

EFEITO DO VIGOR DE SEMENTES DE SOJA SOBRE O SEU DESEMPENHO EM CAMPO¹

SILVELENA VANZOLINI¹ E NELSON MOREIRA CARVALHO²

RESUMO - Com o objetivo de avaliar o efeito do vigor de lotes de sementes na emergência em campo, no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo de plantas de soja, foi conduzido o presente experimento durante o ano agrícola 98/99, em Jaboticabal, SP. Foram utilizados nove lotes de sementes de soja, da cultivar M-Soy 109, com padrões comercializáveis. Na caracterização dos lotes em laboratório, foram utilizados os seguintes testes: teor de água, germinação em areia, índice de velocidade de emergência, comprimento de plântulas, matéria seca de plântulas, condutividade elétrica e envelhecimento acelerado. Os dados obtidos por meio dos testes de laboratório permitiram classificar os nove lotes em três de alto, três de médio e três de baixo vigor. Para a semeadura desses nove lotes no campo, calculou-se, com os dados de germinação, a quantidade de sementes para a correção do estande, visando obter uma população de 400 mil plantas por hectare, num espaçamento de 0,50m entre linhas. As características avaliadas, no campo, foram o índice de velocidade de emergência, a emergência total, os estande inicial e final, a altura das plantas aos 18, 38 e 49 dias após a semeadura e na colheita, quantidade de plantas com flores em R1, o teor de água na colheita, a altura de inserção da primeira vagem, a sobrevivência de plantas, o número de vagens por planta, o número de sementes por vagem, a massa de 100 sementes e a produção, tanto em g.planta⁻¹ quanto em kg.ha⁻¹. O efeito do vigor das sementes foi maior no início do desenvolvimento das plantas (emergência total e velocidade de emergência); lotes de menor vigor tiveram quedas mais acentuadas de estande. Houve um atraso no início do florescimento, mostrando um efeito de tipo residual do vigor das sementes. As plantas que conseguiram se formar a partir de lotes de baixo vigor eram vigorosas e, em condições favoráveis de clima e manejo, em função do maior espaço por planta, produziram mais vagens por planta, resultando em maior produção por planta e isso levou-as a igualarem-se em produtividade às dos demais níveis de vigor.

Termos para indexação: *Glycine max* (L.) Merrill, qualidade fisiológica, emergência, desenvolvimento e produção.

EFFECTS OF SOYBEAN SEED VIGOR ON FIELD PLANT PERFORMANCE

ABSTRACT - The objective of this research was to evaluate the effects of soybean seed vigor on field plant performance. Nine seed lots of the cv. M-Soy 109 were used. This study utilized commercially acceptable soybean seed lots (germination greater than 75%) and was conducted in the agricultural year 1998/1999, in Jaboticabal, São Paulo State, Brazil. In the characterization of the lots in laboratory, the following tests were used: moisture content, germination in sand, speed of emergence index, seedling length, seedling dry weight, electrical conductivity and accelerated ageing. These tests allowed the classification of the nine seed lots in high, medium, and low vigor lots. With the germination data, the number of seeds sown was calculated for a population of 400,000 plants per hectare, in a spacing of 0.50m between lines. Measurements of some parameters made during the vegetative and reproductive growth (speed of emergence index, total emergence, initial and final stand, plant height, amount of plants with flowers in R1, first pod insertion height,

¹ Aceito para publicação em 24.12.2001; parte da tese de doutorado da autora em Agronomia/Produção Vegetal, Depto. de Produção Vegetal, FCAV/UNESP, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/nº, 14884-900,

Jaboticabal-SP; bolsista CAPES; e-mail: vanzolin@fcav.unesp.br.

² Depto. de Produção Vegetal-FCAV-UNESP; e-mail: nmc@fcav.unesp.br

plants survival, yield components and yield) showed that the effects of seed vigor were observed in early soybean plant establishment (total emergence, emergence speed and stand). There was a delay in the beginning of the flowering period. The yield ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) was not affected by soybean seed vigor.

Index terms: *Glycine max* (L.) Merrill, physiological quality, emergence, growth and yield.

INTRODUÇÃO

Para que as sementes de soja sejam comercializadas, elas precisam apresentar uma germinação mínima, cujo limite varia entre os estados brasileiros, sendo de 75% nos estados de Santa Catarina, Goiás, Tocantins, Minas Gerais e Mato Grosso e 80% nos estados do Rio Grande do Sul, Paraná, São Paulo, Mato Grosso do Sul e Distrito Federal para sementes certificadas. Os mesmos padrões, com exceção de Santa Catarina em que a germinação mínima é de 80%, são recomendados para sementes fiscalizadas (EMBRAPA, 1993). Verificando-se trabalhos que procuram relacionar o efeito do vigor no rendimento da soja, são comuns estudos onde lotes classificados como de baixo ou mesmo como de médio vigor são lotes que não seriam aceitos para serem comercializados, pois não atenderiam aos padrões mínimos de germinação exigidos (Edje & Burris, 1971; Lin, 1982; Nakagawa et al., 1985; França-Neto & Krzyzanowski, 1993 e Aranha, 1998).

Além disso, na literatura consultada, muitos dos trabalhos com soja que procuraram avaliar o efeito do vigor na produção, apresentam resultados contraditórios. Alguns autores (Edje & Burris, 1971; Nakagawa et al., 1985; Tully et al., 1986; Tekrony & Egli, 1991; Finch-Savage, 1995 e Aranha, 1998) relatam que o efeito do vigor é verificado de forma mais acentuada na fase inicial da cultura. Porém, pode ocorrer queda na produção por área se ocorrer queda do estande (Lin, 1982; Nakagawa et al., 1985 e Tekrony & Egli, 1991) e, às vezes, mesmo que se faça compensação do número de sementes para que se iguale o estande, pode ocorrer, ainda, queda da produtividade (Aranha, 1998). Em amendoim, Carvalho & Toledo (1978) verificaram que, mesmo com ajuste da população, a produção por área de plantas provenientes de sementes de baixo vigor pode ser significativamente inferior à das originadas de sementes de alto vigor quando o estande no campo for inferior a 50% do número de sementes usadas na semeadura.

