

## QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA CULTIVADA EM ROTAÇÃO COM MILHETO<sup>1</sup>

JOÃO NAKAGAWA<sup>2</sup>, LEANDRO BORGES LEMOS<sup>3</sup>, CLÁUDIO CAVARIANI<sup>3</sup>, FERNANDO GUIDO PENARIOL<sup>4</sup>

**RESUMO** – Para o sucesso do plantio direto há necessidade de que a cultura antecessora à principal seja boa produtora e mantenedora de cobertura vegetal. O milheto tem-se constituído em boa opção de cultivo no outono/inverno para rotação com soja, porém não há estudos avaliando o efeito do sistema na qualidade das sementes. O objetivo do trabalho foi estudar o efeito de três épocas de semeadura e cinco manejos com ceifas do milheto sobre a qualidade fisiológica de sementes de soja cultivada em sucessão, por plantio direto, na mesma área, por três ciclos de rotação (1999/2000; 2001/2002 e 2002/2003). As épocas de semeadura constituíram três experimentos ( $E_1$ ,  $E_2$  e  $E_3$ ), em delineamento experimental de blocos ao acaso com cinco tratamentos ( $M_1$  = ceifa a cada florescimento e retirada da massa vegetal;  $M_2$  = ceifa a cada florescimento e permanência da massa vegetal;  $M_3$  = ceifa no florescimento e retirada da massa vegetal;  $M_4$  = ceifa no florescimento e permanência da massa vegetal e  $M_5$  = sem ceifa até a produção de grãos, quando foi cortada a panícula, permanecendo o restante da massa vegetal), e quatro repetições. Os experimentos de milheto foram semeados em 1999:  $E_1$  = 05/03,  $E_2$  = 25/03 e  $E_3$  = 19/04; em 2001 =  $E_1$  = 17/04,  $E_2$  = 07/05 e  $E_3$  = 27/05, e em 2002:  $E_1$  = 25/04,  $E_2$  = 15/05 e  $E_3$  = 05/06. Em cada ciclo de rotação, a soja foi implantada nos três experimentos na mesma data após o manejo final do milheto com dessecação química; as colheitas foram realizadas na mesma data, também. As sementes de soja, cv. Embrapa-48, foram avaliadas quanto ao tamanho, massa de 100 sementes, teor de água, germinação e vigor. Sementes de soja com melhor qualidade fisiológica foram obtidas, nos três ciclos de sucessão, quando cultivada após a primeira época de semeadura do milheto, independentemente do manejo com ceifas do milheto, cujo efeito foi pouco evidente.

Termos para indexação: *Glycine max*, plantio direto, épocas de semeadura, manejo de fitomassa.

### SEED QUALITY OF SOYBEAN CROPPED IN ROTATION WITH PEARL-MILLET

**ABSTRACT** – A successful no-tillage system requires high mass production in the preceding to the main crop that and its crop residues remain in the soil. Pearl-millet was shown to be a good option as an autumn-winter crop before soybean, in rotation, but there are no studies of this system on soybean seed quality. The effects were investigated of three sowing times and five types of crop cut management of pearl-millet on seed quality of soybean cropped in succession, in no-tillage system, for three crop rotation cycles (1999-2000, 2001-2002 and 2002-2003). Each pearl-millet sowing time was a trial with five treatments ( $M_1$  = cut at each flowering and no residues;  $M_2$  = cut at each flowering with residues;  $M_3$  – cut at flowering and no residues;  $M_4$  = cut at flowering with residues;  $M_5$  = not cut until mature panicle harvest, then with residues) and four replications, arranged in randomized blocks. The pearl-millet trials were sown in 1999:  $E_1$  = 5 March,  $E_2$  = 25 March and  $E_3$  = 19 April; in 2001:  $E_1$  = 17 April,  $E_2$  = 7 May and  $E_3$  = 27 May; and in 2002:  $E_1$  = 25 April,

<sup>1</sup> Submetido em 03/09/2004. Aceito para publicação em 30/08/2005.

<sup>2</sup> Prof. Titular Aposentado, Voluntário, Dep. de Produção Vegetal, FCA/UNESP, Cx. Postal 237, 18603-970. Botucatu, SP. Bolsista do CNPq,

secdamv@fca.unesp.br;

<sup>3</sup> Prof. Assist. Dr., Dep. de Produção Vegetal, FCA/UNESP, Botucatu, SP;

<sup>4</sup> Pós-Graduando, Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Agricultura, FCA/UNESP, Botucatu, SP.

$E_2 = 15$  May and  $E_3 = 05$  June. The soybean was sown at the same time for the three trials in each crop rotation cycle, after chemical desiccation of the pearl-millet; the soybean was also harvested at the same time. The soybean seeds, cv. Embrapa-48, were evaluated by its size, weight of 100 seeds, water content, germination and vigor. Soybean seeds with better physiological quality were obtained when cropped in succession on residues of the first pearl-millet sowing for three cycles of crops rotation, regardless of the pearl millet harvest management, whose effect was not clear.

Index terms: *Glycine max*, no-tillage, sowing time, phytomass management.

## INTRODUÇÃO

A soja ocupa no Brasil, atualmente, a maior área cultivada com grãos, com produção que coloca o país como segundo produtor mundial desta leguminosa (Agrianual, 2004).

A expansão da soja na região Central do Brasil foi acompanhada pela utilização do sistema de plantio direto, que se fundamenta no não revolvimento do solo, na manutenção de cobertura vegetal permanente e na rotação de culturas (Salton 2001). Por ser um sistema de produção, conservacionista vem sendo adotado para a cultura da soja em substituição ao plantio convencional (Embrapa, 2003).

