

Desempenho agronômico da soja sob diferentes rotações e sucessões de culturas em sistema plantio direto

Cinthia Raquel Mancin*, Luiz Carlos Ferreira de Souza, José Oscar Novelino, Marlene Estevão Marchetti e Manoel Carlos Gonçalves

*Departamento de Ciências Agrárias, Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Rod. Dourados, km 12, Cx. Postal 533, 79804-970, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: crmancin@yahoo.com.br*

RESUMO. Este trabalho faz parte de um projeto de longa duração que teve início em 1997 e envolve produção de grãos baseada em sistemas de rotação ou sucessão de culturas. O experimento foi desenvolvido no ano agrícola 2005/06, em LATOSSOLO VERMELHO Distroférico, na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD, em Dourados, Estado de Mato Grosso do Sul. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com sete tratamentos e três repetições. Em cada parcela, foram semeadas mecanicamente 26 linhas de soja com 36 m de comprimento, espaçadas entre si por 0,45 m. Os tratamentos consistiram de sete sistemas de rotação ou sucessão, envolvendo espécies semeadas solteiras ou com misturas de espécies antecessoras a soja, constituindo os seguintes tratamentos: Sistema 1: crotalaria+ervilhaca/soja; Sistema 2: ervilhaca+aveia+nabo/soja; Sistema 3: girassol/soja; Sistema 4: milheto/soja; Sistema 5: milho/soja; Sistema 6: trigo/soja e Sistema 7: aveia/soja. Foram avaliadas a altura de planta, altura de inserção da primeira vagem, número de ramificações por planta, número de vagens por planta, produtividade da soja, massa de 100 grãos. Concluiu-se que podem ser utilizadas várias espécies em rotação ou sucessão de cultura com a soja no sistema plantio direto consolidado, sem afetar os componentes de produção da leguminosa.

Palavras-chave: sistemas de produção, produtividade, plantas de cobertura.

ABSTRACT. Agronomic performance of soybean in different rotations and successions of crops in no tillage system. This work is a part of a long-term project that began in 1997 and which involves grain production based on crop rotation or crop succession systems. The experiment was carried out in the 2005/06 season, in a Dystroferic Red Latosol, in the Agrarian Science Experimental Farm of Federal University of Great Dourados – UFGD, in Dourados, Mato Grosso do Sul, Brazil. The experimental design was in randomized blocks with seven treatments and three replications. In each parcel, 26 rows of soybean were sowed, 36 m long, spaced 0.45 m apart. Treatments consisted of seven systems of rotation or succession, involving species that were sowed alone or mixed with species that preceded soybean, comprising the following treatments: System 1: crotalaria + vetch /soybean; System 2: vetch +oat + turnip/soybean; System 3: sunflower/soybean; System 4: millet/soybean; System 5: corn/soybean; System 6: wheat/soybean; and System 7: oat/soybean. Plant height, insertion height of first pod, number of plant ramifications, number of pods per plant, soybean yield, and mass of 100 grains were evaluated. It was concluded that in a no-tillage consolidated system, various species can be used in rotation or succession with soybean, without affecting the components of the leguminous yield.

Key words: production system, yield, covering plants.

Introdução

No Cerrado, os sistemas de manejo com menor revolvimento – como o cultivo mínimo ou o plantio direto – em virtude da maior proteção que conferem ao solo, da restrita mobilização da camada arável e da maior diversificação de espécies, têm sido a forma mais viável sob as condições agroecológicas desta região,

conciliando produtividade satisfatória, economicidade e equilíbrio ambiental (URCHEI et al., 2000).

A busca pela agricultura sustentável tem proporcionado um desenvolvimento significativo nestas técnicas de cultivo, com ação direcionada para o sistema de preparo mínimo do solo ou de semeadura direta, em várias áreas agrícolas do mundo, dando ênfase a

prevenção a erosão, a degradação e a capacidade de armazenamento de água no solo (BONFIL et al., 1999; GALANTINI et al., 2000; MARTENS et al., 2001), proporcionando menor variabilidade térmica deste (NASCIMENTO et al., 2003).