Neste experimento, procurou-se trabalhar com lotes de sementes que estivessem acima dos padrões aceitáveis para serem comercializados, verificando-se o efeito do vigor de sementes na emergência em campo, no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo de plantas de soja, a partir de seme-

aduras com ajuste no número de sementes com base em resultados de um teste de germinação.

MATERIAL E MÉTODOS

Vinte lotes de sementes de soja, de mesma classe de tamanho (peneira 13/64" x 3/4"), da cultivar M-Soy109 (hábito de crescimento determinado e grupo de maturação médio, segundo (CAROL, s.d.), com germinação no mínimo igual ao padrão (75%) foram obtidos junto à Cooperativa dos Agricultores da Região de Orlândia Ltda (CAROL). A maioria dos lotes eram da safra 97/98 e alguns da safra 96/97. A partir desses lotes foram selecionados nove, de maneira que três apresentassem germinação em torno de 75%, três em torno de 85% e três em torno de 95%. A qualidade fisiológica desses nove lotes foi mais amplamente determinada através de testes de vigor conduzidos em laboratório: **germinação em areia (TG)** - executado de acordo com Brasil (1992), utilizando-se quatro repetições de 50 sementes. Essa determinação foi realizada em caixas plásticas com dimensões de 26,0x16,0x9,0cm, utilizando-se como substrato areia de textura média (areia em que a maioria das partículas passaram através de uma peneira de orifícios de 0,8mm de diâmetro, mas ficaram retidas sobre outra peneira de 0,05mm de diâmetro), lavada e esterilizada, umedecida a 60% da sua capacidade de retenção de água. As sementes foram semeadas a 3cm de profundidade. As caixas foram mantidas em condições de laboratório, na temperatura em torno de 25°C. No oitavo dia após a instalação do teste, o número de plântulas normais foi determinado para cada repetição, obtendo-se a porcentagem média da germinação de cada lote; **índice de velocidade de emergência (IVE)** - foi conduzido anotando-se, no teste descrito anteriormente, de 24 em 24 horas, o número de plântulas que emergiram, ou seja, as que apresentavam cotilédones acima da superfície do substrato. O IVE foi calculado empregando-se a fórmula proposta por Maguire (1962); **comprimento de plântulas** - no final do teste de germinação em areia foi efetuada a medida das partes das plântulas emergidas (epicótilo, hipocótilo e raiz primária), tanto de plântulas normais como anormais, com auxílio de uma régua e os resultados foram expressos em centímetros

por plântula; **massa seca de plântulas** - foi determinada utilizando-se as partes das plântulas empregadas na determinação do comprimento. Assim, as repetições de cada lote foram acondicionadas em sacos de papel e levadas a estufa termoeletrica, com circulação forçada de ar, mantida à temperatura de 65°C, aí permanecendo por 72 horas. Após esfriar em dessecador, cada repetição foi pesada em balança de precisão de 0,001g (Nakagawa, 1999) e os resultados foram expressos em miligramas por plântula; **condutividade elétrica (CE)** - quatro repetições de 50 sementes foram colocadas em copos plásticos (200ml), onde foram adicionados 75ml de água deionizada, sendo mantidas a 25°C por 24 horas (Vieira, 1994). A leitura foi realizada em condutivímetro e o resultado para cada lote foi expresso em $\mu\text{S.cm}^{-1}\text{g}^{-1}$; **envelhecimento acelerado (EA)** - conduzido em caixas plásticas (gerbox) com 42g de sementes (cerca de 260 sementes) distribuídas em camada uniforme sobre a tela que isola as sementes dos 40ml de água destilada. As caixas tampadas foram acondicionadas em câmara de envelhecimento do tipo “waterjacket Incubator”, regulada à temperatura de 41°C. Decorridas 48 horas na câmara de envelhecimento, quatro repetições de 50 sementes foram em seguida, conforme recomendação da AOSA (1983), colocadas para germinar em areia, obedecendo-se aos procedimentos descritos em Brasil (1992), para o teste de germinação. No oitavo dia após a instalação da germinação, foi efetuada a contagem do número de plântulas normais e o resultado expresso em porcentagem. Determinou-se, também o **teor de água após o envelhecimento acelerado** - pelo método da estufa a 105±3°C por 24 horas, utilizando-se três repetições de 25 sementes para cada lote (Brasil, 1992). Os resultados foram expressos em porcentagem (base úmida). As sementes, nessa ocasião, apresentaram um teor de água entre 27,2 e 29,9% (dados não apresentados), indicando que o processo de envelhecimento foi conduzido de forma adequada (Hampton & Tekrony, 1995).

Além desses testes de viabilidade e vigor foram determinados os **teores de água** dos nove lotes tendo em vista que alguns resultados de vigor são influenciados pelo teor de água das sementes. Empregou-se o método da estufa a 105±3°C por 24 horas, utilizando-se três repetições de 25 sementes para cada lote, segundo procedimento recomendado por Brasil (1992). Os dados foram expressos em porcentagem (base úmida) e os resultados dos testes conduzidos em laboratório, encontram-se na Tabela 1.