A viabilidade do sistema de plantio direto é dependente de cobertura vegetal, isto é, da produção de palhada, sendo para isso necessário a implantação na entressafra de culturas que produzam boa quantidade de massa seca para permanecer sobre o solo.

A escolha das espécies para compor um programa de rotação de culturas deve levar em conta, entre outros fatores, o objetivo do sistema (Hernani e Salton, 1996; Fontanelli et al., 2000; Kurle et al., 2001; Santos e Lhamby, 2001; Díaz-Zorita et al., 2002). Assim, para obter cobertura do solo ou suprimento inicial de palha, é necessário optar-se por espécies e cultivares que produzam quantidade elevada de matéria seca e que permitam o manejo que retarde sua decomposição até a instalação da cultura principal. Em regiões de clima tropical, esta condição é dificultada face a rapidez com que a massa vegetativa é decomposta (Pereira, 1990).

O milho tem-se constituído em boa opção de cultivo no outono/inverno, em regiões de Cerrado, como Mato Grosso e Mato Grosso do Sul (Salton, 2001), devido a sua alta resistência à seca, adaptabilidade a solos de baixa fertilidade, capacidade de produção de fitomassa, além de fácil instalação e desenvolvimento (Bonamigo, 1999). Apresenta-se como boa alternativa na integração agricultura-pecuária, por ser altamente palatável, de grande capacidade de rebrota e bom valor nutricional (Scaléa, 1999).

Os trabalhos com milho, em condições de Botucatu-SP, têm mostrado resultados promissores para ser rotacionada com soja em sistema de plantio direto, em função da época da sua instalação (Lemos et al., 2003; Penariol, 2003).

As pesquisas de rotação de culturas e sistemas de preparo de solo, tanto no Brasil como em outros países, estão direcionados principalmente para avaliar a produtividade de grãos (Frederick et al., 1998; Santos et al., 1998; Fontanelli et al., 2000; Kurle et al., 2001; Santos e Lhamby, 2001; Díaz-Zorita et al., 2002). Raros são os trabalhos em que a preocupação com a produção e a qualidade fisiológica de sementes, foi levada em consideração (Bowman et al., 1989; Cavariani et al., 2001; Nakagawa et al., 2003).

Tendo em vista estes aspectos sobre sistema de plantio direto e sucessão de culturas, o objetivo deste trabalho foi estudar o efeito de épocas de semeadura e manejo com ceifas da cultura do milho sobre a qualidade fisiológica de sementes de soja, cultivada em sucessão por plantio direto em alguns ciclos de rotação.

## MATERIAL E MÉTODOS

As sementes de soja foram provenientes de três safras dos anos agrícolas de 1999/2000, 2001/2002 e 2002/2003, de trabalho desenvolvido em condições de campo em um Nitossolo Vermelho (Oliveira et al., 1999), da Fazenda Experimental Lageado, da UNESP, situada em Botucatu/SP. A safra 2000/2001 apresentou problemas de cultivo não possibilitando a obtenção e avaliação da produção das sementes de soja.

No trabalho estudou-se a sucessão de culturas entre milho e soja, realizados em plantio direto, em mesma área e iniciada na safra de 1998/1999 com semeadura de soja para homogeneização da área experimental. No outono de 1999, foi instalada a cultura do milho, em três épocas de semeadura ( $E_1$ ,  $E_2$  e  $E_3$ ) e cinco manejos da fitomassa ( $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$ ,  $M_4$  e  $M_5$ ), tratamentos que se seguiram nos anos seguintes, dentro

do sistema.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com cinco tratamentos constituídos pelos tipos de manejos de fitomassa do milho, com quatro repetições. As épocas de semeadura do milho ( $E_1$ ,  $E_2$  e  $E_3$ ) constituíram três experimentos.

Os experimentos de milho, cultivar BN-2, foram semeados mecanicamente, em 1999:  $E_1 = 05/03$ ,  $E_2 = 25/03$  e  $E_3 = 19/04$ ; em 2001:  $E_1 = 17/04$ ,  $E_2 = 07/05$  e  $E_3 = 27/05$ ; e em 2002:  $E_1 = 25/04$ ,  $E_2 = 15/05$  e  $E_3 = 05/06$ .

Os manejos da parte aérea do milho constituíram:  $M_1$  = ceifa a cada florescimento (considerando o florescimento da soqueira) e retirada da massa vegetal;  $M_2$  = ceifa a cada florescimento e permanência da massa vegetal;  $M_3$  = ceifa no florescimento e retirada da massa vegetal;  $M_4$  = ceifa no florescimento e permanência da massa vegetal;  $M_5$  = sem ceifa até a produção de grãos, quando foi cortada apenas a panícula, permanecendo o restante da massa vegetal.

As parcelas experimentais apresentavam nove metros de comprimento e três metros de largura, ou seja 27m<sup>2</sup> de área total; foram consideradas bordaduras uma linha externa de cada lado e 0,5m no início e final da parcela.

O manejo final do milho, antes das semeaduras da soja, foi realizado através de dessecação com aplicação de 1L.ha<sup>-1</sup> (670g.ha<sup>-1</sup> do i.a.) do produto comercial à base de 2,4 – D amina e 3L.ha<sup>-1</sup> (1080g. ha<sup>-1</sup> do i.a.) do produto comercial à base de glifosato.

Antes das semeaduras de soja foram retiradas amostras de solo de cada parcela na profundidade de 0-20cm, para realização da análise química do solo. Os resultados apresentados na Tabela 1 são as médias dos valores obtidos das parcelas de cada experimento.

