

Produção de soja e milho cultivados sobre diferentes coberturas¹

Production of soy and maize grown on different cover crops

Wander Luis Barbosa Borges^{2*}, Rogério Soares de Freitas², Gustavo Pavan Mateus³, Marco Eustáquio de Sá⁴ e Marlene Cristina Alves⁵

RESUMO - O sistema de semeadura direta constitui uma importante técnica para a manutenção e recuperação da capacidade produtiva de solos manejados convencionalmente e de áreas degradadas. O objetivo do trabalho foi avaliar a produção de soja e milho sobre a palhada de cinco plantas de cobertura e vegetação espontânea. Os experimentos foram instalados em Votuporanga, SP e Selvíria, MS, em março de 2008, após o preparo convencional do solo. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições, utilizando as seguintes plantas de cobertura em diferentes gastos de sementes por hectare que constituíram os tratamentos: *Sorghum bicolor*: 6; 7 e 8 kg ha⁻¹, *Pennisetum americanum*: 10; 15 e 20 kg ha⁻¹, *Sorghum sudanense*: 12; 15 e 18 kg ha⁻¹, híbrido de *S. bicolor* com *S. sudanense*: 8; 9 e 10 kg ha⁻¹, *Urochloa ruziziensis*: 8; 12 e 16 kg ha⁻¹. Também se utilizou um tratamento controle com vegetação espontânea. Após o manejo das coberturas, no primeiro ano de estudo foi semeada a soja e no segundo ano semeou-se o milho, ambos em sistema de semeadura direta. Avaliou-se a matéria seca acumulada pelas diferentes coberturas, e as características agronômicas da soja e do milho. Concluiu-se que as diferentes coberturas mostraram-se como boas opções de plantas de cobertura antecessoras à cultura da soja em Votuporanga, SP e a cultura do milho em Selvíria, MS, e que os diferentes gastos de sementes utilizados para cada planta de cobertura propiciaram diferenças em relação às características agronômicas das culturas da soja e do milho.

Palavras-chave: Soja. Milho. Semeadura direta. Matéria seca.

ABSTRACT - The no-tillage system is an important technique for maintaining and restoring the productive capacity of conventionally managed soils and degraded areas. The aim of this study was to evaluate the production of soy and maize grown on the straw of five cover crops and on spontaneous vegetation. The experiments were carried out in Votuporanga, in the state of São Paulo and in Selvíria, in Mato Grosso do Sul, Brazil, in March 2008, after conventional soil preparation. The experimental design was of randomised blocks with four replications, using the following cover crops in different amounts of seed per hectare, to make up the treatments: *Sorghum bicolor* - 6, 7 and 8 kg ha⁻¹; *Pennisetum americanum* - 10, 15 and 20 kg ha⁻¹; *Sorghum sudanense* - 12, 15 and 18 kg ha⁻¹; *S. bicolor* and *S. sudanense* hybrid - 8, 9 and 10 kg ha⁻¹; and *Urochloa ruziziensis* - 8, 12 and 16 kg ha⁻¹. A control treatment with spontaneous vegetation was also used. After management of the cover crops, soy was planted in the first year of the study, and maize sown in the second, both under a no-tillage system. The dry matter accumulated by the different cover crops, and the agronomic characteristics of the soy and maize were all evaluated. It was concluded that the different cover plants proved to be good options for preceding the soy crop in Votuporanga, SP and the maize in Selvíria, MS, and that the different amounts of seed used for each cover crop resulted in differences in relation to the agronomic characteristics of the crops of soy and maize.

Key words: Soybean. Corn. No-tillage. Dry matter.

*Autor para correspondência

¹Recebido para publicação em 20/11/2013; aprovado em 17/09/2014

Parte da Tese de Doutorado do primeiro autor apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Sistemas de Produção, da Universidade Estadual Paulista/UNESP

²Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica do Agronegócio de Seringueira e Sistemas Agroflorestais, Instituto Agrônomo/IAC, Votuporanga-SP, Brasil, wanderborges@iac.sp.gov.br, freitas@iac.sp.gov.br

³Polo Regional de Desenvolvimento Tecnológicos dos Agronegócios do Extremo Oeste, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios-APTA, Andradina-SP, Brasil, gpmateus@apta.sp.gov.br

⁴Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira-SP, Brasil, mesa@agr.feis.unesp.br

⁵Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira-SP, Brasil, Bolsista de Produtividade do CNPq, mcalves@agr.feis.unesp.br

INTRODUÇÃO

O sistema de semeadura direta, sistema conservacionista de manejo do solo, que mantém os resíduos culturais em sua superfície, constitui uma importante técnica para a manutenção e recuperação da capacidade produtiva de solos manejados convencionalmente e de áreas degradadas (BERTIN; ANDRIOLI; CENTURION, 2005; CAIRES *et al.*, 2006). No entanto a diminuição das operações agrícolas não é suficiente para evitar a compactação ou para minimizá-la (GONÇALVES *et al.*, 2006).

O sucesso do sistema de semeadura direta depende da manutenção de cultivos capazes de gerar quantidades de matéria seca suficientes para manter o solo coberto durante todo o ano, o que significa que áreas destinadas às culturas de primavera-verão não devem permanecer em pousio durante o inverno, sendo necessário o uso de rotação de culturas, com a inclusão de plantas de cobertura (AMARAL; ANGHINONI; DESCHAMPS, 2004; ANDREOTTI *et al.*, 2008; CERETTA *et al.*, 2002b).