O experimento de campo foi instalado na data de 03/12/1998, na área experimental do Departamento de Produção Vegetal (FCAV/UNESP), em Jaboticabal, SP, cuja altitude média é de 595 metros acima do nível do mar e está situada a

TABELA 1. Resultados dos testes de teor de água (TA), germinação em areia (TG), índice de velocidade de emergência (IVE), envelhecimento acelerado (EA), condutividade elétrica (CE), comprimento de plântulas emergidas e massa seca de plântulas emergidas (MS), em nove lotes de sementes de soja, cultivar M-Soy 109, em condições de laboratório.

Lotes	TA (%)	TG (%)	IVE	EA (%)	CE (μSem ⁻¹ g ⁻¹)	Comprimento de plântulas emergidas (cm)				MS (mg.plântula emergida ⁻¹)						
						Hipocótilo	Epicótilo	Parte aérea	Raiz primária	Total	Folhas primárias	Hipocótilo	Epicótilo	Parte aérea	Raiz primária	Total
1 (Alto vigor)	11,1	98 a	15,7 a	94 a	54,1 d	6,9 a	1,41 abc	8,3 a	20,3 a	28,7 a	6,9 ab	18,4 ab	3,24 ab	28,6 abc	34,8 a	63,4 a
2 (Alto vigor)	11,2	97 ab	15,4 a	96 a	56,7 d	6,7 ab	1,75 a	8,4 a	19,7 a	28,1 a	8,2 a	19,1 a	3,73 a	31,1 a	33,2 a	64,2 a
3 (Alto vigor)	12,1	96 abc	15,6 a	93 a	56,6 d	6,6 ab	1,59 ab	8,2 ab	19,5 a	27,8 a	7,7 a	18,5 ab	3,54 ab	29,8 ab	32,7 ab	62,5 a
4 (Médio vigor)	11,5	91 bcd	12,8 b	90 a	77,7 c	6,0 bc	1,14 cd	7,2 b	13,4 b	20,6 b	5,6 bc	16,7 bc	2,95 bc	25,2 cde	27,3 c	52,6 b
5 (Médio vigor)	11,4	88 cde	12,1 b	90 a	84,2 bc	6,3 ab	1,30 bc	7,6 ab	15,0 b	22,6 b	6,2 ab	15,3 cd	2,89 bc	24,4 de	28,9 bc	53,2 b
6 (Médio vigor)	11,4	91 bcd	12,9 b	89 a	75,3 c	5,9 bc	1,67 ab	7,6 ab	15,8 b	23,4 b	6,9 ab	16,1 c	3,25 ab	26,2 bcd	27,8 c	54,0 b
7 (Baixo vigor)	11,3	78 e	8,6 c	74 b	102,7 a	5,2 cd	0,85 d	6,1 c	7,2 c	13,3 c	3,9 cd	15,9 c	2,46 c	22,3 ef	14,5 d	36,8 c
8 (Baixo vigor)	11,3	81 de	8,2 c	67 b	80,4 bc	4,9 d	0,75 d	5,6 c	7,1 c	12,7 c	3,0 d	16,4 c	2,83 bc	22,2 ef	17,2 d	39,4 c
9 (Baixo vigor)	11,5	76 e	7,8 c	61 b	94,5 ab	5,3 cd	0,79 d	6,1 c	8,4 c	14,5 c	4,0 cd	13,5 d	2,27 c	19,8 f	17,9 d	37,7 c
CV (%)	—	5,91	7,49	6,33	7,97	5,95	13,29	5,94	8,56	7,30	14,86	4,69	10,05	5,89	6,83	5,40

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey,a 5%.

21° 15' 22" de latitude sul e 48° 18' 58" de longitude a oeste de Greenwich. O solo do local do experimento é classificado como Latossolo Vermelho Escuro, distrófico, com horizonte A moderado, textura argilosa, relevo suave ondulado (Centurion, 1998).

Os dados diários de precipitação pluvial e temperaturas máximas, médias e mínimas encontram-se na Figura 1, os quais foram extraídos de um conjunto de dados pertencentes ao acervo da área de Agrometeorologia do Departamento de Ciências Exatas da FCAV/UNESP, Campus de Jaboticabal. Os estádios de crescimento das plantas (Figura 1) foram acompanhados baseando-se na descrição de Fehr & Caviness (1977), dando-se maior ênfase à fase reprodutiva.

A análise do solo, realizada 45 dias antes da instalação do experimento, efetuada pelo Laboratório de Análises de Solos da FCAV/UNESP, apresentou as seguintes caracterís-

ticas químicas: P (resina) = 30mg.dm⁻³; M.O. = 16g.dm⁻³; pH (CaCl₂ 0,001M) = 5,2; K⁺ = 2,3; Ca⁺⁺ = 19; Mg⁺⁺ = 6; H⁺+Al³⁺ = 25; SB = 27,3 e CTC = 52,3 todos em mmol_c.dm⁻³ e V% = 52. Foi realizada calagem com calcário dolomítico (1,0t/ha), pois o V% se encontrava abaixo de 60 (valor recomendado para a cultura da soja), segundo Raij et al. (1997). A adubação com 300 quilogramas por hectare da fórmula 4-20-20 foi realizada com base na análise do solo e segundo a recomendação do Boletim 100 (Raij et al., 1997) para uma produtividade esperada de 3,5 a 4,0 toneladas por hectare.

