

Qualidade de sementes de trigo e de soja em função de sistemas de preparo de solo e da sucessão de culturas

João Nakagawa^{1*}, Carolina Maria Gaspar¹, José Roberto Santos², Celso Luís Cardoso¹ e Silvio José Bicudo¹

¹Departamento de Produção Vegetal, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, unesp, C. P. 237, 18603-970, Botucatu, São Paulo, Brasil. ²Departamento de Solos, Engenharia e Economia Rural, Ceca-Ufal, Campus Delza Gitai, BR 104 Norte, Km 85, 57021-000, Rio Largo, Alagoas, Brasil. Autor para correspondência. e-mail: secdamv@fca.unesp.br

RESUMO. Este trabalho teve como objetivo avaliar algumas características físicas e fisiológicas de sementes de trigo e de soja cultivadas em sucessão, obtidas a partir de quatro sistemas de preparo de solo instalados após o cultivo de crotalaria ou de guandu. Os sistemas de preparo para o trigo foram: 1. semeadura direta; 2. semeadura direta + 40 kg/ha de N em cobertura; 3. gradagem e 4. aração, seguindo-se a soja com: 1. semeadura direta; 2. semeadura direta; 3. escarificação e 4. aração. A cultivar de trigo IAC-24 foi semeada em 13/04/98 e colhida em 21/08/98. Avaliaram-se a pureza física, o peso hectolítrico, a massa de 1000 sementes, o teor de água, a porcentagem de germinação e o vigor dessas sementes. A soja, cv. IAC-17, com semeadura em 23/10/98 e colheita em 29/03/99, teve suas sementes avaliadas quanto ao tamanho, massa de 100 sementes, teor de água, germinação e vigor. Os sistemas de preparo de solo e de sucessão, apesar de terem afetado algumas características físicas das sementes produzidas de trigo e de soja, influenciaram muito pouco a qualidade fisiológica.

Palavras-chave: trigo, soja, sementes, sucessão de cultura, adubo verde, preparo de solo.

ABSTRACT. *Wheat and soybean seeds quality performance for tillage systems and crops succession.* The aim of this work was to evaluate some physical and physiological characteristics of wheat and soybean seeds produced under four tillage systems and in succession after pigeonpea or sunnhemp crops. The tillage systems used for wheat were: 1. No tillage; 2. No tillage + 40 kg/ha of N top dressing; 3. disk harrow; 4. disk plow, following the soybean with: 1. No tillage; 2. No tillage; 3. chisel; 4. disk plow. The wheat, cv. IAC-24, was sowed in 13th of April 1998 and harvested in 21st of August 1998. The wheat seeds quality was evaluated by physical purity, hectolitic weight, moisture content, 1000 seeds weight, germination and vigor. The soybean, cv. IAC-17, was sowed in 23rd of October 1998 and harvested in 29th of March 1999. The size of the seeds, the 100 seeds weight, the moisture content, the germination and the vigor of the seeds of soybean were studied. The tillage systems and the succession kind had influences on some physical characteristics of seeds, but few effects on the physiological quality of soybean and wheat seeds.

Key words: wheat, soybean, seeds, crop succession, green manure, tillage.

Introdução

O interesse no sistema de agricultura sustentável tem proporcionado um desenvolvimento significativo nas técnicas de cultivo. Uma grande ênfase tem sido dada para prevenir a erosão, a degradação e a capacidade de armazenamento de água no solo, com ação direcionada para o sistema de preparo mínimo do solo ou de semeadura direta, em várias áreas agrícolas do mundo (Lyon *et al.*, 1998; Bonfil *et al.*, 1999; Galantini *et al.*, 2000; Martens *et al.*, 2001).

Há também um interesse no manejo alternativo dos nutrientes, com a utilização de leguminosas para suprir o nitrogênio para as culturas não leguminosas

(trigo, por exemplo) por meio da rotação ou de uma cultura intercalar (Galantini *et al.*, 2000; Whitbread *et al.*, 2000; Martens *et al.*, 2001; Soon *et al.*, 2001). Tem sido verificado, que a adição de nitrogênio nos sistemas de preparo mínimo ou de semeadura direta é importante para a manutenção da produtividade de trigo cultivado em sistema de rotação de culturas (Lyon *et al.*, 1998; Halvorson *et al.*, 2001; Soon *et al.*, 2001), ficando mais evidente quando semeado em sucessões sem leguminosas (López-Bellido *et al.*, 2000).

O sistema de preparo de solo, além de influenciar a demanda da cultura por nutrientes e o seu

suprimento pelo solo, pode, também, afetar o potencial de perdas de N por meio de volatilização, imobilização, desnitrificação e lixiviação (Malhi et al., 2001). Há necessidade, portanto, de se adaptar para cada sistema a maneira mais adequada de fornecimento para se ter o uso mais eficiente de fertilizantes.

