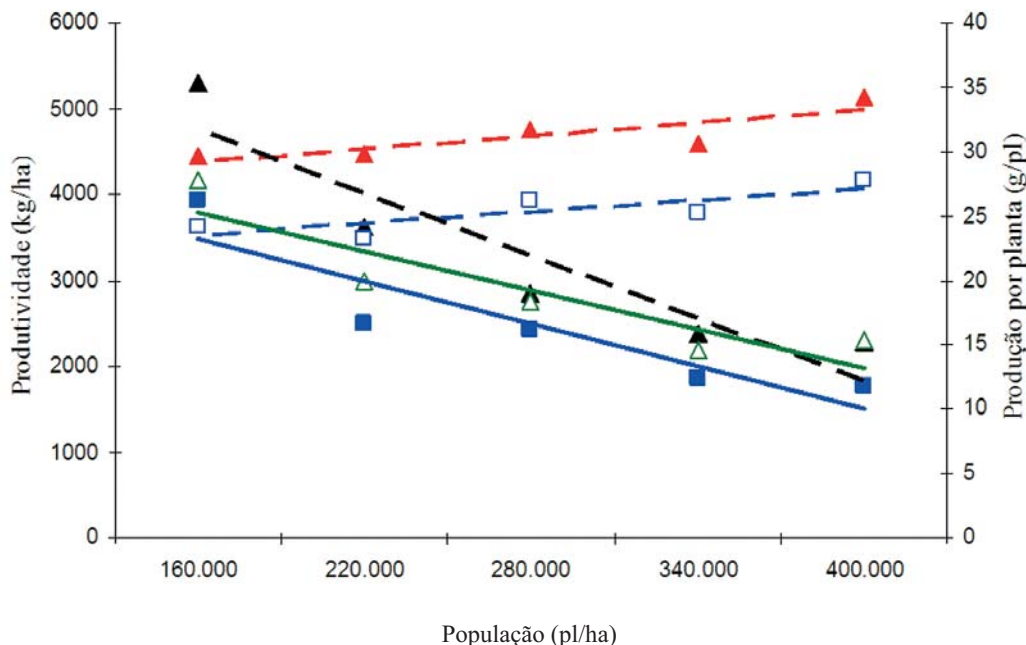
Asequações de regressão e os coeficientes de determinação obtidos nas análises de regressão para a produtividade em função da população para as duas cultivares, estão apresentados na Figura 1 e indicam que se podem esperar reduções de 151 e de 136 kg.ha⁻¹ para as cvs. Vencedora e M-SOY, respectivamente, a cada redução de 15% (60.000 pl.ha⁻¹) na população de plantas. Nas diversas populações estudadas, a cv. Vencedora apresentou, em termos médios, uma produtividade 883 kg superior à da M-SOY.

TABELA 1. Análise da variância (quadrado médio) e médias da população de plantas na colheita, da porcentagem desobrevivência de plantas na colheita (PS), da produção por planta (PP) e da produtividade (Pr) em função do manejo das plantas daninhas e da população de plantas de soja das cultivares BRSMG 68 Vencedora (A) e M-SOY 8001 (B)¹, Jaboticabal, SP, 2002/03.