Com os dados de germinação, calculou-se a quantidade de sementes a serem semeadas para a correção do estande, para uma população de 400 mil plantas por hectare, num espaçamento de 0,50m entre linhas. A semeadura foi realizada manualmente, sendo as sementes distribuídas nos sulcos na profundidade de três a cinco centímetros. A unidade expe-

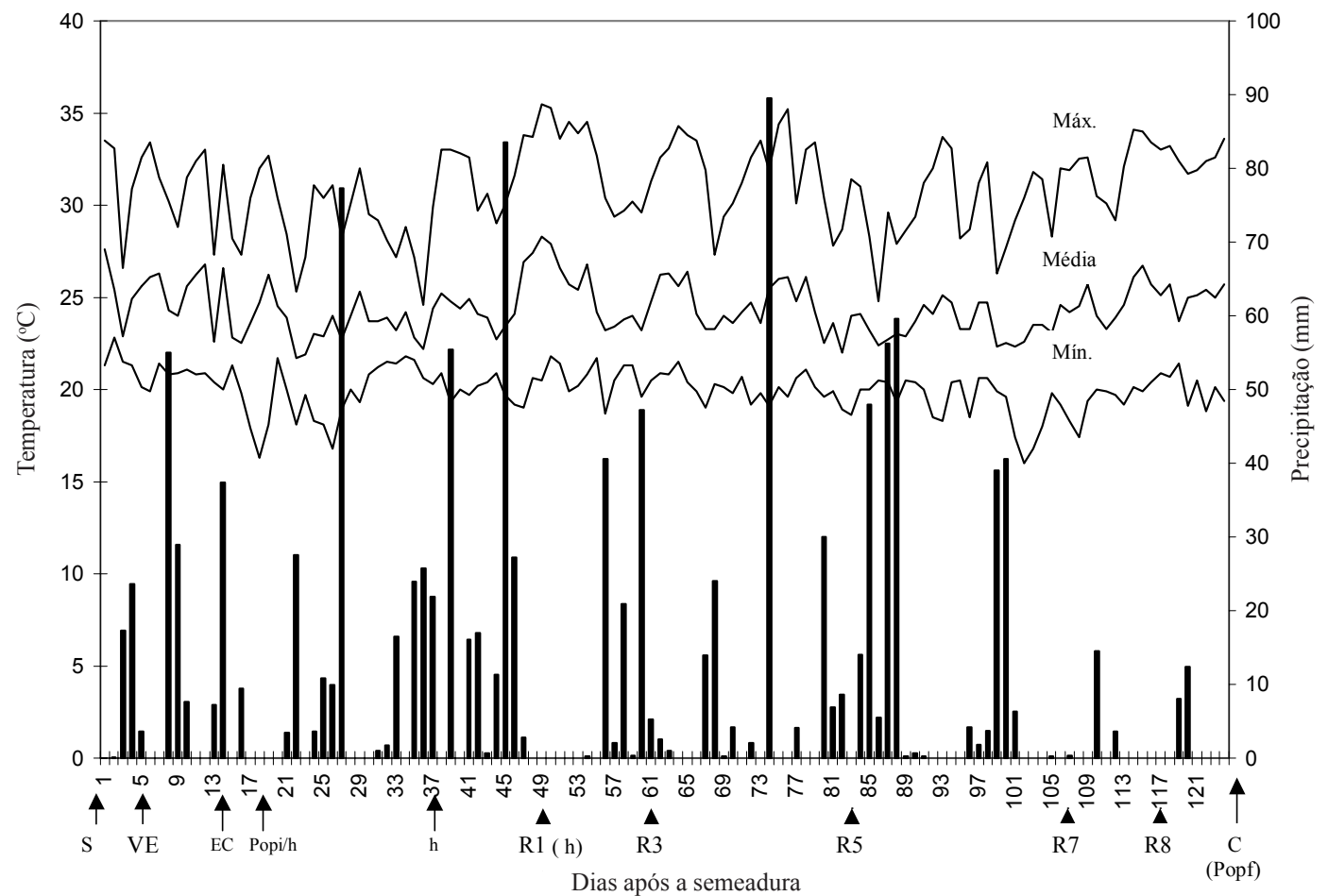


FIG. 1. Ciclo da cultura (dias após a semeadura) e estádios de crescimento das plantas de soja da cultivar ‘M-Soy 109’. Dados diários de precipitação pluvial e temperaturas máximas, médias e mínimas de 03/12/1998 a 05/04/1999.
S = semeadura; EC = avaliação da emergência das plântulas; Popi/Popf = avaliações do número inicial e final de plantas por metro, respectivamente; h = altura das plantas; C = colheita; VE, R1, R3, R5, R7 e R8 estádios de crescimento.

rimental foi composta por cinco linhas distanciadas de 0,50m, com comprimento de 5m. A área útil de cada parcela (6m²) foi constituída pelas três linhas centrais, excluindo-se 0,50m de cada extremidade. O controle de plantas daninhas foi feito empregando-se herbicida Trifluralina, em pré-plantio, incorporado na dose de 2,0 l/ha do produto comercial, sendo completado o controle, durante o ciclo da cultura, com capinas manuais. O controle de pragas foi realizado com produtos químicos, para mosca-branca: monocrotophos, na dose de 750ml/ha do produto comercial; para lagarta: foram alternados os produtos: clorpirifós e endosulfan na dose de 1,0 l/ha; para vaquinha: endosulfan na dose de 1,0 l/ha do produto comercial; para percevejos, foram alternados os produtos: clorpirifós e endosulfan na dose de 1,5 l/ha do produto comercial.