O plantio direto melhora a qualidade química do solo em razão do aumento de matéria orgânica e da maior disponibilidade de nutrientes às plantas (CAVALIERI et al., 2004). Sendo assim, de fundamental importância, a utilização de espécies com alta produção de fitomassa para o desenvolvimento sustentável deste sistema no cerrado (SOUZA et al., 2008). E por meio da rotação ou sucessão de culturas, há o manejo alternativo dos nutrientes como, por exemplo, a utilização de leguminosas para suprir o nitrogênio para as culturas não leguminosas (GALANTINI et al., 2000; MARTENS et al., 2001). Pedersen e Lauer (2002) observaram que a rotação de soja e milho aumenta a produção de ambas às culturas quando comparada com a monocultura.

Para Borkert et al. (2003), além deste benefício sobre a fertilidade do solo pela reciclagem de nutrientes, a sucessão soja-trigo quando substituída pela prática de rotação de culturas, pode ser importante no controle de pragas, doenças e plantas daninhas.

Mesmo sendo de fundamental importância para a sustentabilidade agrícola, o sistema plantio direto é adotado, em sua plenitude, por uma minoria de produtores da região sul de Mato Grosso do Sul, cuja prática usual é a sucessão soja/milho, com a semeadura da soja no verão e o milho no outono ("milho safrinha"), havendo assim, a necessidade de uma mudança na forma de pensar a atividade agrícola, a partir de um contexto sócio-econômico, com preocupações ambientais.

Devido à carência de pesquisa envolvendo espécies em rotação de cultura contrapondo ao monocultivo de verão e inverno, aliado à importância de se aperfeiçoar e maximizar os benefícios no SPD desenvolveu-se este trabalho, que teve por objetivo avaliar se o desempenho agrônomo da soja é influenciado pela rotação e sucessão de culturas, numa área cultivada há nove anos sob este sistema.

Material e métodos

Este trabalho é parte de um projeto de longa duração que teve início em 1997, envolvendo produção de grãos baseado em sistemas de rotação ou sucessão de culturas. Os resultados apresentados neste, são referentes ao ano agrícola 2005/2006, realizado na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD,

localizado no município de Dourados, Estado do Mato Grosso do Sul, latitude 22°14'S e longitude 54°49'W e 452 m de altitude, em solo classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico, textura muito argilosa originalmente sob vegetação de cerrado, cujos resultados dos atributos químicos do solo, coletados nas profundidades de 0-10 cm e de 10-20 cm, encontram-se na Tabela 1.

Os dados de temperatura máxima, mínima e média mensal e da precipitação pluviométrica acumulada, por decêndio durante o desenvolvimento do experimento, estão representados na Figura 1.

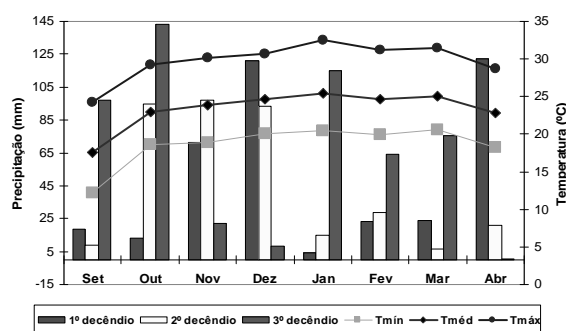


Figura 1. Pluviosidade (mm) acumulada por decêndio e temperaturas (°C) máxima, média e mínima registradas no período de execução do experimento na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias da UFGD.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com sete tratamentos e três repetições. As parcelas mediram 36 m de comprimento por 11 m de largura (396 m²) onde foram semeadas mecanicamente 26 linhas de soja com 36 m de comprimento, espaçadas entre si de 0,45 m.

Os tratamentos consistiram de sete sistemas de rotação ou sucessão de culturas, envolvendo diferentes espécies vegetais semeadas no outono/inverno/primavera de 2005, antecessoras à soja. Na Tabela 1 estão dispostas às sequências de rotação e/ou sucessão de culturas por tratamento, desde o verão de 2003 até o verão de 2005.

Tabela 1. Sistemas de rotação e sucessão de culturas com espécies de verão, outono-inverno e primavera com ênfase para soja, no período de 2003 a 2005.

Sistemas de rotação ou sucessão de culturas	Ano					
	2003		2004		2005	
	verão	inverno	verão	inverno	primavera	verão
1	soja	ep+av+nb	milho	crotalária + ep	*	soja
2	soja	girassol	milho	ep+av+nb	*	soja
3	soja	av+crotalária	milho	girassol	*	soja
4	milho	crotalária	milho	ervilhaca	milheto	soja
5	soja	milho	soja	milho	*	soja
6	arroz	milho	soja	trigo	*	soja
7	soja	aveia	soja	aveia	*	soja

Legenda: ep = ervilhaca peluda; av = aveia preta; nb = nabo forrageiro. *Ausência de cobertura de primavera.