(A) BRSMG 68 VENCEDORA					
Fatores	População (pl.ha ⁻¹)	PS ² (%)	PP (g.pl ⁻¹)	Pr (kg.ha ⁻¹)	
Manejo (M)	865,75 x 10 ^{6*}	46,50 ns	72,48**	4109059,9**	
População (P)	48503,6x10 ^{6**}	82,41*	365,45**	643310,81*	
M x P	445,3 x 10 ^{6 ns}	26,70 ns	20,41*	197311,9 ns	
Média geral	247.385	(89) 71,27	20,56	4.679,2	
Manejo Pl. daninha					
Com Herbicida - CH	252.037 A	(90) 72,35	-	4.999,7 A	
Sem Controle - SC	242.732 B	(87) 70,19	-	4.358,7 B	
DMS	8.772	3,53	Manejo		294,4
População			CH	SC	
400.000	337.209 A	(84) 66,78	15,1 Ca	15,4BCa	5.139,6 A
340.000	301.241 B	(89) 70,45	15,9 Ca	14,6 Ca	4.589,1 AB
280.000	254.360 C	(91) 74,64	19,0BCa	18,4BCa	4.747,6 AB
220.000	202.761 D	(92) 74,12	24,2 Ba	19,9 Bb	4.478,7 AB
160.000	141.352 E	(88) 70,34	35,3 Aa	27,8 Ab	4.441,2 B
DMS	19.735	7,95	coluna 5,3 linha 3,8		662,3
CV (%)	5,46	7,64	12,59		9,69
(B) M-SOY 8001					
Manejo (M)	5,52 x 10 ^{6 ns}	0,47 ns	43,71**	1816221,5**	
População (P)	56532,3x10 ^{6**}	113,88*	265,76**	544178,0**	
M x P	436,9 x 10 ^{6 ns}	43,47 ns	10,06 ns	100233,6 ns	
Média geral	251.227	(90) 72,31	16,6	3.796,0	
Manejo Pl. daninha					
Com Herbicida - CH	250.856	(90) 72,20	17,7 A	4.009,1 A	
Sem Controle - SC	251.599	(90) 72,41	15,6 B	3.582,9 B	
DMS	11.651	3,77	1,44	234,9	
População					
400.000	356.468 A	(89) 71,57 AB	11,7 C	4.162,1 A	
340.000	304.142 B	(89) 71,88 AB	12,4 C	3.781,8 AB	
280.000	246.366 C	(88) 70,77 AB	16,1 B	3.920,2 AB	
220.000	210.755 D	(96) 78,67 A	16,7 B	3.490,4 B	
160.000	138.404 E	(86) 68,65 B	26,2 A	3.625,6 B	
DMS	26.212	8,47	3,24	528,4	
CV (%)	7,14	8,02	13,35	9,53	

(1)Médias seguidas pelas mesmas letras, maiúsculas na coluna e minúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. (2)Médias transformadas em $\arcsen \sqrt{x/100}$ e médias originais entre parênteses. * e ** significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F, ns - não significativo.

FIGURA 1. Relação entre produção por planta (PP) e produtividade (Pr) com as diferentes populações estudadas das cvs. BRSMG 68 Vencedora e M-SOY 8001 em áreas com e sem controle de plantas daninhas.



$$PP(\text{Venc CH}) = -0,000081x + 44,593 \quad R^2 = 0,86$$

$$PP(\text{Venc SC}) = -0,00005x + 33,217 \quad R^2 = 0,82$$

$$PP(\text{M-SOY}) = -0,0000551x + 32,068 \quad R^2 = 0,82$$

$$Pr(\text{Venc}) = 0,002512x + 3976 \quad R^2 = 0,71$$

$$Pr(\text{M-SOY}) = 0,002274x + 3159,3 \quad R^2 = 0,61$$

CH – com aplicação de herbicidas e SC – sem controle de plantas daninhas 5% de probabilidade. ⁽²⁾Médias transformadas em $\arcsen \sqrt{x/100}$ e médias originais entre parênteses. * e ** significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F, ns - não significativo.

Quanto à PP, ocorreu um aumento significativo com a redução da população da cv. M-SOY (Tabela 1B), o que está de acordo com o relatado por Pereira (1989). Esses dados evidenciam a grande capacidade de compensação da soja, pois que, da população de 400.000 para a de 160.000 pl.ha⁻¹, houve uma redução na produtividade de apenas 13%, pequena redução esta que foi conseqüência de um aumento aproximado de 123% na capacidade de PP.

Houve interação dos fatores M e P quanto à PP da cv. Vencedora (Tabela 1A). Analisando as diferentes populações, no menor valor (160.000 pl.ha⁻¹), tanto em áreas com controle como nas sem controle de plantas daninhas, os valores obtidos superaram estatisticamente aos demais. Apenas nas menores populações (160.000 e 220.000 pl.ha⁻¹), o manejo de daninhas resultou em maior PP, quando comparadas às áreas sem controle. Com reduções de até 30% na população, a cv. Vencedora foi capaz de competir eficientemente com as plantas daninhas (controle cultural), pois não houve

diferenças estatísticas entre as médias dos dois tratamentos de manejo (CH e SC). Para reduções maiores que 30%, cada planta de soja, em áreas sem controle, sofreu uma redução média de 19,4% na sua capacidade de produção em relação às áreas com controle.

Asequações de regressão e os coeficientes de determinação resultantes das análises de regressão da PP em função da população das duas cultivares estão apresentados na Figura 1 e mostram que se poderiam esperar aumentos de 3,3 g.pl⁻¹ da cv. M-SOY e de 3,0 e 4,9 g.pl⁻¹ da cv. Vencedora em áreas sem e com o controle de plantas daninhas, respectivamente, para cada decréscimo de 15% (60.000 pl.ha⁻¹) na população de plantas.