As culturas de soja foram semeadas, em plantio direto, mecanicamente, em 17/11/1999, 10/11/2001 e 21/11/2002, utilizando-se a cultivar Embrapa-48. As sementes foram tratadas com Vitavax + Thiram (200 SC) na dose de 250mL do produto comercial para cada 100 kg de sementes, com solução de micronutrientes Co (0,01%) e Mo (2,5%), 250mL.100kg<sup>-1</sup> de sementes, e inoculante, 300mL.100kg<sup>-1</sup> de sementes. O espaçamento entre linhas utilizado foi de 0,60m em 1999 e 0,45m em 2001 e 2002, com 30 sementes por metro. A adubação de semeadura constitui-se de 300kg.ha<sup>-1</sup> da fórmula 8-28-16 (N-P-K) e 0,4% de Zn, em 1999 e 2001 e 300 kg.ha<sup>-1</sup> de 0-20-20, em 2002.

O controle de pragas e doenças foi realizado sempre que necessário com produtos químicos.

As colheitas da soja foram realizadas em 13/04/2000,

15/04/2002 e 14/04/2003, na área útil da parcela, utilizando-se colhedora automotriz de parcela.

As sementes de soja, de cada ano e experimento, foram classificadas por peneiras de crivos oblongos: 17 x 3/4", 16 x 3/4", 15 x 3/4", 14 x 3/4", 13 x 3/4", 12 x 3/4", 11 x 3/4", (respectivamente 6,75 x 19,05mm; 6,35 x 19,05mm; 5,95 x 19,05mm; 5,56 x 19,05mm; 5,16 x 19,05mm; 4,76 x 19,05mm e 4,37 x 19,05mm) e determinadas as porcentagens em massa, para cada uma delas. Foram descartadas as frações menores que 12 x 3/4 " , em 1999/2000 e 2001/2002, e 11 x 3/4" em 2002/2003, sendo as sementes das classes superiores a estes tamanhos utilizadas para as demais avaliações de qualidade.

Foram determinadas a massa de 100 sementes e o teor de água, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992). A qualidade fisiológica foi avaliada por meio dos testes de **germinação**: realizado com quatro repetições de 100 sementes em papel toalha (RP) umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco, conduzido à temperatura de 25°C, seguindo-se as recomendações encontradas nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992); a **primeira contagem** do teste de germinação foi considerada como teste de vigor; **envelhecimento acelerado**: realizado com quatro repetições de 100 sementes, colocadas sobre bandeja de tela de aço inox, no interior de caixa plástica (gerbox modificado), contendo 40mL de água destilada abaixo da tela e mantidas a 41°C, por período de 48h (Marcos Filho, 1994); após esse período foi realizado teste de germinação, com avaliação no quinto dia, e determinado o teor de água das sementes (Brasil, 1992); **condutividade elétrica**: conduzido com duas subamostras de 50 sementes por repetição de campo; cada subamostra foi pesada com precisão de 0,01g e a seguir colocada em recipiente contendo 75mL de água desionizada, que foi mantido por 24h à temperatura de 25°C (Vieira, 1994); foi realizada a leitura da condutividade elétrica na solução de embebição e os resultados foram expressos em  $\mu\text{S.g}^{-1}\text{.cm}^{-1}$ ; **emergência de plântulas no campo**: a porcentagem e a velocidade de emergência de plântulas foram determinadas utilizando amostra de 100 sementes por repetição de campo, com quatro repetições por tratamento. As sementes foram colocadas em sulco de cinco metros de comprimento, à profundidade de cinco centímetros, nos meses de novembro ou dezembro do ano das colheitas; as contagens das plântulas foram feitas diariamente, desde o início da emergência até a paralização, em todos os tratamentos. O cálculo da velocidade foi realizado conforme o índice de velocidade de emergência de plântulas

proposto por Maguire (1962).

Os dados obtidos foram analisados estatisticamente, considerando-se delineamento de blocos casualizados com cinco tratamentos (manejos de milho) e quatro repetições. Foi realizada a análise conjunta para os três experimentos (épocas de semeadura de milho), em cada ano de avaliação das sementes de soja, considerando as recomendações em Pimentel-Gomes (2000). Os dados obtidos em porcentagem foram transformados em  $\arcsin(x/100)^{1/2}$ ; as médias apresentadas são dos dados originais. As médias foram comparadas pelo teste Tukey.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise química do solo, realizada após o manejo final do milho e antes das semeaduras de soja (Tabela 1), mostrou diferenças entre as épocas de semeadura de milho ( $E_1$ ,  $E_2$  e  $E_3$ ), dentro de cada ano, para teor de fósforo, potássio e saturação de bases (V%), considerando as interpretações encontradas em Rajj et al. (1996). Os nutrientes, entretanto, apresentavam-se nas classes de teor médio (P e K) ou alto (P, K, Ca e Mg), enquanto a saturação por bases estava baixa ou média. Santos et al. (1998), em trabalho realizado em Guarapuava/PR, não observaram efeitos relevantes dos sistemas de sucessão de culturas, em plantio direto, sobre os níveis de nutrientes e de matéria orgânica do solo, após dez anos de estudos. Em Passo Fundo/RS, Fontaneli et al. (2000) constataram diferenças nos teores de P, K e matéria orgânica do solo entre os sistemas de rotação, em plantio direto, de soja com espécies de inverno, avaliados após seis anos. As diferenças constatadas têm sido atribuídas às quantidades de

resíduos vegetais que as culturas ou os sistemas produzem, fato que deve ter ocorrido no presente estudo em função das épocas de semeadura do milho.

No primeiro ano de sucessão da soja (1999/2000), após os cinco manejos da fitomassa em três épocas de semeadura de milho, a análise conjunta dos dados mostrou que não houve efeito dos manejos sobre as características físicas e fisiológicas das sementes de soja (Tabelas 2 e 3) cultivada a seguir, porém houve efeito das épocas de semeadura.