A partir dos primeiros ensaios de rotação de culturas realizados na década de 1930, no Estado de São Paulo, nos quais se incluíram as leguminosas (Miyasaka et al., 1983), as pesquisas brasileiras que antes eram feitas sobre o método de preparo de solo convencional passaram, mais recentemente, a testar sucessões de culturas em sistema de semeadura direta, face à preocupação com a conservação do solo. Nesses estudos as culturas de soja e de trigo têm recebido destaque (Tanaka et al., 1992; Santos et al., 1996, 1998; Mascarenhas et al., 1998; Arf et al. 1999; Fontanli et al., 2000), por causa da importância que representam na economia brasileira.

Esses trabalhos, envolvendo a rotação de culturas e os sistemas de preparo de solos, tanto no Brasil, quanto em outros países, estão direcionados principalmente para avaliar a produtividade de grãos. Na avaliação da produtividade de grãos, têm sido estudados alguns componentes de produção relacionados com as características físicas das sementes, tais como a massa de 100 sementes em soja (Santos et al., 1998; Frederick et al., 1998), a massa de 1000 sementes e/ou o peso hectolétrico em trigo (Chastain et al., 1995; Santos et al., 1996; Arf et al., 1999; Bonfil et al., 1999; Galantini et al. 2000; López-Bellido, 2000; Norwood, 2000), que possibilitam relacioná-las com o potencial de qualidade das sementes. Essas características, na maioria dos trabalhos, foram afetadas pelo sistema de preparo dos solos e/ou das culturas. Raros são os trabalhos em que a preocupação foi a produção de sementes, e que a

qualidade fisiológica foi levada em consideração (Bowman et al., 1989; Cavariani et al., 2001).

Por isto este trabalho teve o objetivo de estudar a influência de sistemas de preparo de solos na qualidade física e fisiológica das sementes de trigo e de soja produzidas em sucessão posterior a cultivos de crotalária ou de guandu.

Material e métodos

As sementes avaliadas foram colhidas de quatro experimentos, dois de trigo cultivados após a cultura de crotalária (*Crotalaria juncea* L.) ou de guandu (*Cajanus cajan* (L.) Mills), e dois de soja cultivados em sucessão aos de trigo.

Os experimentos foram instalados na Fazenda Experimental Lageado (FEL) do Campus de Botucatu-Unesp, Botucatu, Estado de São Paulo, em Nitossolo Vermelho (Oliveira et al., 1999). Amostras de solo foram retiradas antes das implantações das leguminosas, do trigo e da soja para serem analisadas quimicamente (Tabela 1). Os dados referentes à precipitação pluvial, temperaturas mínima, máxima e média coletados no período o trabalho, no Posto Meteorológico da FEL, estão na Tabela 2.

As culturas de guandu e crotalária, que constituíram cada uma delas um experimento, foram implantadas em 07/11/97, anteriormente ao trigo, com uma adubação de 400 kg ha⁻¹ de termofosfato (Yoorin Master) incorporado em área total, em cultivo de verão, com a finalidade de produzir massa vegetal e sobre a qual estabelecer os sistemas de preparo de solos. As leguminosas foram trituradas com triturador de palha (Triton) em estádio de pleno de florescimento em 17/03/98, deixando sobre o solo 12,5 t.ha⁻¹ e 14,8 t.ha⁻¹ de matéria seca, respectivamente de guandu e crotalária.

Tabela 1. Evolução das características químicas do solo na profundidade de 0 a 20 cm, desde a escolha da área para semeadura das leguminosas (inicial); após o corte das leguminosas e antes da semeadura do trigo (guandu e crotalária) e, após o cultivo do trigo e antes da semeadura da soja, com os respectivos tratamentos de preparo de solo. (Botucatu, Estado de São Paulo, 1998)

Experimentos/ Tratamentos	pH em CaCl ₂	MO (g kg ⁻¹)	P resina (mg dm ⁻³)	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	H ⁺ Al ³⁺	V (%)
				mmol, dm ⁻³			
Inicial	4,8	23	14	2,8	28	15	53	46
Guandu	5,0	22	12	2,2	28	14	41	52
Crotalária	5,5	23	19	1,8	37	22	33	65
Guandu/ Trigo								
1. Semeadura direta	5,1	27	22	3,6	30	17	39	56
2. Semeadura direta + N	4,7	26	10	3,5	24	10	50	43
3. Gradagem	5,0	30	14	3,1	26	15	42	51
4. Aração	4,9	23	15	2,8	26	14	39	52
Crotalária/Trigo								
1. Semeadura direta	5,1	24	26	2,8	27	18	37	56
2. Semeadura direta + N	5,4	24	30	2,3	27	21	34	60
3. Gradagem	5,0	21	22	3,2	28	18	40	55
4. Aração	5,4	24	20	2,6	30	22	30	65

Tabela 2. Dados de precipitação pluvial (PP), temperatura média das mínimas (Tmim), temperatura média das máximas (Tmax) e temperatura média das médias (Tmed) dos decêndios referentes aos períodos dos experimentos de trigo (13/04 a 21/08/98) e de soja (23/10/98 a 29/03/99). (Botucatu, Estado de São Paulo, 1999)