O resumo da análise de variância e as médias dos valores de G, EA, CE, IVE avaliados após a colheita (1ª época) e 5 meses após (2ª época), além da massa de 100 sementes, encontram-se nas Tabelas 2 e 3. O manejo de plantas daninhas não interferiu na germinação das sementes das

duas cultivares, que apresentaram elevado valor mesmo após 5 meses de armazenamento (Tabela 2). Quanto ao vigor avaliado através dos testes de EA e de CE, ambos após o armazenamento (2ª época), as sementes da cv. M-SOY

(Tabela 2B) provenientes das áreas sem controle exibiram desempenho estatisticamente superior ao das de áreas com controle. As sementes da Vencedora não mostraram diferenças.

TABELA 2. Análise de variância (quadrado médio) e médias da porcentagem de germinação (G), do envelhecimento acelerado (EA) e da condutividade elétrica (CE) em duas épocas (1ª época – logo após a colheita e 2ª época – 5 meses após) em função do manejo das plantas daninhas e da população de plantas de soja das cultivares BRSMG 68 Vencedora (A) e M-SOY 8001 (B)¹, Jaboticabal, SP, 2002/03.

(A) BRSMG 68 VENCEDORA							
Fatores	⁽²⁾ G (%)		⁽²⁾ EA (%)		CE (µS.cm ⁻¹ .g ⁻¹)		
	1ª época	2ª época	1ª época	2ª época	1ª época	2ª época	
Manejo- M	19,06ns	15,74ns	0,21ns	1,37ns	9,11ns		170,69**
População- P	80,44ns	38,01ns	18,73ns	28,10ns	0,88ns		29,93ns
M x P	19,44ns	21,61ns	7,81ns	24,85ns	12,21ns		90,92**
Média geral	(97)82,2	(98)83,4	(93)74,8	(86)68,3	61,81		72,44
Manejo Pl. daninha							
CH	(97)81,5	(97)82,7	(93)74,7	(86)68,5	62,28		-
SC	(97)83,0	(98)84,0	(93)74,8	(86)68,1	61,33		-
DMS	3,9	3,59	2,03	2,25	2,0		Manejo
População						CH	SC
400.000	(95)77,9	(99)85,8	(91)72,6	(84)66,5	61,7	71,16 Aa	70,49 ABa
340.000	(99)85,9	(97)82,2	(94)75,9	(90)71,4	62,17	73,03 Aa	74,29 Ba
280.000	(97)82,1	(99)85,3	(92)74,0	(85)67,1	62,14	75,74ABb	73,59 Ba
220.000	(96)80,7	(97)80,6	(93)75,1	(86)68,1	61,56	80,88 Ba	65,08 Aa
160.000	(98)84,5	(98)83,0	(94)76,3	(86)68,3	61,46	71,71 Aa	68,42 ABa
DMS	8,7	8,1	4,6	5,1	4,5	coluna 7,44 linha 5,23	
CV(%)	7,29	6,63	4,18	5,08	4,98		4,97
(B) M-SOY 8001							
Manejo- M	17,61ns	2,21ns	14,30ns	383,93**	11,60ns		128,63**
População- P	9,47ns	10,69ns	7,96ns	32,68ns	17,42ns		17,29ns
M x P	36,37ns	36,30ns	9,25ns	42,97ns	8,15ns		5,59 ns
Média geral	(96)80,2	(98)82,6	(95)77,5	(93)76,0	67,91		77,56
Manejo Pl. daninha							
CH	(97)80,9	(98)82,3	(95)78,1	(91) 72,9B	68,44		79,36 B
SC	(96)79,6	(98)82,8	(94)76,9	(95)79,1A	67,37		75,77 A
DMS	3,7	3,4	2,1	3,1	1,87		2,97
População							
400.000	(96)80,6	(97)80,8	(94)76,8	(93) 76,2	67,66		76,51
340.000	(96)79,4	(98)83,8	(95)77,6	(94) 78,2	66,1		79,84
280.000	(96)79,7	(97)82,3	(94)76,5	(95) 77,1	67,17		76,1
220.000	(98)82,0	(98)82,6	(95)77,4	(93) 75,5	69,99		78
160.000	(95)79,4	(98)83,4	(96)79,1	(90) 72,8	68,61		77,37
DMS	8,4	7,7	4,7	6,9	4,2		6,69
CV(%)	7,16	6,36	4,19	6,21	4,24		5,91

⁽¹⁾Médias seguidas pelas mesmas letras, maiúsculas na coluna e minúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ⁽²⁾Médias transformadas em $\arcsen \sqrt{x/100}$ – médias originais entre parênteses. * e ** significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, ns - não significativo. CH – com herbicida e SC – sem controle

A variação da população não provocou alterações na porcentagem de G e de EA das duas cultivares (Tabela 2). Rezende et al. (1985) e Moore (1991) também não verificaram influência significativa da população sobre a germinação e o vigor de sementes de soja.