A época  $E_1$  de milho proporcionou na soja, sementes com maior proporção das maiores (Tabela 2), justificando maior valor de massa de 100 sementes, apesar de semelhante estatisticamente às sementes da época  $E_3$ . O teor de água das sementes, por ocasião das avaliações de qualidade, encontrava-se mais baixo para  $E_2$  (Tabela 2), porém a diferença observada, pouco mais de um ponto percentual, não explica o seu menor valor de massa de 100 sementes. Esse menor valor deve estar relacionado às características menos favoráveis ao desenvolvimento das sementes de soja, que essa época de semeadura de milho proporcionou em função da cobertura vegetal deixada, embora todos tenham recebido adubação semelhante. Santos et al. (1998) observaram, em alguns anos, efeitos de culturas de inverno na massa de mil grãos de soja cultivada em sucessão.

Os testes de germinação e vigor indicaram diferenças entre as sementes de soja em função da época de semeadura do milho, em cultivo anterior (Tabela 3). Os testes de germinação, de primeira contagem da germinação e de envelhecimento acelerado apontaram as sementes oriundas de  $E_1$  como as melhores e as de  $E_3$  como as piores; enquanto os testes de condutividade elétrica e de emergência de plântulas

**TABELA 1. Características químicas do solo na profundidade de 0 a 20cm, após os manejos do milho semeado em três épocas ( $E_1$ ,  $E_2$  e  $E_3$ ) e antes da semeadura da soja, cultivada em sucessão nos anos agrícolas de 1999/2000, 2001/2002 e 2002/2003, em mesma área. Botucatu, SP**

Ano/Época	pH CaCl <sub>2</sub>	M.O. g.dm <sup>-3</sup>	P resina mg.dm <sup>-3</sup>	K <sup>+</sup> -----	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup> mmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>	H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup> -----	CTC	V%
1999/2000									
E <sub>1</sub>	5,1	36	27,3	4,1	29,7	14,5	44,4	92,7	52
E <sub>2</sub>	4,6	31	32,3	4,1	17,6	10,2	65,8	97,7	33
E <sub>3</sub>	5,0	31	41,8	3,1	22,5	14,0	54,3	93,9	42
2001/2002									
E <sub>1</sub>	5,1	31	50,5	3,4	33,8	9,2	41,0	87,4	52
E <sub>2</sub>	4,6	32	35,5	4,5	35,5	13,2	59,8	113,0	47
E <sub>3</sub>	4,9	33	71,8	4,1	58,2	25,5	52,6	140,4	59
2002/2003									
E <sub>1</sub>	4,8	25	23,3	3,1	39,8	14,0	49,8	110,6	53
E <sub>2</sub>	4,6	24	26,2	2,4	31,2	12,0	65,0	110,6	47
E <sub>3</sub>	4,8	24	43,0	2,6	45,2	19,8	62,8	130,4	51

**TABELA 2. Valores médios de porcentagens de massa de sementes de soja retidas nas peneiras de crivo oblongo 17 x 3/4" (P17), 16 x 3/4" (P16), 15 x 3/4" (P15), 14 x 3/4" (P14), 13 x 3/4" (P13) e 12 x 3/4" (P12), massa de 100 sementes (M100) e teor de água (TA), resultantes da análise conjunta dos três experimentos de soja (E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub> e E<sub>3</sub>) realizados em primeira sucessão ao milho semeado em três épocas e com cinco manejos da fitomassa (M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub>, M<sub>4</sub> e M<sub>5</sub>). Botucatu, SP. 1999/2000**

Tratamentos	P17 (%)	P16 (%)	P15 (%)	P14 (%)	P13 (%)	P12 (%)	M100 (g)	TA (%)
M <sub>1</sub>	0,23 a*	5,33 a	28,07 a	36,42 a	17,44 a	9,01 a	17,40 a	10,2 a
M <sub>2</sub>	0,26 a	7,14 a	32,70 a	36,38 a	14,26 a	6,37 a	18,08 a	10,2 a
M <sub>3</sub>	0,26 a	6,02 a	31,62 a	37,27 a	15,14 a	6,83 a	17,79 a	10,3 a
M <sub>4</sub>	0,33 a	8,16 a	34,90 a	34,61 a	13,36 a	6,20 a	18,22 a	10,3 a
M <sub>5</sub>	0,32 a	7,20 a	31,19 a	34,30 a	15,50 a	8,31 a	17,44 a	10,2 a
E <sub>1</sub>	0,40 A	9,44 A	37,19 A	33,17 B	11,54 B	5,74 B	18,24 A	10,7 A
E <sub>2</sub>	0,22 B	5,78 B	26,57 B	37,02 A	18,52 A	9,19 A	17,15 B	9,5 C
E <sub>3</sub>	0,22 B	5,09 B	31,32 B	37,20 A	15,35 A	7,11 AB	18,14 A	10,5 B
C.V. (%)	61,00	36,43	23,97	8,51	32,19	53,95	4,66	2,47

\* As médias dentro de cada coluna seguidas da mesma letra minúscula para manejos e maiúscula para épocas, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

**TABELA 3. Valores médios de germinação (GE), primeira contagem (PC), condutividade elétrica (CE), envelhecimento acelerado (EA), emergência de plântulas (EP) e índice de velocidade de emergência de plântulas (IVE), resultantes da análise conjunta dos três experimentos de soja (E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub> e E<sub>3</sub>) realizados em primeira sucessão ao milho semeado em três épocas e com cinco manejos da fitomassa (M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub>, M<sub>4</sub> e M<sub>5</sub>). Botucatu, SP. 1999/2000**