Para a avaliação do efeito do vigor da semente, no desempenho vegetativo e reprodutivo da cultura da soja, foram realizadas as seguintes determinações: **índice de velocidade de emergência das plântulas (IVE)** - a partir do quarto dia após a semeadura (DAS) e, até o décimo quarto dia, foi anotado diariamente, no mesmo horário, o número de plântulas que apresentavam cotilédones acima do nível do solo (estádio VE, de acordo com Fehr & Caviness, 1977). Ao final do teste, com os dados diários do número de plântulas emergidas por linha (nas três linhas centrais), foi calculado o IVE, empregando-se a fórmula proposta por Maguire (1962). Foi realizada correção desse índice em função do número diferente de sementes semeadas por lote, razão pela qual os resultados tiveram que ser expressos em porcentagem; **emergência das plântulas (EC)** - a contagem das plântulas emergidas foi realizada nas três linhas centrais da parcela, aos quatorze DAS, segundo Nakagawa (1994). O resultado foi expresso em porcentagem de plântulas normais; **estande** - contou-se o número de plantas nas três linhas centrais da parcela e calculou-se a densidade em plantas por metro linear no início (18 DAS) e no final (124 DAS) do ciclo da cultura; **altura da planta (H)** - medida que foi realizada considerando-se a distância compreendida entre a superfície do solo e a extremidade apical da haste principal, em dez plantas tomadas ao acaso por linha na parcela útil, duas vezes no estágio vegetativo (aos 18 e 38 DAS), no início do florescimento (49 DAS) e na colheita (124 DAS) sendo os resultados expressos em centímetro; **início do florescimento** - juntamente com a avaliação da altura das plantas no início do florescimento (estádio R1) aos 49 DAS, foi anotado quantas das 30 plantas avaliadas aleatoriamente, na parcela útil, possuíam uma flor aberta em qualquer nó da haste principal. Calculou-se, assim, a porcentagem relativa de florescimento de cada lote; **estádios de crescimento** - fo-

ram determinados adotando-se os critérios constantes em Fehr & Caviness (1977), através da contagem do número de dias transcorridos entre a semeadura e a constatação dos estádios de crescimento em qualquer um dos lotes que os expressasse primeiramente; **sobrevivência de plantas** - calculada com base na relação entre estande final e o número de sementes colocadas por metro no sulco de semeadura. O resultado foi expresso em porcentagem.

Na colheita (05/04/99), realizada uma semana após o estágio R8 (95% das vagens tinham atingido a coloração da vagem madura), determinou-se o teor de água das sementes (expressos em porcentagem, base úmida) pelo método da estufa a 105±3°C por 24 horas (Brasil, 1992), empregando-se três repetições de 25 sementes para cada lote.

As determinações feitas na colheita, inclusive dos componentes do rendimento, foram realizadas em amostra composta por 10 plantas por linha, perfazendo 30 plantas que foram retiradas aleatoriamente da área útil da parcela nas quais determinou-se a altura da inserção da primeira vagem (cm), a altura das plantas (cm), o número de vagens por planta e o número de sementes por vagem.

As sementes foram debulhadas manualmente e foi calculada a massa de 100 sementes (oito repetições de 100 sementes), pesadas em balança com precisão de três casas decimais e o resultado expresso em gramas, segundo Brasil (1992). A produção de sementes por planta, em gramas e a produtividade de sementes, em quilogramas por hectare, foram obtidas através dos dados da parcela útil. Essas determinações foram corrigidas para um teor de água de 12%, base úmida.

O experimento de laboratório foi montado em um delineamento inteiramente casualizado e o de campo em um delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições sendo submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Dados expressos em porcentagem foram transformados em $\arcsin \sqrt{x/100}$. Nas Tabelas estão os dados originais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Alguns dos testes (EA, comprimento da parte aérea e massa seca da raiz primária), conforme Tabela 1, conseguiram distinguir estatisticamente somente os lotes de qualidade inferior. O teste de CE foi o único a separar estatisticamente os lotes de qualidade superior. Os lotes de qualidade intermediária, dependendo do testes, ora se comportaram como os de alta, ora como os de baixo vigor. A maior parte dos testes, ou seja, TG, comprimento do hipocótilo, comprimento do epicótilo e a massa seca das folhas primárias, do hipocótilo,

do epicótilo e da parte aérea, não foi tão clara na separação dos lotes em níveis distintos de vigor. Os testes de IVE, comprimento da raiz primária, comprimento total das plântulas e massa seca total das plântulas separaram os lotes em três níveis de vigor: alto (1, 2 e 3), médio (4, 5 e 6) e baixo (7, 8 e 9), classificação esta que foi adotada neste trabalho.

Os resultados constantes da Tabela 2 mostram que os níveis de vigor interferiram ($P<0,05$) na velocidade de emergência das plântulas. Os lotes resultantes de sementes de alto vigor apresentaram maior velocidade de emergência, enquanto os de médio, valores intermediários e os de baixo vigor valores estatisticamente menores. Estes resultados, portanto, demonstram que sementes de lotes de baixo vigor apresentam menor velocidade de emergência de plântulas, concordando com os resultados obtidos por Edje & Burris (1971). Os resultados obtidos por Tekrony et al. (1987), também, confirmam que há correlação significativa e positiva entre a emergência em campo e o vigor das sementes. De acordo com Villiers (1973), essa menor velocidade de emergência deve-se ao fato de que uma semente de menor vigor, antes de dar início ao crescimento do eixo embrionário, durante o processo de germinação, promove a restauração das organelas e tecidos danificados, de maneira que o tempo consumido nesse processo acaba por ampliar o período de tempo total para que a emergência ocorra.

Os resultados da Tabela 2 mostram valores de EC, no geral, inferiores àqueles detectados em laboratório pelos testes de germinação e envelhecimento. Os lotes de baixo vigor foram os que exibiram as reduções mais acentuadas em rela-

ção aos resultados de TG e EA. Tal fato mostrou o efeito direto do vigor, que foi traduzido em menor população de plantas, o que pode ser entendido como uma indicação de que o teste de germinação não foi eficiente para calcular o número de sementes a serem semeadas. Esta queda de estande apresentada pode ter explicação no relativo excesso de precipitação pluvial (Figura 1), ocorrido nas primeiras semanas após a semeadura. O excesso de umidade no solo pode ter levado a problemas na emergência das sementes, principalmente por falta de aeração adequada e também porque estas condições podem favorecer o ataque de alguns microrganismos patogênicos, e, as sementes de menor vigor, por terem menor velocidade de emergência, foram as mais prejudicadas por tal situação adversa.