Os resultados da interação dos fatores M e P sobre os

dados de CE (2ª época – Tabela 2A), IVE (1ª e 2ª épocas –Tabela 3A) da cv. Vencedora e de IVE (1ª época – Tabela 3B) da cv. M-SOY não obstante terem se mostrado estatisticamente significativos, não indicaram uma tendência lógica de resultados.

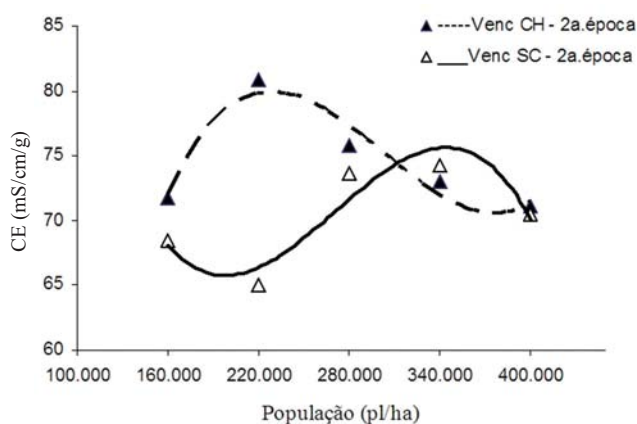
TABELA 3. Análise de variância (quadrado médio) e médias do índice de velocidade de emergência (IVE) e da massa de 100 sementes (M₁₀₀) em função do manejo das plantas daninhas e da população de plantas de soja das cultivares BRSMG 68 Vencedora (A) e M-SOY 8001 (B)¹, Jaboticabal, SP, 2002/03.

(A) BRSMG 68 VENCEDORA						
Fatores	IVE					
	1ª época		2ª época		M ₁₀₀ (g)	
Manejo (M)	0,91 ns		0,08 ns		0,04 ns	
População (P)	3,95**		0,37 ns		0,49 **	
M x P	2,02**		0,99*		0,77**	
Média geral	13,38		12,03		13,71	
Manejo Pl. daninha						
Com Herbicida - CH	-		-		-	
Sem Controle - SC	-		-		-	
DMS	Manejo		Manejo		Manejo	
População	CH	SC	CH	SC	CH	SC
400.000	14,60 Aa	12,82 BCb	12,11Aa	12,38ABa	13,76ABb	14,12 Aa
340.000	12,97 Bb	12,66 BCa	12,17 Aa	11,53 Ba	13,82ABa	13,89 ABa
280.000	12,75 Ba	12,20 Ca	12,11 Aa	12,35ABa	13,42 Cb	13,74 Ba
220.000	13,71ABa	13,89 ABa	12,03 Aa	11,51 Ba	13,55 BCa	13,72 Ba
160.000	13,65ABa	14,60 Aa	11,49 Ab	12,58 Aa	13,91 Aa	13,20 Cb
DMS	coluna 1,42 linha 1,00		coluna 1,03 linha 0,72		coluna 0,34 linha 0,24	
CV(%)	5,15		4,14		1,77	
(B) M-SOY 8001						
Manejo (M)	2,62*		0,64 ns		0,07 ns	
População (P)	1,87**		0,52 ns		0,59 **	
M x P	2,73**		1,27 ns		0,65 **	
Média geral	14,28		12,81		12,13	
Manejo Pl. daninha						
Com Herbicida - CH	-		12,68		-	
Sem Controle - SC	-		12,94		-	
DMS	Manejo		0,49		Manejo	
População	CH	SC	CH	SC	CH	SC
400.000	14,61 Aa	14,47 Aa	13,17	12,40 Aa	12,43 Aa	
340.000	12,60 Bb	14,78 Aa	12,76	11,81 Bb	12,21 Aba	
280.000	13,17 Bb	14,47 Aa	12,45	11,76 Bb	12,29 Aa	
220.000	14,87 Aa	14,41 Aa	12,84	12,09ABa	11,83 Bb	
160.000	14,85 Aa	14,54 Aa	12,84	12,42 Aa	12,03 ABb	
DMS	coluna 1,35 linha 0,95		1,11		coluna 0,44 linha 0,32	
CV(%)	4,60		5,92		2,61	

(1)Médias seguidas pelas mesmas letras, maiúsculas na coluna e minúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. * e ** significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. ns - não significativo.