Tratamentos	GE (%)	PC (%)	CE ( $\mu\text{Sg}^{-1}\text{cm}^{-1}$ )	EA		EP (%)	IVE
				GE (%)	TA (%)		
M <sub>1</sub>	85 a*	79 a	89,14 a	71 a	27,9 a	78 a	10,64 a
M <sub>2</sub>	85 a	78 a	88,79 a	66 a	28,3 a	80 a	10,69 a
M <sub>3</sub>	83 a	74 a	85,52 a	71 a	28,1 a	78 a	10,53 a
M <sub>4</sub>	83 a	75 a	87,64 a	74 a	28,2 a	80 a	10,79 a
M <sub>5</sub>	85 a	79 a	91,97 a	62 a	28,6 a	80 a	10,65 a
E <sub>1</sub>	88 A	81 A	88,42 AB	75 A	28,8 A	81 AB	10,87 AB
E <sub>2</sub>	83 AB	76 AB	97,32 B	78 A	28,2 AB	74 B	9,81 B
E <sub>3</sub>	82 B	74 B	80,10 A	53 B	27,7 B	84 A	11,31 A
C.V. (%)	7,27	11,59	15,99	18,80	2,77	12,79	15,82

\* As médias dentro de cada coluna seguidas da mesma letra minúscula para manejos e maiúscula para épocas, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

(porcentagem e velocidade) indicaram E<sub>3</sub> como as melhores, E<sub>2</sub> como os piores e E<sub>1</sub> como intermediárias porém essas com valores mais próximos às melhores (E<sub>3</sub>) do que às piores (E<sub>2</sub>). Face a estes resultados dos testes pode-se inferir que as sementes de E<sub>1</sub> apresentavam melhor qualidade fisiológica, fato que pode ser relacionado à maior proporção de sementes maiores e da maior massa, que estas apresentavam, à semelhança do constatado por Bowman et al. (1989).

As sementes desta época E<sub>1</sub> foram oriundas de plantas de soja cultivadas em condições com melhores características químicas iniciais (Tabela 1), exceto para fósforo, do que se infere que a primeira época de semeadura de milho, independente do manejo empregado em sua fitomassa,

possibilitou condições de solo para produção de sementes de soja, cultivado em primeira sucessão, de melhor qualidade que as das demais épocas, apesar de todos tratamentos terem recebido adubação semelhante.

No terceiro ano de sucessão de soja (2001/2002) após os tratamentos de manejo de fitomassa e épocas de semeadura de milho, a análise conjunta dos dados (Tabela 4 e 5) mostrou efeitos de tipos de manejos, dentro da interação com épocas de semeadura, para alguns parâmetros de qualidade das sementes de soja (Tabela 5); o efeito da época de semeadura foi observado em todas as características, à semelhança do ano de 1999/2000, exceto para porcentagem de P<sub>14</sub>.

Neste ano, novamente sobressaiu-se a soja de E<sub>1</sub> quanto

**TABELA 4. Valores médios de porcentagens de massa de sementes de soja retidas nas peneiras de crivos oblongos 16 x 3/4" (P16), 14 x 3/4" (P14), e 13 x 3/4" (P13), massa de 100 sementes (M100) e teor de água (TA), germinação (GE), condutividade elétrica (CE), envelhecimento acelerado (EA), emergência de plântulas (EP) e índice de velocidade de emergência de plântulas (IVE), resultantes da análise conjunta dos três experimentos de soja (E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub> e E<sub>3</sub>) realizados em terceira sucessão ao milho semeado em três épocas e com cinco manejos da fitomassa (M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub>, M<sub>4</sub> e M<sub>5</sub>). Botucatu, SP. 2001/2002**

Tratamentos	P16 (%)	P14 (%)	P13 (%)	M100 (g)	TA (%)	GE (%)	CE (μSg.cm <sup>-1</sup> )	EA		EP (%)	IVE
								GE(%)	TA(%)		
M <sub>1</sub>	3,96 a*	46,27 a	19,25 a	17,63 a	8,1 ab	63 a	129,14 a	58 a	30,3 a	56 a	7,63 a
M <sub>2</sub>	3,82 a	46,64 a	18,76 a	17,25 a	8,2 ab	66 a	135,37 a	51 a	30,5 a	56 a	7,71 a
M <sub>3</sub>	4,22 a	47,11 a	18,34 a	17,27 a	8,0 b	71 a	130,27 a	49 a	30,2 a	58 a	7,83 a
M <sub>4</sub>	4,76 a	46,09 a	17,72 a	17,72 a	8,3 ab	69 a	123,60 a	51 a	29,4 a	57 a	7,68 a
M <sub>5</sub>	4,68 a	45,05 a	18,81 a	17,59 a	8,4 a	74 a	136,04 a	50 a	29,4 a	51 a	6,88 a
E <sub>1</sub>	5,90 A	45,31 A	15,88 C	18,49 A	8,2 B	93 A	142,27 C	66 A	30,2 A	69 A	9,54 A
E <sub>2</sub>	3,96 B	46,94 A	18,37 B	17,35 B	7,6 C	74 B	130,72 B	69 A	30,3 A	61 A	8,30 A
E <sub>3</sub>	3,00 C	46,45 A	21,47 A	16,63 C	8,8 A	38 C	119,66 A	20 B	29,3 B	37 B	4,80 B
C.V. (%)	16,75	3,16	7,07	3,45	1,77	12,73	9,99	14,03	1,78	14,43	21,37

\*As médias dentro de cada coluna seguidas da mesma letra minúscula para manejos e maiúscula para épocas, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

**TABELA 5. Valores médios das porcentagens de massa de sementes de soja retidas nas peneiras de crivos oblongos 15 x 3/4" (P15), 12 x 3/4" (P12) e primeira contagem (PC), resultantes da análise conjunta dos três experimentos de soja (E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub> e E<sub>3</sub>) realizados em terceira sucessão ao milho, semeado em três épocas e com cinco manejos da fitomassa (M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub>, M<sub>4</sub> e M<sub>5</sub>). Botucatu, SP. 2001/2002**