Esta sequência de cultura foi a mesma no período de 2000 a 2002, ou seja, a cada três anos fecha-se um ciclo de rotação. Nesse caso, nos sistemas 1, 2 e 3, a cultura da soja fez rotação com a cultura do milho. No sistema 4, a soja foi semeada após dois cultivos sucessivos de milho, e nos sistemas 5 e 7, houve sempre a sucessão soja no verão e milho ou aveia no outono-inverno, que caracteriza o sistema de produção adotado pela maioria dos produtores da região.

As culturas de outono/inverno foram semeadas mecanicamente com semeadora equipada para plantio direto. No início de março de 2005 foram semeadas as culturas de milho e girassol, utilizando-se semeadora com duas linhas de 0,9 m entre si. Para as demais espécies, foi utilizada uma semeadora modelo TD, com 19 linhas, espaçadas entre si de 0,17 m sendo que o trigo, a ervilhaca peluda, o nabo forrageiro e a mistura destes foram semeados no dia 12 de abril. As culturas do milho e do trigo foram colhidas em setembro do mesmo ano, e as demais culturas, foram manejadas com o rolo-faca. No início de outubro foi feita dessecação em todas as parcelas utilizando-se o herbicida Glyphosate na dose de 3,0 L ha⁻¹ para o controle das plantas daninhas.

A semeadura da soja, variedade Coodetec 202, ocorreu no dia 24 de outubro de 2005, utilizando-se uma semeadora equipada para plantio direto, com três linhas, espaçadas 0,45 m entre si, regulada para distribuir 350 kg ha⁻¹ da fórmula 2-20-20 e densidade de 18 sementes por metro linear, visando obter estande final de 15 plantas por metro linear.

A colheita foi realizada no dia 17 de fevereiro de 2006, onde foram realizadas as amostragens para avaliar o desempenho agrônômico da soja.

Foram analisadas as seguintes características agrônômica da soja:

Altura de planta e inserção da primeira vagem: as alturas de planta e de inserção da primeira vagem foram determinadas no momento da colheita medindo-se, ao acaso, 10 plantas por parcela. A altura de planta foi obtida medindo-se a distância entre o nível do solo até o ápice do caule e a altura de inserção da primeira vagem foi determinada pela distância entre o nível do solo e a inserção da primeira vagem no caule.

Número de ramificação por planta: o número de ramificação por planta foi determinado na colheita, contando-se, ao acaso, o número de ramificações de 10 plantas, por parcela.

Número de vagens por planta: o número de vagens por planta foi determinado na colheita contando-se, ao acaso, o número de vagens, amostrando-se dez plantas por parcela.

Produtividade da soja: a produtividade foi medida após a trilha e limpeza dos grãos das plantas colhidas dentro da área útil de cada parcela, representada por duas linhas de soja com 5 m de comprimento. A pesagem dos grãos foi realizada em balança de precisão com duas casas decimais, com os valores expressos de kg ha⁻¹, corrigindo-se o grau de umidade para 13%.

Massa de 100 grãos: após a medida de produtividade de cada parcela foi efetuada a contagem de quatro amostras de 100 grãos por parcela. As amostras foram pesadas em balança de precisão com duas casas decimais. A massa de 100 grãos foi determinada pela média das quatro amostras.

O acompanhamento da fertilidade do solo é realizado anualmente retirando-se 10 subamostras simples para formar uma amostra composta em cada parcela, nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm. As amostras após homogeneização foram etiquetadas e em seguida, enviadas para o Laboratório de Solo da UFGD, para a determinação dos atributos químicos, conforme metodologia descrita em Embrapa (1999). Para este trabalho foram consideradas as análises obtidas no ano de 2005 (Tabela 2), amostradas no mês de setembro, antes da semeadura da cultura da soja.

Deve-se salientar que a última calagem realizada na área experimental foi no ano de 2000, utilizando-se uma tonelada por hectare de calcário filler, aplicado a lanço na superfície do solo.

Foi realizada a análise de variância ($p < 0,05$) para as variáveis estudadas, no aplicativo computacional SAEG (RIBEIRO JR., 2001).