Porém, a formação e manutenção de cobertura morta é um dos principais entraves ao estabelecimento do sistema de semeadura direta nos trópicos, onde as altas temperaturas, associadas à umidade adequada, promovem a decomposição rápida dos resíduos vegetais, e a cobertura morta resultante dos restos culturais e de plantas daninhas, geralmente é insuficiente para a plena cobertura do solo (STONE *et al.*, 2006).

O trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a produção de soja e milho sobre a palhada de cinco plantas de cobertura, utilizadas para produção de grãos, sementes e forragem, em diferentes gastos de sementes por hectare, e sobre a vegetação espontânea.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram instalados em março de 2008, no Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica do Agronegócio de Seringueira e Sistemas Agroflorestais, Instituto Agrônomo - IAC, estabelecido no município de Votuporanga, SP a 20°20' S de Latitude, 49°58' W de Longitude e 510 m de altitude, em um Latossolo Vermelho eutrófico de textura arenosa (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2006), e na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da UNESP, Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria, MS, na Seção de Produção Vegetal, com coordenadas geográficas: Latitude 20°25'24" S e Longitude 52°21'13" W, e altitude média de 335 m, em um Latossolo Vermelho distroférico

típico de textura argilosa (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2006).

O solo foi preparado por meio de uma aração (arado de discos), em fevereiro de 2008, e duas gradagens (grade niveladora de discos), uma em fevereiro e outra no início de março, após a amostragem de solo para fins de fertilidade, na camada de 0-0,20 m, realizada nos dois locais de cultivo. Os resultados das análises de solo são os seguintes, para Votuporanga e Selvíria, respectivamente: P (resina): 28 e 8 mg dm⁻³; MO: 14 e 19 mg dm⁻³; pH (CaCl₂): 5,2 e 4,2; K: 3,8 e 1,0 mmol_c dm⁻³; Ca: 16 e 6 mmol_c dm⁻³; Mg: 8 e 6 mmol_c dm⁻³; H+Al: 16 e 47 mmol_c dm⁻³; Al: 0 e 8 mmol_c dm⁻³; S-SO₄: 2 e 3 mg dm⁻³; V: 63 e 22%. Foi realizada calagem somente em Selvíria para elevação da saturação por bases a 70%, pois no ano seguinte seria introduzida a cultura do milho na área, utilizando-se 3.400 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico, com PRNT de 85%, incorporado com a segunda gradagem.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições, utilizando-se cinco plantas de cobertura, com três diferentes quantidades de sementes por hectare de cada planta de cobertura e um tratamento controle com vegetação espontânea, totalizando dezesseis tratamentos, distribuídos ao acaso em parcelas de 2,7 m de largura por 10 m de comprimento cada.

Foram utilizadas as seguintes plantas de cobertura com os seguintes gastos de sementes: sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) cultivar DKB 550, com 85% de germinação: 6, 7 e 8 kg ha⁻¹; milheto (*Pennisetum americanum* (L.) Leek) cultivar BN 2, com 60% de germinação: 10, 15 e 20 kg ha⁻¹; capim sudão (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf) com valor cultural (VC) de 43,5%, sendo corrigido para 100%: 12; 15 e 18 kg ha⁻¹; híbrido de *S. bicolor* com *S. sudanense* cultivar Cover Crop, com germinação de 74%, sendo acrescidos 10%: 8, 9 e 10 kg ha⁻¹ e *Urochloa ruziziensis* (Syn. *Brachiaria ruziziensis*) (cultivar comum), com VC de 50,7%, sendo acrescidos 10%: 8, 12 e 16 kg ha⁻¹. Os diferentes gastos de sementes adotados foram baseados em recomendações dos detentores das sementes e de diferentes trabalhos da literatura.

Os espaçamentos entre linhas utilizados foram: *S. bicolor*: 0,45 m; *P. americanum*: 0,225 m; *S. sudanense*: 0,225 m; híbrido de *S. bicolor* com *S. sudanense*: 0,45 m e *U. ruziziensis*: 0,225 m.

O tratamento controle com vegetação espontânea era composto principalmente por *Cenchrus echinatus* L. e *Digitaria horizontalis* Willd, nos dois locais. As parcelas com o tratamento controle foram deixadas em pousio, após o preparo do solo, e após o cultivo da cultura da soja, no entanto receberam os mesmos tratos culturais das plantas de cobertura.

As plantas de cobertura foram semeadas em 24/03/2008 em Votuporanga, mecanicamente com semeadora de parcelas, e em 26/03/2008 em Selvíria, manualmente, abrindo-se sulcos de plantio com enxadas, distribuindo as sementes no sulco, e depois tampando o sulco com enxadas.

A semeadura das plantas de cobertura foi realizada após a adubação de semeadura, feita mecanicamente com semeadoras de grãos em toda a área, inclusive nas parcelas controle, utilizando-se o fertilizante formulado 08-28-16 nas doses de 170 e 315 kg ha⁻¹, em Votuporanga e Selvíria, respectivamente.