Época	Manejos					C.V. (%)
	M1	M2	M3	M4	M5	
	P15 (%)					
E1	26,18 aA*	24,87 aA	28,06 aA	28,69 aA	26,93 aA	7,32
E2	24,59 aA	24,02 aA	24,25 aA	21,34 bA	24,14 abA	
E3	18,10 bB	20,01 aAB	16,11 bB	24,27 abA	20,20 bAB	
	P12 (%)					
E1	6,42 bA	6,79 bA	5,52 bA	4,96 bA	6,15 bA	11,55
E2	6,49 bA	6,87 abA	6,20 bA	8,32 aA	6,08 bA	
E3	9,80 aAB	9,78 aAB	10,77 aA	6,70 abB	9,62 aAB	
	PC (%)					
E1	92 aA	93 aA	92 aA	89 aA	82 aA	12,67
E2	53 bBC	45 bC	76 bA	72 bAB	66 aABC	
E3	20 cA	24 cA	30 cA	22 cA	26 bA	

\*As médias dentro de cada parâmetro seguidas da mesma letra, minúscula para coluna e maiúscula para linha, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

ao tamanho das sementes, tanto na proporção como na massa (Tabela 4 e 5), enquanto E<sub>3</sub> com sementes com maior proporção das menores e de menor massa. Esse efeito no tamanho teve reflexos diretos na qualidade fisiológica das sementes, pois todos os testes, com exceção do de condutividade elétrica, apontaram as sementes de E<sub>3</sub> como de pior qualidade (Tabelas 4 e 5). As sementes de E<sub>1</sub> mostraram-se superiores em qualidade pelos testes de germinação e de primeira contagem, mas semelhantes as de

E<sub>2</sub> pelo de envelhecimento acelerado e de emergência de plântulas no campo (porcentagem e velocidade).

A pior performance das sementes de E<sub>1</sub> (Tabela 4) no teste de condutividade pode estar relacionada a danos mecânicos que as sementes maiores (Tabela 5) tendem a sofrer considerando ter sido a colheita realizada mecanicamente, porém estes possíveis danos parecem não ter comprometido a qualidade das sementes pelos resultados dos outros testes, que as qualificou superiores as da E<sub>3</sub>, com sementes menores

e menor valor de condutividade elétrica.

Neste ano de 2001/2002, os resultados de qualidade de sementes não podem ser relacionados com as características químicas iniciais do solo (Tabela 1), pois a época E<sub>3</sub> resultou os maiores valores para a maioria dos parâmetros avaliados embora, considerando as interpretações encontradas em Raij et al. (1996), seriam semelhantes aos de E<sub>1</sub>, em termos de classes de teor.

No quarto ano de sucessão da soja (2002/2003) após os tratamentos de milho, a análise conjunta mostrou efeitos de épocas de semeadura de milho sobre todas as características das sementes de soja, da interação épocas de semeadura e manejos de fitomassa em algumas características e dos manejos em uma característica (Tabelas 6 e 7).

Em termos de manejo dentro da interação, sobressaiu-se o M<sub>1</sub> (ceifa das plantas a cada florescimento e retirada da

**TABELA 6. Valores médios das porcentagens de massa de sementes de soja retidas nas peneiras de crivo oblongos 16 x 3/4" (P16), 15 x 3/4" (P15), 13 x 3/4" (P13), 12 x 3/4" (P12), 11 x 3/4" (P11), germinação (GE), primeira contagem (PC), condutividade elétrica (CE), envelhecimento acelerado (EA) e índice de velocidade de emergência de plântulas (IVE), resultantes da análise conjunta dos três experimentos de soja (E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub> e E<sub>3</sub>) realizados em quarta sucessão ao milho, semeado em três épocas e com cinco manejos da fitomassa (M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub>, M<sub>4</sub> e M<sub>5</sub>). Botucatu, SP. 2002/2003**

Tratamentos	P16 (%)	P15 (%)	P13 (%)	P12 (%)	P11 (%)	GE (%)	PC (%)	CE (μSg <sup>-1</sup> cm <sup>-1</sup> )	EA		IVE
									GE(%)	TA(%)	
M <sub>1</sub>	1,48 a*	10,74 a	27,61 a	13,87 a	3,27 a	72 a	58 a	108,72 a	63 a	30,2 a	13,44 a
M <sub>2</sub>	1,60 a	11,56 a	27,96 a	13,47 a	3,02 a	70 a	57 a	105,40 a	69 a	30,2 a	12,65 ab
M <sub>3</sub>	1,33 a	9,97 a	29,41 a	14,51 a	3,42 a	68 a	54 a	107,80 a	68 a	30,6 a	11,78 ab
M <sub>4</sub>	1,58 a	10,93 a	28,82 a	13,33 a	2,94 a	69 a	53 a	102,01 a	67 a	30,3 a	12,41 ab
M <sub>5</sub>	1,55 a	10,90 a	29,98 a	15,17 a	3,31 a	74 a	58 a	102,50 a	66 a	30,6 a	11,63 b
E <sub>1</sub>	1,73 A	12,88 A	24,75 B	12,76 B	-	82 A	67 A	99,79 B	79 A	28,5 B	15,13 A
E <sub>2</sub>	-	11,02 AB	27,37 B	12,92 B	3,31	58 C	48 B	102,65 B	64 B	31,4 A	11,29 B
E <sub>3</sub>	1,29 B	8,56 B	34,15 A	16,61 A	-	72 B	53 B	112,96 A	57 C	31,4 A	10,82 B
C.V. (%)	23,57	16,86	7,32	11,32	9,36	8,66	8,74	9,01	10,16	1,90	11,59