Resultados e discussão

A análise de variância para altura de planta, altura de inserção da primeira vagem, número de ramificações por planta, número de vagens por planta, produtividade e massa de 100 grãos não diferiram estatisticamente ($p > 0,05$) entre os sistemas de rotação ou sucessão de culturas. A altura de planta, altura de inserção de vagens e o número de ramificações por planta é uma característica genética do cultivar, que pode ser influenciado pelo ambiente, principalmente pela fertilidade do solo e pelas condições climáticas.

Tabela 2. Valores médios dos atributos químicos do solo relativos a três profundidades de amostragem, para cada sistema de rotação ou sucessão de culturas, no ano de 2005.

Sistema de Produção	Prof. cm	MO g dm ⁻³	pH CaCl ₂	P mg dm ⁻³	K	Al	Ca	Mg mmol dm ⁻³	H+Al	CTC	V% (%)
1	0-5,0	37,6	5,8	26	11,6	2,4	52,9	21,9	54,6	136,1	62
	5,0-10	27,3	4,4	23	3,9	2,3	38,8	16,7	63,3	125,8	54
	10,0-20	24,8	4,4	7	2,6	3,4	29,5	8,7	71,0	111,8	36
2	0-5,0	35,7	5,3	28	10,6	0,4	54,6	24,0	47,8	137,1	64
	5,0-10	26,9	4,7	20	2,9	2,9	40,6	14,8	66,7	125,0	47
	10,0-20	25,6	4,8	11	1,7	1,2	44,4	13,7	53,3	113,0	52
3	0-5,0	36,75	5,6	32	14,2	0,6	57,4	26,5	38,35	134,3	70
	5,0-10	26,0	4,7	22	4,0	3,5	37,2	13,9	66,0	121,1	45
	10,0-20	27,2	4,7	6	2,2	3,5	36,4	12,0	59,0	109,7	46
4	0-5,0	36,9	5,3	20	13,9	0,2	50,0	22,35	42,8	129,2	66
	5,0-10	27,3	4,8	16	4,4	0,6	41,8	14,7	61,7	122,6	49
	10,0-20	24,8	4,8	8	2,3	1,6	42,6	10,9	60,3	116,1	48
5	0-5,0	36,7	5,3	31	11,2	0,4	56,35	24,6	47,3	139,5	65
	5,0-10	28,6	4,6	25	3,5	1,9	40,0	16,3	62,3	130,2	54
	10,0-20	24,4	4,7	8	2,4	2,8	39,3	13,9	61,7	117,3	47
6	0-5,0	37,5	5,4	25,5	12,5	0,0	55,6	24,75	41,85	134,8	68
	5,0-10	27,6	4,9	21	4,7	1,2	46,2	17,0	58,7	126,5	54
	10,0-20	23,9	5,0	7	2,2	1,0	46,1	16,0	51,0	115,4	55
7	0-5,0	36,7	5,4	27,5	11,6	0,8	53,9	23,6	47,8	136,9	65
	5,0-10	28,2	4,6	19	3,9	3,6	38,2	18,1	61,3	135,5	51
	10,0-20	23,2	4,6	7	2,1	4,5	35,2	11,3	67,7	116,3	42

No ano agrícola 2005/06 ocorreu uma boa distribuição de chuva nos meses de novembro e dezembro (Figura 1), durante a fase vegetativa da cultura, favorecendo o desenvolvimento da planta, que atingiu altura média de 84 cm e inserção de vagem de 20,6 cm (Tabela 3). Pode-se afirmar que as médias da altura de inserção da primeira vagem foram adequadas para a colheita mecanizada, considerando que plantas de soja com inserção de vagem acima de 10 cm evita a perda de vagem durante a colheita, além de aumentar a eficiência da colhedora (SEDIYAMA et al., 1985).

Tabela 3. Valores médios de altura de planta (cm), altura de inserção da primeira vagem (cm) e número de ramificações por planta para a cultura da soja, em função dos diferentes sistemas de rotação ou sucessão de culturas.