Na Figura 2 estão apresentadas as equações de regressão e os coeficientes de determinação para a CE em função da população da cv. Vencedora após o armazenamento (2ª época). Com a variação da população, observou-se uma tendência inversa entre os resultados provenientes das áreas com herbicidas e os das sem controle de daninhas.

FIGURA 2. Relação entre a condutividade elétrica (CE) (2ª época) e diferentes populações de plantas da cv. BRSMG 68 Vencedora em áreas com e sem controle de plantas daninhas.



$$CE (\text{Venc CH} - 2^{\text{a}} \text{ época}) = 5,846 \cdot 10^{-15} x^3 - 5,3002 \cdot 10^{-9} x^2 + 0,00151 x - 57,358 \quad R^2=0,92$$

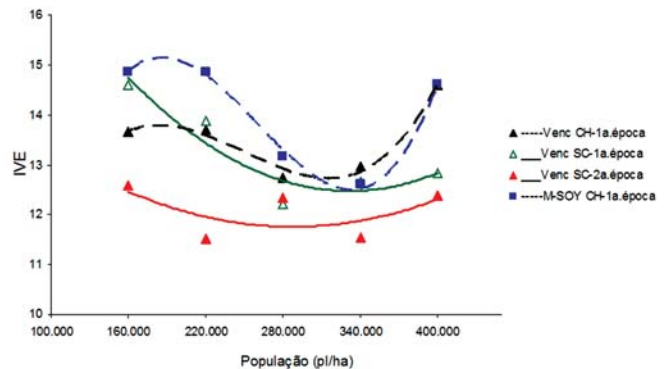
$$CE (\text{Venc SC} - 2^{\text{a}} \text{ época}) = -6,313 \cdot 10^{-15} x^3 + 5,129 \cdot 10^{-9} x^2 - 0,0013 x + 168,763 \quad R^2=0,87$$

CH – com aplicação de herbicidas e SC – sem controle de plantas daninhas de probabilidade. * e ** significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. ns - não significativo.

Já na Figura 3 estão apresentadas as equações de regressão e os coeficientes de determinação em função da população para as cvs. Vencedora (1ª e 2ª épocas) e M-SOY (1ª época) em áreas manejadas com e sem controle de plantas daninhas. Em termos gerais, nota-se uma diminuição do IVE nas populações intermediárias (340.000, 280.000 e 220.000 pl.ha⁻¹) havendo uma tendência de igualdade entre a maior e a menor população.

A análise global dos resultados indica uma elevada qualidade fisiológica das sementes de ambas as cultivares, havendo uma aparente pequena superioridade da cv. M-SOY quanto ao vigor (testes de EA e CE na Tabela 2 e IVE na Tabela 3). Os valores da CE obtidos (de 61 a 81 $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$) são considerados de alto vigor (Vieira, 1994), embora já apresentem forte tendência a médio vigor (Vieira e Krzyzanowski, 1999).

FIGURA 3. Relação entre o índice de velocidade de emergência (IVE) e diferentes populações de plantas das cvs. BRSMG 68 Vencedora (1ª e 2ª épocas) e M-SOY 8001 (1ª época) em áreas com e sem controle de plantas daninhas.



$$IVE (\text{Venc CH} - 1^{\text{a}} \text{ época}) = 9,336 \cdot 10^{-16} x^3 - 6,983 \cdot 10^{-10} x^2 + 0,000162 x + 1,8125 \quad R^2=0,97$$

$$IVE (\text{Venc SC} - 1^{\text{a}} \text{ época}) = 7,733 \cdot 10^{-11} x^2 - 5,125 \cdot 10^{-5} x + 20,965 \quad R^2=0,87$$

$$IVE (\text{Venc SC} - 2^{\text{a}} \text{ época}) = 4,335 \cdot 10^{-11} x^2 - 2,4927 \cdot 10^{-5} x + 15,342 \quad R^2=0,34$$

$$IVE (\text{M-SOY CH} - 1^{\text{a}} \text{ época}) = 1,659 \cdot 10^{-15} x^3 - 1,292 \cdot 10^{-9} x^2 + 0,000308 x - 8,1788 \quad R^2=0,99$$