A adubação de cobertura foi realizada manualmente a lança, em toda a área, inclusive nas parcelas com o tratamento controle, utilizando-se sulfato de amônio, na dose de 185 kg ha⁻¹, aos 15 dias após a semeadura e ureia, na dose de 170 kg ha⁻¹, aos 30 dias após a semeadura, em Votuporanga, e ureia, na dose de 65 kg ha⁻¹, e cloreto de potássio, na dose de 35 kg ha⁻¹, aos 30 dias após a semeadura, em Selvíria. Por ser a planta de cobertura mais exigente, foi utilizada a cultura do *S. bicolor* como referência para as adubações, baseadas nas recomendações do Boletim Técnico 100 (RAIJ *et al.*, 1997).

Foi realizado o corte das panículas do *S. bicolor*, do *P. americanum* e do *S. sudanense*, aos 115, 110 e 125 dias após a semeadura respectivamente, simulando-se a colheita de grãos e/ou sementes. O híbrido de *S. bicolor* com *S. sudanense* e a *U. ruziziensis* foram cortados a 0,20 m do solo e retirados da área, aos 95 e 145 dias após a semeadura, respectivamente, simulando-se ensilagem do híbrido e fenação da *U. ruziziensis*. No tratamento controle deixaram-se as plantas daninhas desenvolverem-se. No final do mês de agosto de 2008 todas as parcelas foram roçadas. No início de novembro realizou-se a primeira dessecação e vinte dias após realizou-se a segunda dessecação.

Após as dessecações foi semeada mecanicamente a cultura da soja, em sistema de semeadura direta, nos dias 28/11/2008 e 03/12/2008, em Selvíria e Votuporanga, respectivamente, utilizando-se a cultivar M-Soy 7908 RR, no espaçamento de 0,45 m com 14 sementes m⁻¹, e 250 kg ha⁻¹ e 350 kg ha⁻¹ do adubo formulado 04-20-20, em Votuporanga e Selvíria, respectivamente, conforme Boletim Técnico 100 (RAIJ *et al.*, 1997).

A colheita foi realizada nos dias 08/04/2009 e 16/04/2009, em Selvíria e Votuporanga, respectivamente.

No segundo ano de estudo, a semeadura das plantas de cobertura foi realizada nos dias 13/04/2009, em Selvíria e 18/05/2009 em Votuporanga, manualmente sobre a palhada de soja cultivada anteriormente, abrindo-se sulcos de plantio com enxadas, distribuindo-se as sementes no sulco, e depois tampando-se o sulco com enxadas.

As adubações foram novamente realizadas mecanicamente com semeadoras de grãos em todas as parcelas, utilizando-se o fertilizante formulado 08-28-16 nas doses de 300 kg ha⁻¹ e 275 kg ha⁻¹ em Votuporanga e Selvíria, respectivamente.

O manejo das plantas de cobertura e do tratamento controle foi o mesmo do ano anterior. As plantas de cobertura foram roçadas no final do mês de julho de 2009, em Selvíria e em setembro, em Votuporanga.

Em Votuporanga, foi realizada a primeira dessecação das plantas de cobertura em 19/11/2009 e a segunda em 14/12/2009, e em Selvíria, foi realizada a primeira dessecação em 04/11/2009 e a segunda em 25/11/2009.

Em Votuporanga, após as dessecações, foi realizada a semeadura do milho, em sistema de semeadura direta, em 14/12/2009, utilizando-se o híbrido DKB 350, com 5,1 sementes m⁻¹, no espaçamento de 0,8 m. Na adubação de semeadura, utilizou-se 300 kg ha⁻¹ do adubo formulado 08-20-20. As adubações de cobertura foram realizadas em 30/12/2009 e em 11/01/2010, utilizando-se sulfato de amônio, na dose de 250 kg ha⁻¹.

Em Selvíria, após as dessecações, foi realizada a semeadura do milho em 25/11/2009, utilizando-se o híbrido DKB 350, com 6,0 sementes m⁻¹, no espaçamento de 0,8 m. Na adubação de semeadura, utilizou-se 320 kg ha⁻¹ do adubo formulado 08-28-16. As adubações de cobertura foram realizadas em 15/12/2009, utilizando-se 300 kg ha⁻¹ do adubo formulado 20-00-20, e em 22/12/2009, utilizando-se 175 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio.

As adubações de semeadura e de cobertura da cultura do milho foram realizadas conforme Boletim Técnico 100 (RAIJ *et al.*, 1997).

Foram realizados todos os tratamentos fitossanitários necessários para o desenvolvimento adequado das culturas da soja e do milho.

As avaliações de fitomassa das coberturas foram realizadas no momento da colheita de grãos (*S. bicolor*), da colheita de sementes (*P. americanum* e *S. sudanense*) e do corte (híbrido e *U. ruziziensis*), e antes da roçada no tratamento controle, nos dois anos de estudo, na pré-semeadura da soja, em 28/10/2008 e 06/11/2008, em Selvíria e Votuporanga, respectivamente, e na pré-semeadura do milho, em 04/11/2009 e 16/11/2009, em Selvíria e Votuporanga, respectivamente, retirando-se duas amostras de 0,5 x 0,5 m por parcela da parte aérea das plantas de cobertura e do tratamento controle, as quais foram acondicionadas em sacos de papel e levadas para secagem em estufa de ventilação forçada regulada a 65-70 °C por 72 horas.