Sistemas	Altura de planta ^{ns}	Altura de inserção da 1ª vagem ^{ns}	Nº de ramificações por planta ^{ns}
1	77,1	20,7	6,1
2	85,9	22,6	6,9
3	80,5	21,4	5,9
4	84,6	16,7	6,5
5	87,6	21,5	6,1
6	84,9	20,9	7,5
7	87,5	20,1	5,6
DMS	14,07	7,81	2,92
MG	84,0	20,6	6,4
CV(%)	5,86	13,30	16,04

^{ns}: não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade; DMS: Desvio mínimo significativo; MG: Média geral; CV(%): Coeficiente de variação.

Na mesma área experimental, no ano agrícola 2000/01, também foi observado que não houve diferença significativa entre os tratamentos para altura de planta e inserção da primeira vagem, utilizando-se a variedade Embrapa 133, que apresentaram, respectivamente, 77,5 e 17,75 cm de altura média (BRANDT et al., 2006).

Santos e Lhamby (2001) observaram menor altura de plantas de soja cultivada após linho na média do período de 1987 a 1989, comparada com outras espécies de plantas em sistemas de rotação de culturas antecedendo a soja neste período. Trabalho realizado por Lemos et al. (2003) concluíram que não houve diferenças significativas para a altura da planta, altura de inserção da primeira vagem e no número total de vagens por planta quando a soja foi semeada sobre o milheto em parcelas com diferentes volume de palha.

Trabalhos desenvolvidos por Carvalho et al. (2004) em Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul, num LATOSSOLO VERMELHO Distroférico, utilizando mucuna-preta, guandu, crotalaria, milheto e pousio (vegetação espontânea), como culturas antecessoras a soja, concluíram que as referidas espécies não influenciaram na população de plantas, altura de plantas e inserção da primeira vagem da soja.

O número de vagens por planta é uma característica importante nos componentes de produção, sendo diretamente influenciada pelos fatores que afetam o crescimento e ramificação da planta, bem como pelas condições climáticas durante a floração e início da formação de vagens. O potencial genético e fisiológico da planta de soja, considerando planta isolada, tem possibilitado a produção de grande número de vagens por planta, embora em condições de lavoura comercial, o número de vagens por planta é bem menor, devido a competição entre planta e pelas variações das condições climáticas, sendo que normalmente, as variedades apresentam em torno de 30 a 70 vagens por planta.

Brandt et al. (2006), de acordo com este, não

verificaram diferença estatística no número de vagens por planta da variedade BRS 133 nesta mesma área, em sistemas de rotação de culturas no ano agrícola 2000/01, e obtiveram número médio baixo (35 vagens), concluindo que para compensar a produtividade de grãos seria necessário adensar o plantio. Por outro lado, Yusuf et al. (1999) afirma que a soja possui a capacidade de compensar baixo estande, com maior desenvolvimento das plantas (ramificações laterais), as quais terão maior número de vagens e quantidade de grãos, compensando na produtividade final.

Marchiori et al. (1999), em pesquisa desenvolvida com a variedade IAC 12 obtiveram entre as culturas antecessoras uma variação de 24,3 a 82,3 vagens, em função da época de semeadura.

No ano agrícola 2005/2006 a produtividade de grãos foi prejudicada pela ocorrência de veranicos nos meses de janeiro e fevereiro, associado com altas temperaturas (Figura 1) na fase de formação de vagens e enchimentos de grãos, sendo mais afetadas as variedades precoces, entre elas a Coodetec 202, utilizada no trabalho, com produtividade média de 1.681 kg ha⁻¹ (Tabela 4).

Tabela 4. Valores médios do número de vagens por planta, produtividade de grãos (kg ha⁻¹), produtividade relativa (%) e massa de 100 grãos (g) para a cultura da soja, em função dos diferentes sistemas de rotação ou sucessão de culturas.

Sistemas*	Nº de vagens por planta ^{ns}	Produtividade ^{ns} (kg ha ⁻¹)	Produtividade relativa (%)	Massa de 100 grãos ^{ns} (g)
1	36,6	1771	121,8	12,6
2	51,1	2140	147,2	14,0
3	39,4	1635	112,5	13,6
4	36,4	1603	110,3	12,8
5	35,8	1453	100,0	13,0
6	38,8	1540	105,9	13,2
7	43,7	1624	111,7	13,4
DMS	34,03	969,68	-	2,82
MG	42,11	1681	-	13,2
CV(%)	28,27	20,18	-	7,44

ns: não significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade; DMS: Desvio mínimo significativo; MG: Média geral; CV(%): Coeficiente de variação.