Período (dia/mês)	PP (mm)	Tmim (°C)	Tmax (°C)	Tmed (°C)	Período (dia/mês)	PP (mm)	Tmim (°C)	Tmax (°C)	Tmed (°C)
01/04 a 10/04	38,3	16,5	23,8	19,3	21/10 a 31/10	63,6	16,7	24,8	19,7
11/04 a 20/04	5,0	18,5	27,4	22,2	01/11 a 10/11	10,5	16,3	26,6	20,5
21/04 a 30/04	21,6	17,9	25,5	20,8	11/11 a 20/11	5,0	16,9	26,7	20,7
01/05 a 10/05	74,8	13,2	20,9	16,0	21/11 a 30/11	14,6	17,3	29,4	22,0
11/05 a 20/05	14,3	14,7	23,1	18,0	01/12 a 10/12	146,0	19,1	29,3	23,5
21/05 a 31/05	46,5	15,6	23,3	18,4	11/12 a 20/12	66,1	19,3	28,4	22,9
01/06 a 10/06	0,0	11,7	21,6	15,7	21/12 a 31/12	78,2	18,4	26,6	21,8
11/06 a 20/06	12,8	13,8	21,5	16,8	01/01 a 10/01	163,8	19,4	25,4	21,2
21/06 a 30/06	0,2	12,1	20,9	15,4	11/01 a 20/01	124,3	20,1	28,3	23,0
01/07 a 10/07	6,8	13,9	23,2	17,4	21/01 a 31/01	112,0	20,5	29,7	23,9
11/07 a 20/07	8,3	11,0	20,6	15,1	01/02 a 10/02	76,6	19,9	28,4	23,2
21/07 a 31/07	0,0	15,5	25,5	19,5	11/02 a 20/02	30,8	19,8	28,8	23,5
01/08 a 10/08	43,2	14,4	21,0	16,7	21/02 a 28/02	96,1	19,5	27,3	22,0
11/08 a 20/08	12,6	17,1	26,6	21,4	01/03 a 10/03	53,4	19,3	28,6	22,9
21/08 a 31/08	0,0	15,5	25,8	19,6	11/03 a 20/03	22,0	18,2	27,3	22,7
-	-	-	-	-	21/03 a 31/03	35,6	20,3	29,1	23,9

A cultura do trigo, cultivar IAC-24, foi submetida a quatro sistemas de preparo de solos, realizados sobre os resíduos de guandu ou crotalária. Foram eles: 1. semeadura direta; 2. semeadura direta + 40 kg ha⁻¹ de N em cobertura; 3. gradagem e 4. aração. Foi utilizado o delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições, onde cada parcela apresentava 5x20 metros de área total. A semeadura do trigo foi realizada em 13/04/98, com densidade de 50 sementes por metro, e linhas espaçadas de 18,5 cm. A cobertura de N foi feita em 01/06/98, com uréia. A colheita foi realizada em 21/08/98.

A cultura da soja foi instalada em sucessão ao trigo, empregando-se a cultivar IAC-17, submetida aos quatro sistemas de preparo do solo utilizados para o trigo, nas mesmas parcelas, mas com modificações, passando a: 1. semeadura direta; 2. semeadura direta; 3. escarificação e 4. aração. A semeadura foi realizada em 23/10/98, em espaçamento de 0,50 m entre as linhas, com densidade de 20 sementes por metro. Foi realizada adubação no sulco de semeadura com 500 kg.ha⁻¹ da fórmula comercial 4-14-8. A colheita foi realizada em 29/03/99.

Nas sementes de trigo foram determinados o peso hectolétrico, a pureza física, a massa de 1000 sementes baseando-se nas recomendações das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992). O teor de água das sementes foi determinado em duas subamostras, de aproximadamente 15 g cada, pelo método da estufa a 105 ±3°C por 24 horas (Brasil, 1992). A qualidade fisiológica das sementes 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 2,0 vezes o peso do papel seco, à temperatura de 20°C, seguindo-se os procedimentos das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992); *envelhecimento acelerado*, feito com quatro repetições de 100 sementes, colocadas sobre uma

bandeja de tela de aço inox, no interior de caixa plástica (gerbox modificado), contendo 40 mL de água destilada abaixo da tela e mantidas a 41°C, por período de 72 h (Hampton e Tekrony, 1995), antes de serem submetidas ao teste de germinação; *condutividade elétrica*, realizada com duas subamostras de 50 sementes por parcela de campo, totalizando oito avaliações por tratamento. Neste teste, cada subamostra foi pesada com a precisão de 0,001 g e a seguir colocadas em recipientes contendo 75 ml de água deionizada, que foram mantidos à temperatura de 20°C, por 24 horas. Foi realizada leitura da condutividade elétrica na solução de embebição e os resultados foram expressos em $\mu\text{S g}^{-1} \text{cm}^{-1}$ (Viciera, 1994); emergência de plântulas no campo, a porcentagem e a velocidade de emergência das plântulas foram avaliadas com quatro subamostras de 100 sementes para cada repetição de campo. A semeadura foi realizada em 10/08/99, em sulco de cinco metros de comprimento, à profundidade de 3,0 cm; as contagens das plântulas foram realizadas diariamente desde o início até a paralisação de emergências em todos os tratamentos. O cálculo da velocidade foi realizado conforme o índice de velocidade de emergência das plântulas (Maguire, 1962).