Lotes de sementes de baixo vigor resultaram em plantas que, aos 18 e 38 DAS, foram menores em altura do que as originadas de lotes de sementes de alto vigor e de lotes de médio e alto vigor, respectivamente (Tabela 2). Estes dados, provavelmente, refletem a velocidade de emergência das plântulas originadas de sementes de baixo vigor, significativamente menor do que a das originadas de sementes de médio e alto vigor. Porém, já aos 18 DAS, não havia diferença significativa, quanto à altura das plantas, entre os lotes de alto e médio vigor, acreditando-se isso significar que a diferença entre os níveis de vigor médio e alto não era tão grande assim. Isso pode explicar o fato de que muitos dos testes de laboratório não identificaram diferenças significativas entre esses dois níveis de vigor. Por outro lado, os dados das plantas originadas de lotes de sementes de baixo vigor deixam

TABELA 2. Valores médios de índice de velocidade de emergência (IVE), emergência das plântulas em campo (EC), número de plantas por metro (estande inicial), altura de plantas aos 18 dias após semeadura (H1), altura de plantas aos 38 dias após semeadura (H2), altura de plantas no início do florescimento aos 49 dias após semeadura (H3) e porcentagem de plantas com flores no início do florescimento, em nove lotes de sementes de soja, cultivar M-Soy 109.

Lotes	IVE (%)	EC (%)	Estande inicial (planta.m ⁻¹)	H 1	H 2	H 3	Florescimento em R1 (%)
				cm			
1	19,7a	89a	17,8a	12,0a	47,3a	78,6a	55ab
2	19,5a	86ab	17,4a	13,1a	47,7a	80,0a	68a
3	19,6a	83abc	17,5a	12,1a	49,1a	81,7a	41abc
4	16,1 b	73 d	16,2a	11,5ab	44,3a	77,7a	16 bcd
5	16,3 b	76 cd	17,3a	11,7ab	46,0a	77,9a	22 bcd
6	17,4ab	78 bcd	17,5a	11,5ab	45,1a	78,1a	30abcd
7	7,3 c	39 e	10,0 b	9,4 c	36,3 b	62,1 b	3 d
8	7,8 c	38 e	9,7 b	10,0 bc	35,3 b	58,8 b	11 cd
9	8,0 c	42 e	10,7 b	9,9 bc	38,3 b	64,1 b	8 cd
CV (%)	8,20	4,82	8,37	7,40	5,41	5,14	36,13

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%.

claro que o efeito do vigor do lote de semente é muito importante, pelo menos na fase de desenvolvimento inicial das plantas, confirmando-se, assim, dados relatados por Edje & Burris (1971). Com relação à altura das plantas no estágio R1 (49 DAS), verifica-se que plantas dos lotes de baixo vigor mostraram-se significativamente menores que a dos demais níveis. Esses resultados provavelmente refletem a maior disponibilidade de espaço para essas plantas, conseqüente da redução do estande. Esses resultados confirmam aqueles obtidos por Lueschen & Hicks (1977), os quais observaram que, quando há menor número de plantas de soja por área, ocorre uma redução na altura das plantas.

Os dados da Tabela 2 mostram também um efeito significativo do nível de vigor das sementes no início do florescimento. Esse efeito é mais claramente perceptível quando se comparam os níveis de vigor alto e baixo. Aranha (1998), trabalhando com a cultivar IAC-8, também de ciclo médio, observou que, por ocasião do florescimento, as parcelas dos lotes de baixo vigor encontravam-se em estágio anterior ao aparecimento de flores, ainda que não tenha mensurado esse atraso. Finch-Savage (1995) também constatou um atraso no ciclo das plantas originadas de sementes de baixo vigor, justificando-o pelo atraso na emergência das plântulas.

A colheita foi feita uma semana após o estágio R8. Os teores de água das sementes na colheita (Tabela 3) apresentaram-se entre 11,4 e 12,6%. Esses baixos valores de teor de água seriam decorrentes de que, no momento em que a colheita foi realizada, as sementes já haviam tido tempo suficiente para entrar em equilíbrio higroscópico com a umidade relativa do ar, a qual, em virtude das baixas precipitações verificadas em torno do estágio R8 (Figura 1), estava em torno de 60 a 70% (dados não mostrados).

O estande final (Tabela 3) diminuiu ainda mais em relação à primeira avaliação, mas apresentou a mesma diferenciação de antes, onde os lotes de menor vigor tiveram quedas mais acentuadas do estande, apresentando, inclusive, um valor abaixo do recomendado para a cultivar que, segundo CAROL (s.d.) é de 12,5 a 17,5 plantas por metro. Os dados de sobrevivência (Tabela 3) confirmam essa queda da população, verificada após a contagem inicial, realizada aos 18 DAS. Isso sugere que as plantas que emergiram mais tardiamente (menos vigorosas) enfrentaram uma competição desvantajosa com aquelas que se estabeleceram rapidamente (mais vigorosas) e, provavelmente, não conseguiram completar o seu ciclo. Tal fato também foi verificado por Nakagawa et al. (1985).