Na cultura da soja a altura de plantas e a altura de inserção da primeira vagem, foram avaliadas em dez plantas das duas linhas centrais de cada parcela. O estande final m^{-1} , a quantidade total de vagens planta $^{-1}$, incluindo vagens com grãos chochos, a massa de cem grãos e a produtividade de grãos, foram avaliados em três metros das duas linhas centrais de cada parcela. As avaliações foram realizadas no momento da colheita, realizada nos dias 08/04/2009 e 16/04/2009, em Selvíria e Votuporanga, respectivamente.

Na cultura do milho avaliou-se o estande final de plantas, altura de inserção da primeira espiga, altura de plantas, número de espigas ha^{-1} , massa de cem grãos e produtividade de grãos, em 3,0 m das duas linhas centrais de cada parcela, no momento da colheita do milho, realizada no dia 15/04/2010 em Selvíria e no dia 26/04/2010 em Votuporanga.

Os dados foram submetidos ao teste F e realizado o teste de Tukey ($p < 0,05$), para comparação das médias, com o uso do programa computacional ESTAT, desenvolvido pelo Departamento de Ciências Exatas da FCAV/UNESP/Jaboticabal (SISTEMA PARA ANÁLISES ESTATÍSTICAS, 1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os quadrados médios das características agrônômicas das culturas da soja e do milho e a significância do teste F a 1 e 5% de probabilidade.

Na Tabela 2 constam as produtividades acumuladas de matéria seca das diferentes coberturas, obtidas no momento do corte/colheita das coberturas e na pré-semeadura da cultura da soja e do milho.

Tabela 1 - Resumo da análise de variância das características agrônômicas das culturas da soja e do milho sobre diferentes coberturas em Votuporanga, SP e Selvíria, MS

F.V.	G.L.	QUADRADO MÉDIO					
		AIV	AP	EF	NV	MC	PR
----- Soja - Votuporanga -----							
B	3	0,0003 ^{ns}	0,0056 ^{ns}	0,4174 ^{ns}	875,56 ^{ns}	0,6790 ^{ns}	861.301,18*
C	15	0,0008 ^{ns}	0,0043 ^{ns}	1,0026 ^{ns}	513,32 ^{ns}	1,4059 ^{ns}	576.075,49*
R	45	0,0016	0,0029	1,1926	536,5	1,7982	290.252,19
CV		29,09	11,19	12,46	26,08	7,30	12,88
----- Soja - Selvíria -----							
B	3	0,0004 ^{ns}	0,0119 ^{ns}	0,2212 ^{ns}	165,43 ^{ns}	1,3215 ^{ns}	595.989,06 ^{ns}
C	15	0,0033**	0,0097 ^{ns}	1,5484 ^{ns}	931,92*	0,9291 ^{ns}	325.771,36 ^{ns}
R	45	0,0007	0,0083	2,5264	489,65	1,0422	229.574,60
CV		13,74	11,96	19,17	27,86	6,34	18,19
		AIE	AP	EF	NE	MC	PR
----- Milho - Votuporanga -----							
B	3	0,0072 ^{ns}	0,0317 ^{ns}	19.309.077,06 ^{ns}	72.151.545,29 ^{ns}	2,1546 ^{ns}	5.142.142,79 ^{ns}
C	15	0,0124**	0,0645**	13.141.176,58 ^{ns}	42.273.216,48 ^{ns}	6,6499**	6.658.808,72*
R	45	0,0042	0,0201	12.319.790,01	39.060.502,01	2,4918	2.872.524,59
CV		6,50	7,69	6,75	13,77	6,00	31,36
----- Milho - Selvíria -----							
B	3	0,0341**	0,0394**	18.217.570,77 ^{ns}	6.742.883,33 ^{ns}	5,0961 ^{ns}	5.818.517,17**
C	15	0,0060 ^{ns}	0,0078**	32.952.298,72*	27.173.828,8*	1,4993 ^{ns}	1.336.218,98 ^{ns}
R	45	0,0059	0,0069	17.043.416,48	13.976.107,58	2,4349	1.006.288,61
CV		7,28	3,98	6,12	5,68	6,39	15,98

FV - Fontes de variação; B - Bloco; C - Coberturas; R - Resíduo; CV - Coeficiente de variação (%); G.L. - Graus de liberdade; AIV - Altura de inserção da primeira vagem (m); AIE - Altura de inserção da primeira espiga; AP - Altura de plantas (m); EF - Estande final m^{-1} ; NV - Número de vagens planta $^{-1}$; NE - Número de espigas ha^{-1} ; MC - Massa de cem grãos (g); PR - Produtividade ($kg ha^{-1}$); ^{ns} - não significativo; * - significativo a 5% pelo teste F; ** - significativo a 1% pelo teste F

Tabela 2 - Matéria seca acumulada da parte aérea das plantas de cobertura e do tratamento controle no momento do corte/colheita, em Votuporanga, SP e Selvíria, MS, em 2008 e 2009