As sementes de soja foram classificadas por peneiras de crivos oblongos com as seguintes dimensões: 16x 3/4", 15 x 3/4", 14 x 3/4", 13 x 3/4", 12 x 3/4", 11 x 3/4" e 10 x 3/4" (respectivamente 6,35 x 19,05 mm; 5,95 x 19,05 mm; 5,56 x 19,05 mm; 5,16 x 19,05 mm; 4,76 x 19,05 mm; 4,37 x 19,05 mm e 3,97 x 19,05 mm) e foi determinada a porcentagem, em peso, em cada uma delas. Foram descartadas as frações menores que 12 x 3/4" e calculado o percentual das sementes que ficaram retidas nessa peneira; esse foi o material utilizado para as demais avaliações.

Tabela 3. Médias de pureza física (PF), peso hectolítrico (PH), massa de 1000 sementes (M_{1000}), teor de água (TA), germinação (TG), envelhecimento acelerado (EA), condutividade elétrica (CE), emergência de plântulas (EP) e índice de velocidade de emergência de plântulas (IVE) no campo de sementes de trigo, resultante da análise conjunta dos experimentos de trigo realizados sobre resíduo vegetal de guandu ou crotalária, com diferentes sistemas de preparo de solo. (Botucatu, Estado de São Paulo, 1998)

Tratamentos	PF (%)	PH (kg)	M_{1000} (g)	TA (%)	TG (%)	EA (%)	CE ($\mu\text{S.g}^{-1}.\text{cm}^{-1}$)	EP (%)	IVE
Preparos de solo									
1. Semeadura Direta	99,9 a ⁽¹⁾	78,9 a	37,23 b	11,7 a	99 a	94 a	19,11 a	96 a	12,88 a
2. Semeadura direta + N	99,8 a	78,7 ab	37,72 ab	11,6 a	97 a	94 a	18,50 ab	97 a	13,21 a
3. Gradagem	99,8 a	78,3 bc	38,43 a	11,7 a	96 a	97 a	16,32 bc	97 a	13,36 a
4. Aração	99,8 a	78,1 c	38,17 a	11,6 a	96 a	92 a	15,75 c	94 a	12,96 a
Resíduo vegetal									
E1. Guandu	99,8 A	78,3 B	37,85 A	11,6 A	97 A	97 A	17,52 A	96 A	13,17 A
E2. Crotalária	99,8 A	78,7 A	37,93 A	11,7 A	97 A	92 B	17,32 A	96 A	13,04 A
CV%	0,69	0,51	1,69	0,45	5,68	9,29	11,05	0,51	4,49

⁽¹⁾ Médias na coluna seguidas da mesma letra, minúscula para Preparos de solo e maiúsculas para Resíduo, não diferem entre si significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Foi determinada a massa de 100 sementes e o teor de água (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 o peso do papel seco, à temperatura de 25°C e seguindo as recomendações encontradas nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992); o teste de germinação foi realizado sem e com tratamento fungicida das sementes. Foi usado Thiram, na dose de 200 g de p.c. por 100 kg de sementes; a *primeira contagem* do teste de germinação foi considerada como um teste de vigor, tanto nas avaliações sem e com o tratamento fungicida; *envelhecimento acelerado*, realizado com sementes tratadas com Thiram (200 g p.c. por 100 kg de sementes), com procedimento semelhante ao descrito para trigo, exceto o período de exposição à temperatura de envelhecimento (41°C) que nesse caso foi de 48 h (Marcos Filho, 1994); condutividade elétrica, com procedimento semelhante ao descrito para o trigo, exceto a temperatura de embebição que foi a 25°C (Vieira, 1994).

As características foram analisadas estatisticamente em delineamento de blocos casualizados, com quatro tratamentos (sistemas de preparo de solo) e quatro repetições para cada experimento, e a seguir foi feita a análise conjunta dos dois experimentos (resíduo de guandu ou de crotalária), tanto para trigo como para a soja, baseando-se em recomendações encontradas em Pimentel-Gomes (2000). As médias apresentadas são as da análise conjunta, e foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados em porcentagem foram transformados em $(x/100)^{1/2}$, antes das análises. As médias apresentadas são dos dados originais.

Resultados e discussão

Trigo

A análise conjunta não revelou efeito de interação entre sistema de preparo de solo e resíduo vegetal anterior (guandu ou crotalária) para as características físicas e fisiológicas avaliadas nas sementes de trigo, possibilitando a apresentação das médias (Tabela 3).