CH – com aplicação de herbicidas e SC – sem controle de plantas daninhas

De modo geral, as condições climáticas favoreceram a obtenção de sementes de soja de boa qualidade. Durante a fase vegetativa, iniciada em 25/11/2002 e finalizada com o início do florescimento (03/01/2003), a temperatura média e a disponibilidade de chuvas do período, proporcionaram um excedente hídrico adequado ao crescimento e desenvolvimento das plantas de soja. Na fase reprodutiva, a ocorrência de intensas precipitações proporcionou novamente “superávit”, o que garantiu uma adequada granação das vagens de soja. No final do processo de maturação das sementes (fevereiro), a área apresentou um reduzido excedente hídrico (30mm) e próximo à maturação de colheita – R₈ (março), este se igualou a zero, o que resultou em uma rápida desidratação das sementes, sem a ocorrência de períodos de ganhos e perdas de água pela semente, que poderiam levar a danos, muito embora a temperatura média desse período (24,7 °C) excedesse a ideal de 22 °C recomendada por Costa et al. (1994).

Diversos trabalhos têm indicado resultados contraditórios quanto à interferência da população sobre a M₁₀₀. Moore (1991) observou que a massa das sementes aumentava com a diminuição da população, já Tourino et al., (2002)

encontraram decréscimos e em contrapartida, Crusciol et al., (2002) e Peluzio et al. (2002) relataram não ter verificado variações.

Os resultados dos fatores M e P sobre a M_{100} estão apresentados na Tabela 3 e na Figura 4. De maneira geral, alterações na população de plantas não interferiram na massa de sementes. Na menor população (160.000 pl.ha⁻¹), em ambas as cultivares, áreas com herbicidas produziram sementes mais pesadas. Esse desempenho indica que, provavelmente, a baixa população de plantas de soja presente não foi capaz de inibir o crescimento das plantas daninhas (controle cultural), o que fez com que houvesse uma maior competição pelos fatores de crescimento, diminuindo a massa das sementes nas áreas não controladas. Em todas as situações estudadas a cv.

Vencedora superou a M-SOY quanto a M_{100} , o que pode ser explicado pela análise das características genéticas de cada cultivar, onde a Vencedora apresenta uma M_{100} sementes média de 14,27g e a M-SOY de 11,55g.

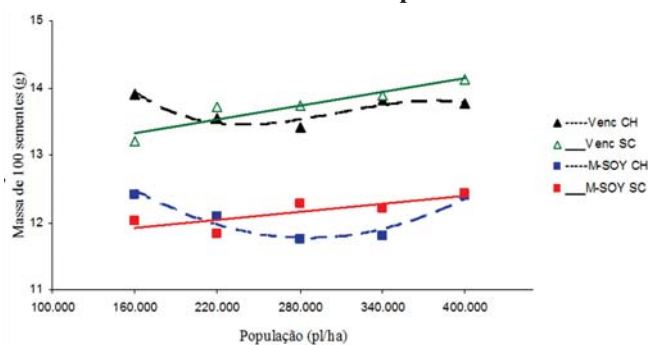
O resumo da análise de variância e as médias das porcentagens de retenção nas peneiras 12, 14, 15, 16, 17 e “fundo”, encontra-se na Tabela 4. O fator manejo interferiu na porcentagem de retenção de todas as peneiras das duas cultivares, com exceção da peneira 16 da cv. Vencedora e das peneiras 16 e 17 da cv. M-SOY. O “fundo” também não mostrou diferenças determinadas por este fator nas duas cultivares. O fator população interferiu apenas nas peneiras 15 e 17 da cv. Vencedora. A interação dos fatores M e P foi significativa para a peneira 12 da cv. Vencedora

TABELA 4. Análise de variância (quadrado médio) e médias da porcentagem de retenção de sementes nas peneiras 12, 14, 15, 16, 17 e fundo em função do manejo das plantas daninhas e da população de plantas de soja das cultivares BRSMG 68 Vencedora (A) e M-SOY 8001 (B)¹, Jaboticabal, SP, 2002/03.