Coberturas	Gasto de sementes (kg ha ⁻¹)	Votuporanga	Selvíria	Votuporanga	Selvíria
		2008		2009	
Mg ha ⁻¹					
<i>S. bicolor</i>	6	17,5	14,3	10,5	22,7
<i>S. bicolor</i>	7	20,0	16,0	9,5	21,7
<i>S. bicolor</i>	8	19,8	14,9	10,4	21,6
<i>P. americanum</i>	10	10,3	9,0	8,3	11,6
<i>P. americanum</i>	15	9,8	9,5	9,1	12,4
<i>P. americanum</i>	20	11,0	8,3	9,0	11,6
<i>S. sudanense</i>	12	19,5	14,6	22,2	21,7
<i>S. sudanense</i>	15	18,3	14,3	21,5	30,3
<i>S. sudanense</i>	18	19,1	15,5	22,0	28,2
Híbrido	8	26,1	16,3	17,4	28,3
Híbrido	9	31,4	14,2	14,2	30,4
Híbrido	10	28,5	16,6	14,5	27,8
<i>U. ruziziensis</i>	8	15,5	16,8	10,9	22,9
<i>U. ruziziensis</i>	12	15,7	17,0	12,0	24,6
<i>U. ruziziensis</i>	16	14,9	14,9	11,6	23,7
Controle	-	6,1	6,8	5,0	6,9

A adubação realizada em todas as parcelas propiciou um bom desenvolvimento de todas as coberturas, inclusive do tratamento controle, que acumulou quantidades superiores a 5,0 Mg ha⁻¹ de matéria seca, sendo maior que a constatada por Torres *et al.* (2005), o que pode ter favorecido o desenvolvimento da cultura da soja, pois o tratamento controle não diferiu das demais coberturas, em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, em relação a altura de plantas, estande final m⁻¹, número de vagens planta⁻¹, massa de cem grãos e produtividade de grãos da cultura da soja, em nenhum dos dois locais, conforme Tabelas 3 e 4.

Em Votuporanga, os diferentes gastos de sementes das diferentes coberturas e o tratamento controle, propiciaram diferenças significativas, em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, em relação à produtividade de grãos da cultura da soja, com os gastos de sementes de 12 e 18 kg ha⁻¹ da *U. ruziziensis* apresentando as maiores produtividades, superior a 4.650 kg ha⁻¹, e diferindo do gasto de sementes de 18 kg ha⁻¹ do *S. sudanense*, que apresentou a menor produtividade, 3.274 kg ha⁻¹. No entanto, esta

produtividade foi superior à média nacional da safra 2008/09, que foi de 2.629 kg ha⁻¹ (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2012), sendo que a produtividade de grãos da *U. ruziziensis* e do *P. americanum*, nos três diferentes gastos de sementes, e do tratamento controle foi superior à encontrada por Pacheco *et al.* (2011), na mesma safra, em Rio Verde, GO.

Em relação à altura de inserção da primeira vagem, altura de plantas, estande final m⁻¹, número de vagens e massa de cem grãos da cultura da soja, os diferentes gastos de sementes das diferentes coberturas e o tratamento padrão, não propiciaram diferenças significativas, em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, no entanto, os valores da massa de cem grãos foram superiores aos encontrados por Nunes *et al.* (2010), na safra 2005/06 em Jaboticabal, SP, sobre *Urochloa decumbens* e *Urochloa brizantha*.

Em Selvíria, MS, os diferentes gastos de sementes das diferentes coberturas e o tratamento padrão, propiciaram diferenças significativas, em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, em relação à altura de inserção da primeira vagem da cultura da soja, sendo que os três diferentes gastos de

Tabela 3 - Valores médios das características agrônômicas da cultura da soja sobre diferentes coberturas, Votuporanga, SP, 2009

Coberturas	Gasto de sementes (kg ha ⁻¹)	Altura de inserção (m)	Altura de plantas (m)	Estande final m ⁻¹	Número de vagens	Massa de cem grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
<i>S. bicolor</i>	6	0,16	0,49	8,50	105,00	18,63	4.147 ab
<i>S. bicolor</i>	7	0,15	0,53	9,38	81,75	18,41	4.219 ab
<i>S. bicolor</i>	8	0,11	0,47	8,46	105,50	17,48	4.097 ab
<i>P. americanum</i>	10	0,14	0,47	9,21	97,25	18,72	4.613 ab
<i>P. americanum</i>	15	0,12	0,46	8,63	91,00	19,76	4.639 ab
<i>P. americanum</i>	20	0,16	0,52	8,21	91,50	18,55	4.218 ab
<i>S. sudanense</i>	12	0,13	0,48	9,00	90,75	18,46	3.974 ab
<i>S. sudanense</i>	15	0,13	0,43	9,13	75,25	18,66	3.841 ab
<i>S. sudanense</i>	18	0,14	0,50	9,04	67,00	17,43	3.274 b
Híbrido	8	0,12	0,46	7,96	86,00	17,82	3.800 ab
Híbrido	9	0,14	0,46	8,88	82,25	17,82	3.987 ab
Híbrido	10	0,13	0,44	8,17	92,75	19,01	4.115 ab
<i>U. ruziziensis</i>	8	0,14	0,51	8,92	72,50	18,70	4.396 ab
<i>U. ruziziensis</i>	12	0,13	0,47	8,67	85,25	18,00	4.721 a
<i>U. ruziziensis</i>	16	0,12	0,49	9,84	103,50	18,04	4.679 a
Controle	-	0,15	0,55	8,28	94,00	18,30	4.194 ab
DMS	10,11	13,86	2,80	59,37	3,44	1.381	
CV (%)	29,09	11,19	12,46	26,08	7,30	12,88	