O teor médio de água das sementes foi semelhante para todos os tratamentos (Tabela 3), o que sugere que este não afetou os resultados das características físicas e fisiológicas avaliadas nas sementes de trigo. Toledo e Marcos Filho (1977) citam trabalho indicando o efeito do teor de água na massa de 1000 sementes e no peso hectolítrico do trigo e recomendam cautela na comparação de resultados quando as amostras apresentam teores distintos de água. Na avaliação da qualidade fisiológica, pelos testes de envelhecimento acelerado e condutividade elétrica, o teor inicial de água nas amostras de sementes necessita estar próximo para evitar que interfiram nos resultados (Vieira, 1994 e Hampton e Tekrony, 1995).

Entre os sistemas de preparo de solo, não se observou diferença em pureza física, mas sim no peso hectolítrico e na massa de 1000 sementes (Tabela 3). Assim, em semeadura direta, as sementes de trigo tiveram maior peso hectolítrico, mas com menor massa de 1000 sementes, enquanto o preparo com aração resultou na produção de sementes com menor peso hectolítrico mas maior massa de 1000 sementes. Entretanto, Frederick *et al.* (2001) constataram que a semeadura direta originou sementes com maior massa de 1000 que os demais sistemas de preparo de solos, enquanto Bonfil *et al.* (1999) observaram efeito positivo da semeadura direta na massa de 1000 grãos e também para o peso hectolítrico. Norwood (2000) obteve sementes com maior massa no preparo convencional em relação à semeadura direta, à semelhança, portanto, deste trabalho (Tabela 3). Os resultados favoráveis da semeadura direta em

produtividade e características qualitativas de sementes têm sido atribuídos a maior eficiência de uso de água que o resíduo vegetal desse sistema possibilita (Bonfil *et al.*, 1999).

A aplicação de nitrogênio no sistema de semeadura direta não ocasionou diferenças no peso hectolétrico e na massa de 1000 sementes em relação à semeadura direta sem N (Tabela 3). López-Bellido *et al.* (2000) comentaram que o efeito da aplicação do N em trigo foi mais evidente para rotações sem leguminosas, o que viria justificar os resultados desse trabalho em que ambas as culturas anteriores foram leguminosas. Deve-se, também, considerar a baixa eficiência de uréia quando aplicada em cobertura sobre o resíduo vegetal em semeadura direta quando aliada à deficiência hídrica ocorrida no período de desenvolvimento da cultura (Cardoso *et al.*, 1999), fato que deve ter contribuído para esses resultados, tendo em vista a baixa precipitação pluvial após a realização da cobertura com uréia (Tabela 2).

Comparando-se as influências dos resíduos vegetais, observa-se que não houve diferença na qualidade das sementes quanto à pureza física e a massa de 1000 sementes, todavia o peso hectolétrico foi maior para as sementes produzidas após a crotalária (Tabela 3), que produziu maior quantidade de massa seca do que o guandu. Chastain *et al.* (1995) e Bonfil *et al.* (1999) obtiveram maiores valores de peso hectolétrico das sementes de trigo produzidas sobre uma maior quantidade de resíduo vegetal, como resultado da melhor eficiência de uso de água. As condições químicas do solo mostraram-se, também, mais favoráveis após crotalária que guandu (Tabela 1).

As sementes de trigo produzidas nos diferentes sistemas de preparo de solo apresentaram qualidade fisiológica semelhante, na quase totalidade dos resultados obtidos com os testes de qualidade utilizados (Tabela 3). Apenas o teste de condutividade

elétrica indicou que as sementes provenientes do preparo convencional (tratamentos 3 e 4) apresentaram maior vigor que as da semeadura direta (tratamento 1). Verifica-se que os melhores resultados para este teste foram obtidos para os tratamentos que apresentaram as maiores massas de 1000 sementes, porém os menores pesos hectolétricos, confirmando a relação positiva entre a massa e o vigor das sementes.

O teste de envelhecimento acelerado indicou que as sementes produzidas após o cultivo do guandu possuem maior vigor. Essas sementes foram as que apresentaram menor peso hectolétrico. Os demais testes, contudo, não acusaram diferença de qualidade fisiológica entre os sistemas de sucessão.

Apesar de algumas das características físicas das sementes e alguns dos testes de avaliação da qualidade fisiológica terem apresentado diferenças estatísticas significativas, indicando influência de sistemas de preparo do solo e da massa da cultura anterior, as discrepâncias entre as médias não foram altas. Assim, se forem considerados os Padrões de Sementes para trigo do Estado de São Paulo (CESM/SP, 1999), constata-se que para todos os tratamentos as sementes preencheram as exigências mínimas de pureza física (98%), germinação (85%), teor de água (13%) e peso hectolétrico (76 kg) para sementes certificadas, indicando que os sistemas estudados possibilitaram produção de sementes de boa qualidade.

Soja

A análise conjunta não revelou efeito de interação entre os sistemas de preparo de solo e o tipo de sucessão anterior (guandu - trigo ou crotalária - trigo) para as características das sementes de soja, possibilitando a apresentação das médias (Tabelas 4 e 5).