Foi observado no ano agrícola 2000/01, com a variedade BRS 133, resultado diferente deste experimento, pois houve diferença estatística com maior produtividade de grãos no tratamento em que a soja foi semeada em sucessão ao milho, produzindo 2.799 kg ha⁻¹ (BRANDT et al., 2006).

Trabalho realizado em Passo Fundo, Estado do Rio Grande do Sul, por Fontanelli et al. (2000), onde teve início das avaliações em 1992 – ano em que completou o primeiro ciclo de sucessão ou de rotação de culturas – houve diferenças significativas quanto ao rendimento de grãos de soja, em razão do tipo de cultura antecessora, o que indica que os sistemas de rotação de culturas envolvendo aveia-branca, aveia-preta pastejada, aveia-preta + ervilhaca

pastejada e trigo, utilizados como resteva de inverno, nesse primeiro ano, apresentaram efeitos diferenciados sobre a soja, nessa variável. Entretanto, nos demais anos (1993 a 1995) e na média conjunta dos anos, isso não foi verdadeiro, ou seja, as médias não diferiram significativamente entre si quanto ao rendimento de grãos.

A massa de 100 grãos teve comportamento semelhante ao observado para a produtividade, com a média do peso da massa de 100 grãos de 13,2 g (Tabela 4). De acordo com este, resultados obtidos no ano de 2000/2001 por Brandt et al. (2006), também não observaram diferenças para a massa de 100 grãos entre os tratamentos de rotação ou sucessão de culturas. Carvalho et al. (2004) constatou o mesmo, e ainda observou que entre os componentes da produção, este é o que apresenta menor percentual decorrente de alterações no ambiente de cultivo, provavelmente pelo objetivo biológico principal da planta ser a perpetuação da espécie.

A análise química de solo da área experimental realizada em 2005 (Tabela 2) indica valores adequados da fertilidade para produção de grãos, conforme Embrapa (2005). Observa-se maior acúmulo de nutrientes nas camadas subsuperficiais, principalmente na camada de 0-5 cm. Dessa forma, infere-se que todos os sistemas adotados nessa pesquisa têm contribuído para a melhoria do solo, e as diferenças entre os tratamentos sobre os componentes de produção de soja nem sempre tem sido discriminado pelo teste F a 5% de probabilidade. Assim, as variações nas produtividades observadas durante os anos de pesquisa têm sido mais influenciadas pelo fator climático, do que entre os tratamentos de rotação ou sucessão de culturas.

Fontana et al. (2001), de acordo com a disponibilidade de água no solo e a demanda evaporativa da atmosfera, constataram influência na estimativa de rendimento de grãos de soja no Estado do Rio Grande do Sul, especialmente nos meses de janeiro, fevereiro e março, que é o período fenológico mais crítico.

Pesquisa desenvolvida por Confalone e Dujmovich (1999), evidenciam que a ocorrência de déficit hídrico no final do período reprodutivo (R₄- R₆) provoca diminuição na produtividade de grãos, sendo a produção de legumes por unidade de superfície o componente de rendimento mais afetado.

Em experimento realizado na Embrapa -Trigo (Estado do Rio Grande do Sul) Santos e Lhamby (2001) verificaram menor produtividade de grãos da

soja cultivada após linho, na média do período de 1987 a 1989, em diferentes sistemas de produção. Nos períodos de 1990 a 1992 e de 1993 a 1995, não houve diferenças significativas entre tipo de cultura antecessora e a produtividade de grãos. Os autores concluíram que a soja cultivada após aveia branca, após aveia preta ou após trigo pode ser incluída, sem prejuízo, nos diferentes sistemas estudados.

Conclusão

No sistema plantio direto consolidado pode-se utilizar várias espécies em rotação ou sucessão com a soja, sem afetar os componentes de produção da leguminosa.