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

Tabela 4 - Valores médios das características agrônômicas da cultura da soja sobre diferentes coberturas, Selvíria, MS, 2009

Coberturas	*	Altura de inserção (m)	Altura de plantas (m)	Estande final m ⁻¹	Número de vagens	Massa de cem grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
<i>S. bicolor</i>	6	0,14 d	0,71	8,46	102,50	16,47	3.347
<i>S. bicolor</i>	7	0,18 bcd	0,73	8,33	73,00	16,91	2.420
<i>S. bicolor</i>	8	0,19 abcd	0,75	7,63	83,25	15,67	2.289
<i>P. americanum</i>	10	0,17 bcd	0,82	9,00	83,75	16,60	2.396
<i>P. americanum</i>	15	0,18 bcd	0,71	6,58	64,25	15,81	2.474
<i>P. americanum</i>	20	0,16 cd	0,72	9,17	74,25	16,55	2.686
<i>S. sudanense</i>	12	0,19 abcd	0,78	8,46	78,00	16,33	2.853
<i>S. sudanense</i>	15	0,22 abc	0,73	8,08	69,75	16,40	2.787
<i>S. sudanense</i>	18	0,20 abcd	0,74	8,50	69,75	15,57	2.511
Híbrido	8	0,17 bcd	0,68	8,79	91,50	15,74	2.854
Híbrido	9	0,20 abcd	0,78	7,50	93,25	16,44	2.424
Híbrido	10	0,16 cd	0,76	8,38	106,75	15,74	2.827

Continuação da Tabela 4

<i>U. ruziziensis</i>	8	0,21abc	0,83	8,54	67,50	15,96	2.941
<i>U. ruziziensis</i>	12	0,25 a	0,82	8,34	67,50	16,30	2.266
<i>U. ruziziensis</i>	16	0,24 ab	0,85	8,34	50,50	15,92	2.537
Controle	-	0,17 bcd	0,78	8,58	95,00	15,06	2.545
DMS		6,67	23,36	4,07	56,72	2,62	1.228
CV (%)		13,74	11,96	19,17	27,86	6,34	18,19

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%, *Gasto de sementes (kg ha⁻¹)

sementes da *U. ruziziensis* e o gasto de sementes de 15 kg ha⁻¹ do *S. sudanense*, apresentaram as maiores alturas de inserção, e diferiram do gasto de sementes de 6 kg ha⁻¹ do *S. bicolor*. Já em relação à altura de plantas, estande final m⁻¹, número de vagens planta⁻¹, massa de cem grãos e produtividade de grãos da cultura da soja, os diferentes gastos de sementes das diferentes coberturas e o tratamento controle, não propiciaram diferenças significativas, em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, corroborando com Carvalho *et al.* (2004) que também não constataram diferenças significativas na massa de cem grãos da cultura da soja. Por outro lado, Muraishi *et al.* (2005) verificaram diferenças com relação a altura de plantas e massa de mil grãos da cultura da soja.

Em relação à cultura do milho, em Votuporanga, os diferentes gastos de sementes das diferentes coberturas e o tratamento controle não diferiram entre si, em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, em relação ao estande final ha⁻¹, número de espigas ha⁻¹, e massa de cem grãos, mas apresentaram diferenças significativas em relação à altura de inserção da primeira espiga, altura de plantas e produtividade de grãos, sendo que o gasto de sementes de 10 kg ha⁻¹ do *P. americanum* propiciou a maior altura de inserção e altura de plantas e o gasto de sementes de 9 kg ha⁻¹ do híbrido de *S. bicolor* com *S. sudanense* as menores alturas de inserção e de planta, conforme Tabela 5.

A maior altura de inserção e de plantas proporcionada pelo gasto de sementes de 10 kg ha⁻¹ do *P. americanum* refletiu em maior produtividade de grãos, pois o gasto de sementes de 10 kg ha⁻¹ do *P. americanum*, juntamente com o tratamento padrão, apresentaram as maiores produtividades de grãos e diferiram do gasto de sementes de 18 kg ha⁻¹ do *S. sudanense*, o que não foi observado por Guimarães *et al.* (2006) que verificaram piores desempenhos, em relação a produtividade de grãos da cultura do milho, nas parcelas sobre *Urochloa decumbens* e sobre pousio.

A menor produtividade de grãos da cultura do milho sobre a palhada do *S. sudanense*, com o gasto de

sementes de 18 kg ha⁻¹, pode estar relacionada com a elevada quantidade de matéria seca acumulada pelo *S. sudanense*, conforme Tabela 2, o que pode ter diminuído os teores de nitrogênio do solo, devido a sua utilização por microorganismos na decomposição da palha. Segundo Ros e Aita (1996), para utilizar o C na biossíntese e também como fonte de energia, os microrganismos do solo imobilizam o N da palha, inclusive parte do N mineral do solo, diminuindo a sua disponibilidade para o milho.