Na colheita, foi ainda possível observar uma menor altura das plantas originadas dos lotes de menor vigor, principal-

TABELA 3. Valores médios de teor de água (TA), número de plantas por metro (estande final), sobrevivência de plantas, altura de plantas na colheita aos 124 dias após semeadura (H), altura de inserção da primeira vagem (H 1ª vagem), número de vagens por planta (nº vagem. pl⁻¹), número de sementes por vagem (nº sem. vagem⁻¹), massa de 100 sementes corrigida para 12% de teor de água (Peso 100 sem), produção em gramas por planta corrigida para 12% de teor de água e produtividade em quilogramas por hectare corrigida para 12% de teor de água, em nove lotes de sementes de soja, cultivar M-Soy 109 obtidos na colheita.

Lotes	TA (%)	Estande final (planta.m ⁻¹)	Sobrevivência (%)	H (cm)	H 1ª vagem (cm)	Nº vagem.pl ⁻¹	Nº sem. vagem ⁻¹	Peso 100 sem (g)	Produção (g.planta ⁻¹)	Produtividade (kg.ha ⁻¹)
1	11,7	16,2a	77,4	122,1ab	16,5a	41,7 c	1,86a	16,3a	12,3 b	4004,7a
2	12,2	16,3a	77,7	121,1ab	17,6a	47,6 c	1,76a	16,4a	14,4 b	4673,9a
3	12,1	15,6a	74,3	131,1a	17,3a	48,0 c	1,87a	15,7a	14,2 b	4421,1a
4	12,2	14,6a	66,6	125,5ab	17,2a	49,7 bc	1,86a	16,1a	14,5 b	4194,9a
5	11,4	15,8a	68,6	123,1ab	17,7a	42,5 c	1,88a	16,3a	12,8 b	3976,5a
6	11,4	16,2a	73,6	120,4 bc	18,2a	43,7 c	1,95a	15,8a	13,1 b	4238,7a
7	12,0	9,3 b	35,6	108,6 d	17,8a	68,9ab	2,10a	15,6a	21,7a	3915,5a
8	12,5	8,7 b	34,8	104,6 d	16,9a	67,8ab	2,03a	15,6a	21,0a	3615,6a
9	11,5	9,4 b	36,0	110,1 cd	18,0a	70,3a	1,96a	15,7a	21,4a	3948,6a
CV (%)	—	7,88	—	3,63	12,64	15,25	8,40	3,48	14,99	13,56

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%.

mente dos lotes 7 e 8. O baixo vigor levou a quedas acentuadas nas populações resultantes desses lotes e isso fez com que houvesse mais espaço por planta. Embora não se tenha mensurado, foi observado que as plantas que dispuseram desse maior espaço para crescer e se desenvolver apresentavam uma arquitetura mais aberta (ou seja, com maior crescimento horizontal) em relação às plantas que possuíam menos espaço horizontal para se desenvolver, o que as tornaram mais altas.

Costa et al. (1980), Herbert & Litchfield (1982), Egli (1988) e Carpenter & Board (1997) observaram que a altura da inserção da primeira vagem está associada à altura da planta na colheita, no sentido de que quanto maior for a altura da planta, maior será a altura de inserção da primeira vagem. Contudo, os dados da Tabela 3 mostram que os níveis de vigor dos lotes de sementes não afetaram ($P>0,05$) a altura da inserção da primeira vagem das plantas. Examinando-se a Tabela 3, verifica-se que para todos os níveis de vigor a altura das plantas ultrapassou 90cm, que, de acordo com CAROL (sd.), é a altura média das plantas desta cultivar. É de se supor que, ultrapassada a altura média das plantas, a altura de inserção da primeira vagem não mais varie significativamente.

O número médio de vagens produzidas por planta (Tabela 3) foi maior nos lotes de menor vigor, embora os lotes 7 e 8 não diferissem estatisticamente do lote 4, que, na sequência, foi o que resultou em menor estande. Isso mostra a capacidade de compensação das plantas de soja, quando se diminui a população. Essas plantas, com mais espaço para se desenvolver no sentido horizontal, parecem ter obedecido a uma estratégia de partição de fotossintatos que privilegiou a produção de vagens. Esse aumento no número de vagens por planta seria a principal explicação do aumento na produção por planta (Tabela 3) em detrimento do crescimento em altura. Esses dados concordam com Carpenter & Board (1997) que postulam a existência de uma relação inversa entre população de plantas e o número de vagens produzidos por planta. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Edje & Burris (1971), Lin (1982) e Puteh et al. (1995).

O vigor não afetou ($P>0,05$) o número médio de sementes produzidas por vagem e a massa média de 100 sementes (Tabela 3). Resultados semelhantes foram obtidos por Puteh et al. (1995) que, trabalhando com sementes de três níveis de vigor na cultivar Palmetto, não observaram diferenças de efeito dos níveis de vigor para ambas as características. Portanto, essa característica genética das plantas seria pouco influenciada pelo ambiente.

Embora diferenças de até 1000 quilos por hectare tenham ocorrido (a diferença entre o lote 2 e o 8, por exemplo, foi de

1058kg), a análise estatística mostrou tratar-se de diferenças não significativas. Essa não significância estatística entre os dados de produtividade poderia ser explicada pelo fato de que o estande final (Tabela 3) dos lotes de menor vigor ficou acima de 50% do estande dos lotes de maior vigor. Em espécies cujas plantas apresentam alta elasticidade, como é o caso da soja (Lueschen & Hicks, 1977) é provável que quedas significativas de produtividade só ocorram quando diferenças de estande superiores a 50% se verifiquem entre duas populações em comparação. Observação semelhante para plantas de amendoim, que é também espécie em que as plantas apresentam alta elasticidade, foi relatada por Carvalho & Toledo (1978). Também Puteh et al. (1995), testando sementes de três níveis de vigor, identificados como alto, médio e baixo, não identificaram diferenças na produtividade causadas pelos níveis de vigor.