Tabela 4. Médias de porcentagem de massa de sementes de soja retidas nas peneiras de crivo oblongo 16x ¾", 15 x ¾", 14 x ¾", 13 x ¾", 12 x ¾", 11 x ¾", 10 x ¾" e somatória (ΣP) ≥ 12 x ¾", resultante da análise conjunta dos experimentos de soja realizados em sucessão ao trigo cultivado sobre resíduo vegetal de guandu ou crotalária, com diferentes sistemas de preparo de solo. Botucatu, Estado de São Paulo, 1999.

Tratamentos	P 16 (%)	P 15 (%)	P 14 (%)	P 13 (%)	P 12 (%)	P 11 (%)	P 10 (%)	$\Sigma P \geq P 12$ (%)
Preparos de solo								
1. Semeadura direta	4,1 ab ⁽¹⁾	23,9 a	38,5 a	17,2 b	10,4 a	3,2 a	1,2 a	92,7 a
2. Semeadura direta	5,7 a	25,0 a	35,8 a	18,3 ab	9,7 a	2,9 a	1,0 a	93,8 a
3. Escarificação	3,4 b	22,7 a	39,5 a	19,3 a	10,0 a	2,8 a	0,9 a	94,0 a
4. Aração	3,9 ab	22,6 a	39,4 a	18,7 ab	10,1 a	3,0 a	1,1 a	93,2 a
Resíduo Vegetal								
E1. Guandu	4,4 A	24,7 A	39,4 A	17,5 B	9,0 B	2,6 B	1,0 A	93,9 A
E2. Crotalária	4,1 A	22,4 A	37,2 A	19,3 A	11,1 A	3,3 A	1,1 A	93,0 A
CV%	19,54	10,55	4,96	6,54	8,96	9,04	11,67	2,30

⁽¹⁾ Médias na coluna seguidas da mesma letra, minúscula para Preparos de solo e maiúsculas para Resíduo, não diferem entre si significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

Tabela 5. Médias de massa de 100 sementes (M_{100}), teor de água (TA), germinação sem (TGSF) e com tratamento fungicida (TGCF), primeira contagem do teste de germinação sem (PCSF) e com tratamento fungicida (PCCF), envelhecimento acelerado (EA) e condutividade elétrica (CE) da solução do exsudato de sementes de soja, resultante da análise conjunta dos experimentos de soja realizados em sucessão ao trigo cultivado sobre resíduo vegetal de guandu ou crotalária, com diferentes sistemas de preparo de solo. (Botucatu, Estado de São Paulo, 1999)

Tratamentos	M_{100} (g)	TA (%)	TGSF (%)	TGCF (%)	PCSF (%)	PCCF (%)	EA (%)	CE ($\mu\text{S.g}^{-1}.\text{cm}^{-1}$)
Preparos de solo								
1. Semeadura direta	18,03 a ⁽¹⁾	9,0 a	62 a	76 a	52 a	60 ab	62 a	153,61 a
2. Semeadura direta	17,91 a	9,0 a	65 a	74 a	54 a	58 b	61 a	154,75 a
3. Escarificação	17,48 a	9,0 a	69 a	78 a	59 a	64 a	64 a	142,60 a
4.Aração	17,75 a	9,0 a	66 a	75 a	57 a	64 a	64 a	141,50 a
Resíduo vegetal								
E1. Guandu	17,83 A	8,9 B	67 A	74 A	58 A	59 A	63 A	150,13 A
E2. Crotalária	17,75 A	9,1 A	64 A	78 A	53 A	63 A	62 A	146,10 A
CV%	3,20	0,51	12,00	6,89	12,18	7,08	5,15	10,19

Médias na coluna seguidas da mesma letra, minúscula para Preparos de solo e maiúsculas para Resíduo, não diferem entre si significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

A classificação por tamanho indicou que uma maior proporção de sementes ficou retida na peneira oblonga de $14 \times \frac{3}{4}$ " ($5,56 \times 19,05$ mm) em todos os tratamentos (Tabela 4). Houve influência do sistema de preparo apenas nas porcentagens das peneiras $16 \times \frac{3}{4}$ " e $13 \times \frac{3}{4}$ "; assim, a escarificação do solo (tratamento 3) proporcionou uma produção de sementes com menor porcentagem da peneira $16 \times \frac{3}{4}$ " e maior porcentagem da peneira $13 \times \frac{3}{4}$ ". Todavia, verificou-se, também, que para essas peneiras não houve diferença entre as porcentagens das sementes produzidas entre os outros sistemas de preparo de solo.

Após o descarte das sementes menores, verificou-se que a porcentagem de sementes utilizadas nas demais avaliações (sementes \geq peneira $12 \times \frac{3}{4}$ ") foram semelhantes para todos os tratamentos, indicando que as variações de tamanho no conjunto foram pequenas.

As sementes de soja produzidas após os cultivos de guandu e trigo apresentaram maior proporção de sementes graúdas (peneiras 16 , 15 e $14 \times \frac{3}{4}$ ") e menor de miúdas (peneiras 13 , 12 e $11 \times \frac{3}{4}$ ") em relação às produzidas após os cultivos de crotalária e trigo. Entretanto, após o descarte das miúdas (peneira $<12 \times \frac{3}{4}$ "), constatou-se que as porcentagens de tamanho das sementes utilizadas para o trabalho (sementes \geq peneira $12 \times \frac{3}{4}$ ") foram semelhantes para as duas sucessões de cultivo.