Esta redução no teor de nitrogênio do solo também pode ter influenciado a menor produtividade de grãos da cultura da soja, com o gasto de sementes de 18 kg ha⁻¹ do *S. sudanense*, em Votuporanga, conforme Tabela 3, pois apesar da cultura da soja realizar a fixação biológica do nitrogênio, através da simbiose com as bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, o nitrogênio é o nutriente requerido e exportado em maior quantidade pela cultura da soja, com valores próximos a 51 kg ha⁻¹ de N por tonelada de grãos (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2005).

Em Selvíria, os diferentes gastos de sementes das diferentes coberturas e o tratamento padrão, propiciaram diferenças significativas, em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, em relação ao número de espigas, conforme Tabela 6, sendo que o *S. sudanense* com o gasto de sementes de 12 kg ha⁻¹ propiciou o maior número de espigas e diferiu da *U. ruziziensis* com o gasto de sementes de 12 kg ha⁻¹. No entanto a maior quantidade de espigas não refletiu em produtividade, pois não houve diferenças significativas, em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, em relação à produtividade de grãos, e também em relação ao estande final, altura de inserção da primeira espiga, altura de plantas e massa de cem grãos, corroborando com Camargo e Piza (2007) que verificaram que não houve diferença significativa em relação à produtividade de grãos em comparação com a testemunha. Por outro lado, todas as coberturas propiciaram produtividades de grãos superiores à média nacional da safra 2009/10, que foi de 4.412 kg ha⁻¹ (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2012).

Tabela 5 - Valores médios das características agrônômicas da cultura do milho, sobre diferentes coberturas, Votuporanga, SP, 2010

Coberturas	*	Altura de inserção (m)	Altura de plantas (m)	Estande final ha ⁻¹	Número de espigas	Massa de cem grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
<i>S. bicolor</i>	6	1,00 abc	1,82 abc	52.500	43.750	25,13	4.806 ab
<i>S. bicolor</i>	7	0,98 abc	1,80 abc	52.083	43.333	25,53	4.861 ab
<i>S. bicolor</i>	8	1,05 abc	1,90 abc	53.333	52.083	25,29	5.532 ab
<i>P. americanum</i>	10	1,11 a	2,07 a	52.917	50.000	28,76	7.758 a
<i>P. americanum</i>	15	1,08 ab	2,00 ab	51.667	45.000	27,56	7.131 ab
<i>P. americanum</i>	20	1,04 abc	1,99 abc	47.500	43.750	28,21	6.307 ab
<i>S. sudanense</i>	12	0,99 abc	1,80 abc	52.084	41.667	26,34	4.839 ab
<i>S. sudanense</i>	15	1,00 abc	1,78 abc	54.583	45.417	25,72	4.016 ab
<i>S. sudanense</i>	18	0,97 abc	1,74 abc	52.084	41.250	24,95	3.392 b
Híbrido	8	0,99 abc	1,84 abc	50.833	45.417	25,72	5.148 ab
Híbrido	9	0,92 c	1,63 c	52.084	45.417	24,91	4.086 ab
Híbrido	10	1,06 abc	1,91 abc	55.417	49.583	27,14	5.997 ab
<i>U. ruziziensis</i>	8	0,99 abc	1,78 abc	51.250	43.333	26,96	5.490 ab
<i>U. ruziziensis</i>	12	0,92 bc	1,75 abc	52.917	45.000	25,50	4.745 ab
<i>U. ruziziensis</i>	16	0,94 bc	1,71 bc	50.000	41.667	25,13	4.629 ab
Controle	-	1,05 abc	2,03 ab	51.042	49.375	28,06	7.743 a
DMS		0,17	0,36	8.997	16.020	4,05	4.344
CV (%)		6,50	7,69	6,75	13,77	6,00	31,36

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%, *Gasto de sementes (kg ha⁻¹)

Tabela 6 - Valores médios das variáveis agrônômicas da cultura do milho, sobre diferentes coberturas, Selvíria, MS, 2010

Coberturas	*	Altura de inserção (m)	Altura de plantas (m)	Estande final ha ⁻¹	Número de espigas ha ⁻¹	Massa de cem grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
<i>S. bicolor</i>	6	1,10	2,13	64.167	62.500 ab	24,42	6.704
<i>S. bicolor</i>	7	1,06	2,04	70.000	65.417 ab	24,06	6.668
<i>S. bicolor</i>	8	1,05	2,09	66.250	63.334 ab	25,44	5.745
<i>P. americanum</i>	10	1,04	2,13	66.250	66.250 ab	25,39	6.965
<i>P. americanum</i>	15	1,07	2,11	65.417	66.667 ab	23,94	6.099
<i>P. americanum</i>	20	1,08	2,09	71.250	67.500 ab	23,90	5.364
<i>S. sudanense</i>	12	1,06	2,12	71,250	71.250 a	24,41	6.894
<i>S. sudanense</i>	15	1,03	2,02	67.917	66.667 ab	24,56	6.676
<i>S. sudanense</i>	18	0,95	2,08	70.834	69.167 ab	24,67	6.973
Híbrido	8	1,02	2,02	67.083	65.000 ab	23,98	5.678
Híbrido	9	1,08	2,04	70.000	65.834 ab	22,95	5.063
Híbrido	10	1,00	2,04	67.500	67.500 ab	24,44	6.048