(A) BRSMG 68 VENCEDORA							
Fatores	% de Retenção						
	P.12	P.14	P.15	P.16	P.17	Fundo	
Manejo - M	0,84*	40,60*	343,98*	400,69*	33,67*	0,001ns	
População -P	0,16 ns	11,52ns	190,43*	178,39ns	22,97**	0,02 ns	
M x P	0,61**	13,77ns	67,68ns	128,39ns	8,64ns	0,01 ns	
Média geral	1,4	9,6	32,0	50,0	6,5	0,5	
Manejo Pl.daninha							
CH	-	8,6 B	29,1 B	53,1	7,4 A	0,45	
SC	-	10,7 A	34,9 A	46,8	5,5 B	0,46	
DMS	Manejo		1,6	5,2	6,4	1,5	0,07
População		CH	SC				
400.000	1,1 Aa	1,2 Ba	7,5	23,5 B	57,9	9,4 A	0,5
340.000	1,6 Aa	1,3 ABa	10,5	34,1 AB	47,7	5,7 B	0,5
280.000	1,4 Aa	1,4 ABa	10,2	34,2 AB	48,3	5,3 B	0,5
220.000	1,1 Ab	1,8 ABa	9,8	32,6 AB	50,2	5,4 B	0,5
160.000	1,0 Ab	2,1 Aa	10,1	35,6 A	45,7	6,5 AB	0,4
DMS	coluna 0,8 linha 0,5		3,7	11,6	14,4	3,3	0,2
CV(%)	26,50		26,2	24,88	19,70	34,96	24,32
(B) M-SOY 8001							
Manejo- M	110,22**	391,88**	783,22**	14,64 ns	0,96 ns	0,29 ns	
População- P	12,13 ns	13,53 ns	73,07ns	20,64 ns	0,41 ns	0,10 ns	
M x P	22,82 ns	25,16 ns	69,67 ns	28,25 ns	0,26 ns	0,08 ns	
Média geral	11,8	28,6	47,7	9,8	1,2	0,9	
Manejo Pl. daninha							
CH	10,1 B	25,5 B	52,1 A	10,4	1,0	0,9	
SC	13,5 A	31,7 A	43,2 B	9,2	1,3	1,0	
DMS	2,6	4,3	5,4	3,0	0,6	0,2	
População							
400.000	11,0	27,7	48,5	10,6	1,2	1,0	
340.000	12,8	28,9	48,3	7,8	1,1	0,9	
280.000	10,2	26,8	51,0	9,9	1,2	0,8	
220.000	11,8	30,0	47,7	8,8	0,8	0,8	
160.000	13,1	29,5	42,8	12,0	1,5	1,1	
DMS	5,9	9,7	12,1	6,9	1,3	0,5	
CV(%)	34,40	23,13	17,38	47,99	77,53	39,96	

¹Médias seguidas pelas mesmas letras, maiúsculas na coluna e minúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. * e ** significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. ns - não significativo. CH – com herbicida e SC – sem controle de plantas daninhas

FIGURA 4. Relação entre a massa de 100 sementes (M_{100}) e diferentes populações de plantas das cvs. BRSMG 68 Vencedora e M-SOY 8001 em áreas com e sem o controle de plantas daninhas.



$$M_{100}(\text{Venc CH}) = -2,662 \cdot 10^{-16} x^3 + 2,465 \cdot 10^{-10} x^2 - 7,218 \cdot 10^{-5} x + 20,262$$

$$r = 0,93$$

$$M_{100}(\text{Venc SC}) = 0,0000033x + 12,794 \quad r = 0,94$$

$$M_{100}(\text{M-SOY CH}) = 4,442 \cdot 10^{-11} x^2 - 2,542 \cdot 10^{-5} x + 15,414 \quad r = 0,96$$

$$M_{100}(\text{M-SOY SC}) = 0,0000019x + 11,602 \quad r = 0,80$$

CH – com aplicação de herbicidas e SC – sem controle de plantas daninhas

A soma das médias gerais da porcentagem de retenção de sementes da cv. Vencedora nas peneiras 15, 16 e 17 e das peneiras 12, 14 e 15 da cv. M-SOY, indicam um valor de aproximadamente 88% (Tabela 4). A competição com plantas daninhas levou a uma redução geral no tamanho das sementes em decorrência da menor disponibilidade de luz, nutrientes e água. Braz (1996) relata que, estudos conduzidos em outros países, também mostraram que a presença de plantas daninhas pode influir no tamanho dos grãos produzidos. Em termos gerais não houve interferência da população sobre o tamanho da semente produzida, discordando de Oliveira (2000), que relata reduções no tamanho das sementes com aumentos na densidade de plantas.