O teor médio de água foi semelhante nas amostras de sementes produzidas em todos os sistemas de preparo de solos (Tabela 5). Entre os tipos de sucessão, apesar da análise estatística acusar diferença, esta é bem pequena (0,2%). É provável que o teor de água nas sementes não tenha interferido nos demais resultados, particularmente os de massa de 100 sementes e dos testes de envelhecimento acelerado e condutividade elétrica, para os quais a similaridade do teor de água entre as

amostras é importante para a confiabilidade dos resultados na avaliação de vigor das sementes (Marcos Filho, 1994 e Vieira, 1994).

A massa de 100 sementes (sementes \geq peneira $12 \times \frac{3}{4}$ ") foi semelhante para todos os sistemas de preparo de solo e sucessão (Tabela 5). Entretanto, Santos *et al.* (1998) obtiveram, em sistemas de plantio direto, diferenças na massa de 100 sementes de soja em função do tipo de sucessão empregado, apesar de haver comportamentos distintos em função do ano. Bowman *et al.* (1989) observaram influência favorável da rotação de cultura na massa de 100 sementes de soja, porém os resultados variaram em função do ano, tanto se considerando o sistema convencional como o preparo de solo reduzido. Já Frederick *et al.* (1998) observaram maior influência positiva da subsolagem sobre a massa de 100 sementes de soja cultivada em rotação com trigo do que o sistema de preparo de solo, convencional ou semeadura direta.

Avaliando-se a qualidade fisiológica das sementes de soja (Tabela 5), verificou-se que apenas a primeira contagem do teste de germinação em sementes tratadas com fungicida acusou diferenças; os sistemas de preparo de solo com escarificação e com aração produziram sementes com maior germinação na primeira contagem que o sistema de semeadura direta (tratamento 2). Os demais testes não detectaram diferenças na qualidade das sementes entre os sistemas de preparo de solo.

Para as sucessões estudadas, os testes utilizados não discriminaram diferença na qualidade fisiológica nas sementes produzidas. Bowman *et al.* (1989) constataram efeito favorável da rotação de cultura soja – milho, em relação ao cultivo contínuo da soja, em sistema de preparo convencional ou mínimo, sobre a qualidade fisiológica das sementes em alguns anos, porém não na análise conjunta dos anos. Cavariani *et al.* (2001), estudando diferentes

coberturas com gramíneas, vegetação espontânea e sem vegetação, em semeadura direta, constataram que a cobertura com gramíneas tendem a influir, positivamente, no vigor das sementes de soja.

Face aos resultados obtidos (Tabela 5), é possível considerar que as sementes de soja, produzidas nos diferentes sistemas de preparo de solos e tipos de sucessão, apresentaram qualidade semelhante. As condições climáticas na fase final de maturação e colheita não foram favoráveis para a obtenção de sementes de boa qualidade, pois após o estágio R6 até a colheita ocorreram 96mm de chuva e com temperatura média das máximas de 28,4°C e a média das mínimas de 19,3°C, resultando em sementes que não alcançaram o padrão mínimo de germinação igual a 80%, exigido para sementes certificadas e fiscalizadas no Estado de São Paulo (CESM/SP, 1999), em todos os tratamentos. O tratamento com fungicida, realizado nas sementes, apesar de ter melhorado os resultados dos testes de germinação, não foi suficiente para obter-se a exigência mínima para aquelas classes.

Os testes de vigor confirmaram os resultados do teste de germinação quanto à menor qualidade das sementes, entretanto essa não ocorreu devido aos tratamentos estudados, mas a outros fatores, principalmente aos climáticos que se deram na fase final da maturação (Tabela 2).

Desta forma, verificou-se que os sistemas de preparo de solos e as sucessões estudadas não ocasionaram modificações na qualidade fisiológica das sementes de soja, apesar de algumas diferenças nas características químicas do solo, entre tratamentos, tenham sido observadas antes da implantação dessa cultura (Tabela 1).