\* As médias dentro de cada coluna seguidas da mesma letra, minúscula para manejo e maiúscula para épocas, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

**TABELA 7. Valores médios das porcentagens de massa de sementes de soja retidas na peneira de crivo oblongo 14 x 3/4" (P14), massa de 100 sementes (M 100), teor de água (TA) e emergência de plântulas (EP), resultantes da análise conjunta dos três experimentos de soja (E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub> e E<sub>3</sub>) realizados em quarta sucessão ao milho, semeado em três épocas e com cinco manejos da fitomassa (M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub>, M<sub>4</sub> e M<sub>5</sub>). Botucatu, SP. 2002/2003**

Épocas	Manejos					C.V. (%)
	M1	M2	M3	M4	M5	
	P14 (%)					
E1	48,26 aAB*	49,46 aAB	53,11 aA	46,89 aAB	42,14 abB	5,16
E2	47,54 abA	45,73 abA	42,28 bA	45,63 aA	46,31 aA	
E3	41,30 bA	39,60 bA	36,84 bA	42,18 aA	37,02 bA	
	M 100 (g)					
E1	16,81 aA	15,48 aB	14,84 aB	15,03 aB	15,29 aB	3,59
E2	15,14 bA	15,01 aA	14,81 aA	15,30 aA	14,74 aA	
E3	15,21 bA	14,92 aA	14,85 aA	14,84 aA	15,02 aA	
	TA (%)					
E1	7,9 cA	7,6 cAB	7,6 cAB	7,6 cAB	7,5 cB	1,16
E2	9,0 bA	9,0 bA	8,9 bA	8,3 bB	8,0 bB	
E3	9,8 aA	9,5 aAB	9,4 aB	9,4 aB	9,5 aAB	
	EP (%)					
E1	87 aA	79 aAB	76 aAB	80 aAB	67 aB	8,05
E2	70 bA	69 abA	69 abA	60 bA	57 aA	
E3	66 bA	61 bA	56 bA	61 bA	66 aA	

\* As médias dentro de cada parâmetro seguidas da mesma letra, minúscula para coluna e maiúscula para linha, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

massa vegetal) na época  $E_1$  de semeadura, para massa de 100 sementes e porcentagem de emergência de plântulas de soja; na  $E_1$  e  $E_3$  para teor de água e ficando em posição intermediária para porcentagem de  $P_{14}$  na época  $E_1$  (Tabela 7). O manejo  $M_1$ , independente das épocas de semeadura, resultou em maiores valores para o índice de velocidade de emergência de plântulas de soja (Tabela 6). Este melhor resultado das sementes de soja oriundas do manejo  $M_1$  de milho, em termos de emergência de plântulas no campo, pode ser atribuído a maior massa de sementes apresentada, principalmente nas da época  $E_1$ . As diferenças de teor de água das sementes, por terem sido pequenas, apesar de significativas, não devem ter influenciado nestes resultados.

A época de semeadura  $E_1$  de milho possibilitou no quarto ano de cultivo de sucessão da soja, sementes com maior proporção das maiores, maior massa de 100 sementes e de melhor qualidade fisiológica, dentro da interação de manejos e épocas, quando significativos (Tabela 7) ou independente dos manejos (Tabela 6). Isto mostra que as condições químicas médias (Tabela 1), proporcionadas por essa primeira época de semeadura de milho do ano 2002, possibilitaram esses melhores resultados de qualidade das sementes de soja, cultivada a seguir, apesar da adubação semelhante realizada em todas as parcelas. As épocas  $E_2$  e  $E_3$  proporcionaram semelhança em massa de 100 sementes de soja (Tabela 7), apesar de algumas diferenças na proporção de tamanhos (Tabela 6); os testes para avaliar a qualidade fisiológica não apresentaram resultados homogêneos de classificação para as sementes dessas épocas, porém no conjunto deles pode-se inferir a semelhança de qualidade.

Nos três anos de sucessão após milho estudados, a qualidade fisiológica das sementes de soja foi superior quando cultivada após a primeira época de semeadura de milho, independente do manejo da fitomassa empregado nesta e da adubação comum realizada para soja. Esta melhor qualidade mostrou-se relacionada ao maior tamanho e massa das sementes, como observado no trabalho de Bowman et al. (1989), e deve ser resultado das melhores condições de solo, principalmente químicas (Tabela 1), que as plantas de soja encontraram para desenvolvimento. Assim, Lemos et al. (2003) e Penariol (2003) verificaram que a fitomassa e os resíduos vegetais deixados no solo pelas plantas de milho da primeira época de semeadura foram maiores havendo tendência de declínio daqueles com o atraso das semeaduras, ocasionados por fatores como fotoperíodo, baixa temperatura e pouca precipitação pluvial (Lira et al., 1977; Westphalen e Jacques, 1978; Scaléa, 1999).

Esses resultados fazem inferir que o milho deve ser semeado tão logo seja possível após a colheita da soja, para obter-se fitomassa que garanta condições para o bom desenvolvimento e qualidade das sementes de soja do ciclo seguinte. Por outro lado, os manejos da fitomassa que objetivaram verificar as possibilidades de utilização do milho dentro do sistema, como forragem ( $M_1$  e  $M_3$ , com ceifa e retirada), cobertura vegetal ( $M_2$  e  $M_4$ , com ceifa e manutenção) e produção de grãos ou sementes ( $M_5$ ), mostraram efeitos menos evidentes sobre a qualidade das sementes de soja em sucessão, indicando a possibilidade dessas múltiplas finalidades de uso nos ciclos de rotação estudados, como cultura antecessora à soja.