CONCLUSÕES

A cultura da soja é capaz de suportar grandes reduções de população sem perdas estatisticamente significativas de produtividade. Essa capacidade é dependente da cultivar: a BRSMG 68 Vencedora suportou reduções de até 45% e a M-SOY 8001 de até 30%, em relação à população de 400.000 pl.ha⁻¹. Variações na população de plantas de soja não interferem na qualidade fisiológica, no tamanho e na massa das sementes produzidas.

REFERÊNCIAS

BLANCO, H.G.; OLIVEIRA, D.A.; ARAUJO, J.B.M.; GRAS, N. Observações sobre o período crítico em que as plantas daninhas competem com a soja (*Glycine max* (L.) Merr.). **O Biológico**, São Paulo, v. 39, n.2, p.21-35, 1973.

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

BRAZ, B.A. **Efeitos de redução de distância entrelinhas e de dosagens de latifolicidas no controle de plantas daninhas na cultura de soja [*Glycine max* (L.) Merrill]**. 1996. 143f. Tese (Doutorado), Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

COSTA, N.P.; PEREIRA, L.A.G.; FRANÇA-NETO, J.B.; HENNING, A.A.; KRZYZANOWSKI, F.C. Zoneamento Ecológico do Estado do Paraná para produção de sementes de cultivares precoces de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v.16, n.1, p.12-19, 1994.

CRUSCIOL, C.A.C.; LAZARINI, E.; BUZO, C.L.; SÁ, M.E. de. Produção e qualidade fisiológica de sementes de soja avaliadas na semeadura de inverno. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.59, n.1, p.75-96, 2002.

DENARDI, T.; RAMOS, T.C.; TARTARO, D.E.; NUNES, E. de M.; ASSMANN, I.C.; CICMANEC, E.A. Resposta da cultivar de soja ICA 3 sob cinco densidades de semeadura. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 25., 2003, Londrina. **Resumos...** Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 2003. p.241. (EMBRAPA-CNPSO. Documentos, 209).

ESTAT 2.0. **Sistema de análise estatística**. Jaboticabal: UNESP - Pólo Computacional – Departamento de Ciências Exatas, 1994.

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977. 11p.

HICKS, D. R. PENDLETON, J.W.; BERNARD, R.L.; JOHNSTON, T.J. Response of soybean plant types to planting patterns. **Agronomy Journal**, Madison, v.61, p.290-293, 1969.

KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. 218p.

MAEDA, J.A.; MASCARENHAS, H.A.A.; ALMEIDA, L.D.; NAGAI, V. Influência de cultivares, espaçamentos e localidades na qualidade da semente de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.18, n.5, p.515-

518, 1983.

MOORE, S.H. Uniformity of planting spacing effect on soybean population parameters. **Crop Science**, Madison, v.31, n.4, p.1049-1051, 1991.

NAKAGAWA, J.; MACHADO, J.R.; ROSOLEM, C.A. Efeito da densidade de plantas no comportamento de cultivares de soja, em duas épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.23, n.9, p.1003-1014, 1988.

OLIVEIRA, B.J. **Efeitos da população de plantas no tamanho e na qualidade fisiológica de sementes de híbrido de milho**. 2000, 77f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

PELUZIO, J.M.; BARROS, H.B.; SANTOS, M.M.; REIS, M.S.R. Comportamento de duas cultivares de soja em diferentes populações de plantas, sob condições de várzea irrigada, no sul do Estado do Tocantins. **Revista Agricultura Tropical**, Cuiabá, v.6, n.1, p.69-80, 2002.

PEREIRA, A.R. Competição intra-específica entre plantas cultivadas. **O Agrônomo**, Campinas, v.41, n.1, p.5-11, 1989.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1997. 285p. (Boletim técnico, 100).

REZENDE, P.M.; VIEIRA, M.G.G.C.; FRAGA, A.C.; FAVORETTO, C.R.S. Efeitos da densidade de plantas sobre a produção, qualidade das sementes e outras características da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Revista Ciência e Prática**, Lavras, v.9, n.1, p.39-47, 1985.

ROSOLEM, C.A.; SILVÉRIO, J.C.O.; NAKAGAWA, J. Densidade de plantas na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.18, n.9, p.977-984, 1983.

TECNOLOGIAS de produção de soja - região central do Brasil 2006. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. 220 p. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 9).

TOURINO, M.C.C.; REZENDE, P.M.; SALVADOR, N. Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agronômicas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.37, n.8, p.1071-1077, 2002.

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.

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 4.1-4.26.