Referências

- ARF, O. *et al.* Efeitos na cultura do trigo da rotação com milho e adubos verdes, na presença e na ausência de adubação nitrogenada. *Bragantia*, Campinas, v.58, n. 2, p. 323-334, 1999.
- BONFIL, D.J. *et al.* Wheat grain yield and soil profile water distribution in a no-till and environment. *Agron. J.*, Madison, v.91, n.3, p.368-373, 1999.
- BOWMAN, J.E. *et al.* Effect of row spacing, tillage and herbicides on seed quality in rotated and continuous soybeans. *Seed Sci. Technol.*, Zürich, v. 17, n. 3, p. 531-542, 1989.
- BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. *Regras para análise de sementes*. Brasília: SMDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- CARDOSO, C.L. *et al.* Preparos de solo sobre resíduos de guandu (*Cajanus cajan* (L.) Mill) na produção de trigo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27. Brasília, 1999. Resumos.
- CAVARIANI, C. *et al.* 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, Curitiba, 2001. *Inf. ABRATES*, Londrina, v.11, n. 2, p. 91, 2001.
- CESM/SP. Comissão Estadual de Sementes e Mudanças de São Paulo. *Padrões de sementes*. Campinas: CESM/SP, 1999. s.p.
- CHASTAIN, T.G. *et al.* Stand establishment responses of soft white winter wheat to seedbed residue and seed size. *Crop Sci.*, Madison, v.35, n.1, p. 213-218, 1995.
- FONTANELI, R.S. *et al.* Rendimento e nodulação de soja em diferentes rotações de espécies anuais de inverno sob plantio direto. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v.35, n.2, p.349-355, 2000.
- FREDERICK, J.R. *et al.* Tillage management for double cropped soybean grown in narrow and wide row width culture. *Crop Sci.*, Madison, v.38, n.3, p.755-762, 1998.
- FREDERICK, J.R. *et al.* Grain Yield and Yield components of double cropped winter wheat as affected by wheat and previous soybean production practices. *Crop Sci.*, Madison, v.41, n.3, p.778-784, 2001.
- GALANTINI, J.A. *et al.* The effects of crop rotation and fertilization on wheat productivity in the Pampean semiarid region of Argentina. 2. Nutrient balance, yield and grain quality. *Soil Tillage Res.*, Amsterdam, v. 53, n.2, p. 137-144, 2000.
- HALVORSON, A.D. *et al.* Tillage and nitrogen fertilization influences on grain and soil nitrogen in spring wheat-fallow system. *Agron. J.*, Madison, v.93, n.5, p. 1130-1135, 2001.
- HAMPTON, J.G.; TEKRONY, D.M. *Handbook of vigour test methods*. 3. ed. Zurich: ISTA, 1995.
- LÓPEZ-BELLIDO, L. *et al.* Effects of tillage, crop-rotation, and nitrogen fertilization on wheat under rainfed Mediterranean conditions. *Agron. J.*, Madison, v.92, n.6, p. 1054-1063, 2000.
- LYON, D.J. *et al.* Crop production and soil water storage in long-term winter wheat-fallow tillage experiment. *Soil Tillage Res.*, Amsterdam, v.49, n.1-2, p. 19-27, 1998.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Sci.*, Madison, v.2, n.1, p.176-177, 1962.
- MALHI, S.S. *et al.* Nitrogen fertilization management for no-till cereal production in the Canadian Great Plains: a review. *Soil Tillage Res.*, Amsterdam, v.60, n. 3-4, p. 101-122, 2001.
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: VIEIRA, R.D; CARVALHO, N.M, (Ed.). *Testes de vigor em sementes*. Jaboticabal: Funep, 1994. p.103-132.
- MARTENS, J.R.T. *et al.* Legume cover crops with winter cereals in southern Manitoba: establishment, productivity, and microclimate effects. *Agron. J.*, Madison, v.93, n. 5, p. 1086-1096, 2001.
- MASCARENHAS, H.A.A. *et al.* Efeito da produtividade da rotação de culturas de verão e crotalaria de inverno. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.55, n.3, p. 534-537, 1998.

- MIYASAKA, S. et al. *Adubação orgânica, adubação verde e rotação de culturas no estado de São Paulo*. Campinas: Fundação Cargill, 1983.
- NORWOOD, C.A. Dryland winter wheat as affected by previous crop. *Agron. J.*, Madison, v.92, n. 1, p. 121-127, 2000.
- OLIVEIRA, J.B. et al. *Mapa pedológico do Estado de São Paulo: legenda expandida*. Campinas: Instituto Agronômico; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 64p.: mapa.
- PIMENTEL-GOMES, F. *Curso de estatística experimental*, 14ed. Piracicaba: Esalq-USP, 2000.
- SANTOS, H.P. et al. Efeito de culturas de inverno em plantio direto sobre a soja cultivada em rotação de culturas. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v.33, n.3, p. 289-295, 1998.
- SANTOS, H.P. et al. Efeito da rotação de culturas sobre o trigo em sistema de plantio direto, em Guarapuava, PR. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v.31, n.4, p. 259-267, 1996.
- SOON, Y.K. et al. Tillage and previous crop effects on dynamic of nitrogen in a wheat-soil system. *Agron. J.*, Madison, v.93, n.4, p. 842-849, 2001.
- TANAKA, R.T. et al. O cultivo da soja após incorporação de adubo verde e orgânico. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v.27, n.11, p. 1477-1483, 1992.
- TOLEDO, F.F.; MARCOS FILHO, J. *Manual das sementes: tecnologia da produção*. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1977. 224p.
- 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.
- WHITBREAD, A.M. et al. Managing legumes leys residues and fertilizers to enhance the sustainability of wheat cropping systems in Australia. 1. The effects on wheat yields and nutrient balances. *Soil Tillage Res.*, Amsterdam, v.54, n. 1-2, p. 63-75, 2000.

Received on July 01, 2002.

Accepted on September 10, 2002.