CONCLUSÕES

- ♦ O maior efeito do vigor de sementes foi no desenvolvimento inicial da cultura: lotes de menor vigor apresentaram menor emergência total e menor velocidade de emergência, o que se refletiu em queda da população de plantas;
- ♦ o efeito do vigor na fase vegetativa afetou a altura das plantas: lotes de sementes de menor vigor originaram plantas de altura significativamente menor do que os lotes de sementes de maior vigor. Lotes de menor vigor resultaram também em prolongamento da fase vegetativa das plantas;
- ♦ lotes de sementes de diferentes níveis de vigor, mas com germinação acima da padrão (75%), não resultaram em produtividades significativamente diferentes.

REFERÊNCIAS

- AOSA - ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. Seed vigor testing handbook. In: **The handbook on seed testing**. East Lansing, 1983. 88p. (Contribution, 32).
- ARANHA, M.T.M. **Efeito do vigor da semente e da densidade de semeadura no desempenho de plantas de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) das cultivares IAS-5 e IAC-8**. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 1998. 77p. (Tese Doutorado).
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- CAROL. Cooperativa dos Agricultores da Região de Orlândia. **Guia técnico sementes CAROL: cultivares de soja**. Orlândia, s.d. 40p.
- CARPENTER, A.C. & BOARD, J.E. Branch yield components controlling soybean yield stability across plant populations. **Crop Science**, Madison, v.37, n.3, p.755-761, 1997.

CARVALHO, N.M. & TOLEDO, F.F. Relationships between available space for plant development and seed vigor in peanut (*Arachis hypogaea* L.) plant performance. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.6, n.4, p.907-910, 1978.

CENTURION, J.F. **Caracterização e classificação dos solos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal**. Jaboticabal: FCAV, UNESP, 1998. 85p. (Livro Docência em Pedologia).

COSTA, J.A.; OPLINGER, E.S. & PENDLETON, J.W. Response of soybean cultivars to planting patterns. **Agronomy Journal**, Madison, v.72, n.1, p.153-156, 1980.

EDJE, O.T. & BURRIS, J.S. Effects of soybean seed vigor on field performance. **Agronomy Journal**, Madison, v.63, n.4, p.536-538, 1971.

EGLI, D.B. Plant density and soybean yield. **Crop Science**, Madison, v.28, n.6, p.977-981, 1988.

EMBRAPA. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento e da Reforma Agrária. Serviço de produção de sementes básicas. **Padrões estaduais de sementes**. Brasília: EMBRAPA/SPI, 1993. 47p.

FEHR, W.R. & CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development**. Ames: Yowa State University, Cooperative Extension Service, 1977. 11p. (Special Report, 80).

FINCH-SAVAGE, E.W. Influence of seed quality on crop establishment, growth, and yield. In: BASRA, A.S. (ed.). **Seed quality: basic mechanisms and agricultural implications**. New York: Food Products Press, 1995. p.362-384.

FRANÇA-NETO, J.B. & KRZYZANOWSKI, F.C. Efeitos do vigor da semente sobre diversas características agronômicas e o rendimento da soja. In: **RESULTADOS DE PESQUISA DE SOJA 1989/90**. Londrina: EMBRAPA/CNPSo, 1993. 481p. (Documentos, 58).

HAMPTON, J.G. & TEKRONY, D.M. Accelerated ageing test. In: HAMPTON, J.G. & TEKRONY, D.M. (eds.). **Handbook of vigour test methods**. 3.ed. Zürich: ISTA, 1995. p.35-50.

HERBERT, S.J. & LITCHFIELD, G.V. Partitioning soybean seed yield components. **Crop Science**, Madison, v.22, n.5, p.1074-1079, 1982.

LIN, S.S. Efeito do vigor da semente no desempenho da planta de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) no campo. **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v.18, n.1, p.37-46, 1982.

LUESCHEN, W.E. & HICKS, D.R. Influence of plant population on field performance of three soybean cultivars. **Agronomy Journal**, Madison, v.69, n.3, p.390-393, 1977.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.1, p.176-177, 1962.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R.D. & CARVALHO, N.M. (eds.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.48-85.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D. & FRANÇA-NETO, J.B. (eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, Comitê de Vigor de Sementes, 1999. p.2.1-2.24.

NAKAGAWA, J.; MACHADO, J.R. & ROSOLEM, C.A. Efeito da qualidade de semente sobre o estabelecimento da população e outras características da soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.7, n.2, p.47-62, 1985.

PUTEH, A.B.; SULEIMAN, I. & CHIN, H.F. Effects of initial seed quality on yield, yield components and quality of harvested seeds of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). In: ISTA CONGRESS SEED SYMPOSIUM, 24, Copenhagen, 1995. **Proceedings**. Copenhagen: ISTA, 1995. p.47.

RAIJ, B.V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. & FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agronômico & Fundação IAC, 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100).

TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. & WHITE, G.M. Seed production and techonology. In: WILCOX, J.R. (ed.). **Soybeans: improvement, production and uses**. 2.ed. Madison: American Society of Agronomy, 1987. p.295-353.

TEKRONY, D.M. & EGLI, D.B. Relationship of seed vigor to crop yield: a review. **Crop Science**, Madison, v.31, n.3, p.816-822, 1991.

TULLY, T.J.; McDONALD JR, M.B. & BEVERLEIN, J.E. Seed quality effects on soybean plant performance under conventional and ridge tillage. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.14, n.3, p.657-668, 1986.

VIEIRA, R.D. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R.D. & CARVALHO, N.M. (eds.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.103-132.

VILLIERS, T.A. Ageing and longevity of seeds in field conditions. In: HEYDECKER, W. (ed.). **Seed ecology**. London: The Pennsylvania State University Press, 1973. p.265-288.