Continuação da Tabela 6

<i>U. ruziziensis</i>	8	1,10	2,16	65.000	63.333 ab	24,47	6.340
<i>U. ruziziensis</i>	12	1,08	2,12	62.083	61.667 b	24,13	6.519
<i>U. ruziziensis</i>	16	1,07	2,13	64.167	63.333 ab	24,98	6.173
Controle	-	1,05	2,11	70.000	68.334 ab	24,82	6.546
DMS		0,20	0,21	10.582	9.583	4,00	2.571
CV (%)		7,28	3,98	6,12	5,68	6,39	15,98

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%, *Gasto de sementes (kg ha⁻¹)

CONCLUSÕES

1. As diferentes coberturas mostraram-se como boas opções de plantas de cobertura antecessoras à cultura da soja em Votuporanga, SP e a cultura do milho em Selvíria, MS;
2. Os diferentes gastos de sementes utilizados para cada planta de cobertura propiciaram diferenças em relação às características agronômicas das culturas da soja e do milho.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação AGRISUS-Agricultura Sustentável, pelo apoio financeiro para instalação e condução da pesquisa científica. Agradecemos também ao Prof. Dr. Walter Veriano Valério Filho, do Departamento de Matemática da FEIS/UNESP, pela colaboração nas análises estatísticas, e a todos os funcionários dos Polos Regionais de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios do Noroeste Paulista e do Extremo Oeste - APTA, e da Fazenda de Ensino Pesquisa e Extensão da FEIS/UNESP, pelo apoio na instalação e condução dos campos experimentais.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, A. S.; ANGHINONI, I.; DESCHAMPS, F. C. Resíduos de plantas de cobertura e mobilidade dos produtos da dissolução do calcário aplicado na superfície do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 1, p. 115-123, 2004.
- ANDREOTTI, M. *et al.* Produtividade do milho safrinha e modificações químicas de um Latossolo em sistema plantio direto em função de espécies de cobertura após calagem superficial. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 1, p. 109-115, 2008.
- BERTIN, E. G.; ANDRIOLI, I.; CENTURION, J. F. Plantas de cobertura em pré-safra ao milho em plantio direto. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 27, n. 3, p. 379-386, 2005.

CAIRES, E. F. *et al.* Calagem superficial e cobertura de aveia-preta antecedendo os cultivos de milho e soja em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 1, p. 87-98, 2006.

CAMARGO, R.; PIZA, R. J. Produção de biomassa de plantas de cobertura e efeitos na cultura do milho sob sistema plantio direto no município de Passos, MG. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 3, p. 76-80, 2007.

CARVALHO, M. A. C. *et al.* Soja em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional em solo de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 11, p. 1141-1148, 2004.

CERETTA, C. A. *et al.* Produção e decomposição de fitomassa de plantas invernais de cobertura de solo e milho, sob diferentes manejos da adubação nitrogenada. **Ciência Rural**, v. 32, n. 1, p. 49-54, 2002a.

CERETTA, C. A. *et al.* Manejo da adubação nitrogenada na sucessão aveia preta/milho, no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, n. 1, p. 163-171, 2002 b.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Séries históricas relativas às safras 1976/77 a 2009/2010 de área plantada, produtividade e produção**. Brasília, DF, 2012. (Série histórica). Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=>>>. Acesso em: 09 mai. 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologia de produção de soja - Região Central do Brasil - 2006**. Londrina: Embrapa Soja, Embrapa Cerrados, Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. 225 p. (Embrapa Soja. Sistema de Produção, n. 9).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2006. 306 p. SISTEMA PARA ANÁLISES ESTATÍSTICAS. (V.2.0). Jaboticabal: Polo Computacional/Departamento de Ciências Exatas/UNESP-FCAV, Campus de Jaboticabal, SP, 1997.

GONÇALVES, W. G. *et al.* Sistema radicular de plantas de cobertura sob compactação do solo. **Engenharia Agrícola**, v. 26, n. 1, p. 67-75, 2006.

GUIMARÃES, G. L. *et al.* Culturas de inverno e pousio na sucessão da cultura da soja em plantio direto. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 28, n. 4, p. 471-477, 2006.

MURAIISHI, C. T. *et al.* Manejo de espécies vegetais de cobertura de solo e produtividade do milho e da soja em semeadura direta. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 27, n. 2, p. 199-207, 2005.

NUNES, A. S. *et al.* Formação de cobertura vegetal e manejo de plantas daninhas na cultura da soja em sistema plantio direto. **Planta Daninha**, v. 28, n. 4, p. 727-733, 2010.

PACHECO, L. P. *et al.* Produção e ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura nas culturas de arroz de terras altas e de soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 5, p. 1787-1799, 2011.

RAIJ, B. Van. *et al.* (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, 1997. 285 p. (Boletim Técnico, 100).

ROS, C. O.; AITA, C. Efeito de espécies de inverno na cobertura do solo e fornecimento de nitrogênio ao milho em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 20, n. 1, p. 135-140, 1996.

STONE, L. F. *et al.* Evapotranspiração do feijoeiro irrigado em plantio direto sobre diferentes palhadas de culturas de cobertura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 4, p. 577-582, 2006.

TORRES, J. L. R. *et al.* Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 4, p. 609-618, 2005.