## CONCLUSÃO

Sementes de soja com melhor qualidade fisiológica foram obtidas, nos três ciclos de sucessão em plantio direto, quando cultivada após a primeira época de semeadura do milho, independentemente do tipo de manejo da fitomassa desse.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SEMENTES E MUDAS **Anuário ABRASEM**. Brasília: ABRASEM., 2003. 164p.
- AGRIANUAL. Soja. In: **Anuário da Agricultura Brasileira – 2004**. São Paulo: FNP Consultoria & Agroinformativos, 2003. p.423-462.
- BONAMIGO, L.A. A cultura do milho no Brasil: implantação e desenvolvimento no cerrado. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE MILHETO, 1., 1999, Planaltina. **Anais...** Planaltina: Embrapa Cerrados, 1999. p.31-66.
- BOWMAN, J.E.; HARTMAN, G.L.; McCLARY, R.D.; SINCLAIR, J.B.; HUMMEL, J.W.; WAX, L.M. Effect of row spacing, tillage and herbicides on seed quality in rotated and continuous soybeans. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.17, n.3, p.531-542, 1989.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- CAVARIANI, C.; LIMA, E.V.; CRUSCIOL, C.A.C.; NAKAGAWA, J. Qualidade fisiológica de sementes de soja em função da cobertura vegetal e da calagem superficial na implantação do sistema de semeadura direta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 12., 2001, Curitiba. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.11, n.2. p.91, 2001.
- DIÁZ-ZORITA, M.; DUARTE, G.A.; GROVE, J.H. A review of no-till systems and soil management for sustainable crop production in the subhumid and semiarid Pampas of Argentina. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v.65, n.1, p.1-18, 2002.



- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de produção de soja** – Região Central do Brasil – 2003. Londrina: Embrapa-Soja; Embrapa Cerrados; Embrapa Agropecuária Oeste: ESALQ, 2003. 199p.
- FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P.; VOSSO, M.; AMBROSI, I. Rendimento e nodulação de soja em diferentes rotações de espécies anuais de inverno sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.2, p.349-355, 2000.
- FREDERICK, J.R.; BAUER, P.J.; BUSSCHER, W.J.; McCUTCHEON, G.S. Tillage management for double cropped soybean grown in narrow and wide row width culture. **Crop Science**, Madison, v.38, n.3, p.755-762, 1998.
- HERNANI, L.C.; SALTON, J.C. **Manejo do solo**. In: **Recomendações Técnicas para Mato Grosso do Sul e Mato Grosso**. Dourados: EMBRAPA, 1996. p.34-53.
- KURLE, J.E.; GRAU, C.R.; OPLINGER, E.S.; MENGISTU, A. Tillage, crop sequence, and cultivar effects on sclerotinia stem rot incidence and yield in soybean. **Agronomy Journal**, Madison, v.93, n.5, p.973-982, 2001.
- LEMO, L.B.; NAKAGAWA, J.; CRUSCIOL, C.A.C.; CHIGNOLI JUNIOR, W.; SILVA, T.R.B. Influência da época de semeadura e do manejo da parte aérea de milho sobre a soja em sucessão em plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v.62, n.3, p.405-415, 2003.
- LIRA, M.A.; FARIS, M.A.; TABOSA, J.N.; REIS, O.V. Estudos preliminares sobre o efeito da época de plantio e da aplicação de adubos na produção de grãos de milho, do sorgo e do milho. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, Recife, v.1, n.1, p.89-103, 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.
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.) **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.133-149.
- NAKAGAWA, J.; GASPAS, C.M.; SANTOS, J.R.; CARDOSO, C.L.; BICUDO, S.J. Qualidade de sementes de trigo e de soja em função de sistemas de preparo de solo e da sucessão de culturas. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v.25, n.1, p.73-80, 2003.
- OLIVEIRA, J.B.; CAMARGO, M.N.; ROSSI, M.; CALDERANO FILHO, B. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo**: legenda expandida. Campinas: Instituto Agronômico; Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 1999. 64p.: mapa.
- PENARIOL, F.G. **Épocas de semeadura e manejos de corte do milho cultivado no outono-inverno e efeitos na cultura da soja em sucessão sob plantio direto**. 2003. 51f. Dissertação (Mestrado em Agronomia-área de concentração Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2003.
- PEREIRA, J.A.R. **Cultivo de espécies visando a obtenção de cobertura vegetal do solo na entressafra da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) no cerrado**. 1990. 83f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – área de concentração Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 1990.
- PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14ed. Piracicaba: ESALQ, 2000. 477p.
- RAIJ, B.V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**, 2ed. Campinas: Instituto Agronômico & Fundação IAC, 1996. 285p. (Boletim técnico, 100).
- SALTON, J.C. Opções de safrinha para agregação de renda nos cerrados. In: **Plantio direto na integração lavoura-pecuária**. Uberlândia: APCD, 2001. p.189-200.
- SANTOS, H.P.; LHAMBY, J.C.B. Influência de culturas de inverno sobre o rendimento de grãos de soja cultivadas em sistemas de rotação de cultura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.1, p.1-6, 2001.
- SANTOS, H.P.; LHAMBY, J.C.B.; WOBETO, C. Efeito de culturas de inverno em plantio direto sobre a soja cultivada em rotação de cultura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.3, p.289-295, 1998.
- SCALÉA, M. A. Cultura do milho e seu uso no plantio direto no cerrado. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE MILHETO, 1., 1999, Planaltina. **Anais...** Planaltina: Embrapa Cerrados, 1999. p.75-82.
- 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.
- WESTPHALEN, S.L.; JACQUES, A.V.A. Efeitos de semeadura, estágio de crescimento e altura de corte sobre o rendimento de matéria seca e proteína bruta de milho Pérola. 1. Cultivar de floração tardia. **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v.14, n.1, p.87-106, 1978.