Referências

- BONFIL, D. J.; MUFRADI, I.; KLITMAN, S.; ASIDO, S. Wheat grain yield and soil profile water distribution in a no-till and environment. **Agronomy Journal**, v. 91, n. 3, p. 368-373, 1999.
- BORKERT, C. M.; GAUDÊNCIO, C. A.; PEREIRA, J. E.; PEREIRA, L. R.; OLIVEIRA JUNIOR, A. Nutrientes minerais na biomassa da parte aérea em culturas de cobertura de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 1, p. 143-153, 2003.
- BRANDT, E. A.; SOUZA, L. C. F.; VITORINO, A. C. T.; MARCHETTI, M. E. Desempenho agrônomo de soja em função da sucessão de culturas em sistema plantio direto. **Ciência e Agroecologia**, v. 30, n. 5, p. 869-874, 2006.
- CARVALHO, M. A. C.; ATAHAYDE, M. L. F.; SORATTO, R. P.; ALVES M. C.; ARF, O. 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.
- CAVALIERI, K. M. V.; TORMENA, C. A.; FIDALSKI, J.; PINTRO, J. C.; COSTA, A. C. S.; SOUZA JUNIOR, I. G. Alterações nas propriedades químicas de um LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico por dois sistemas de manejo de solo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 26, n. 4, p. 377-385, 2004.
- CONFALONE, A.; DUJMOVICH, M. N. Influência do déficit hídrico sobre o desenvolvimento e rendimento da soja. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 7, n. 2, p. 183-187, 1999.
- EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Solos/Embrapa Informática Agropecuária/Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999.
- EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologia de produção de soja – região central do Brasil – 2006**. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa-CPAO, 2005. (Sistema de Produção, 9).
- FONTANA, D. C.; BERLATO, M. A.; LAUSCHNER, M. H.; MELLO, R. W. Modelo de estimativa de rendimento de soja no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 3, p. 399-403, 2001.
- FONTANELLI, R. S.; SANTOS H. P.; VOSS, M.; AMBROSI, I. Rendimento e nodulação de soja em diferentes rotações de espécies anuais de inverno sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 2, p. 349-355, 2000.
- GALANTINI, J. A.; LANDRISCINI, M. R.; IGLESIAS, J. O.; MIGLIERINA, A. M.; ROSSELL, R. A. 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 Research**, v. 53, n. 2, p. 137-144, 2000.
- LEMO, L. B.; NAKAGAWA, J.; CRUSCIOL, C. A. C.; CHIGNOLI JÚNIOR, 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**, v. 62, n. 3, p. 405-415, 2003.
- MARCHIORI, L. F. S.; CÂMARA, G. M. S.; PEIXOTO, M. C.; MARTINS, M. C. Desempenho vegetativo de cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] em épocas normal e safrinha. **Scientia Agricola**, v. 56, n. 2, p. 383-390, 1999.
- MARTENS, J. R. T.; HOEPPNER, J. W.; ENTZ, M. H. Legume cover crops with winter cereals in southern Manitoba: establishment, productivity, and microclimate effects. **Agronomy Journal**, v. 93, n. 5, p. 1086-1096, 2001.
- NASCIMENTO, J. T.; SILVA, I. F.; SANTIAGO, R. D.; SILVA NETO, L. F. Efeito de leguminosas nas características químicas e matéria orgânica de um solo degradado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 7, n. 3, p. 457-462, 2003.
- PEDERSEN, P.; LAUER, J. G. Influence of rotation sequence and tillage system on the optimum plant population for corn and soybean. **Agronomy Journal**, v. 94, n. 5, p. 968-974, 2002.
- RIBEIRO JR, J. I. **Análises Estatísticas no SAEG**. 1. ed. Viçosa: Editora UFV, 2001.
- SANTOS, H. P.; LHAMBY, J. C. B. Influência de culturas de inverno sobre o rendimento de grãos de soja cultivada em sistemas de rotação de culturas. **Ciência Rural**, v. 31, n. 1, p. 1-6, 2001.
- SEDIYAMA, T.; PEREIRA, M. G.; SEDIYAMA, C. S.; GOMES, J. L. L. **Cultura da soja**. Parte I. Viçosa: UFV, 1985.
- SOUZA, E. D.; CARNEIRO, M. A. C.; BANYS, V. L. Fitomassa e acúmulo de nitrogênio, em espécies vegetais de cobertura do solo para um LATOSSOLO VERMELHO Distroférico de Cerrado. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 4, p. 525-531, 2008.

URCHEI, M. A.; RODRIGUES, J. D.; STONE, L. F. Análise de crescimento de duas cultivares de feijoeiro sob irrigação, em plantio direto e preparo convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 3, p. 497-506, 2000.

YUSUF, R. I.; SIEMES, J. C.; BULLOCK, D. G. Growth analysis of soybean under no-tillage and conventional tillage systems. **Agronomy Journal**, v. 91, n. 6, p. 928-933, 1999.

Received on June 26, 2007.

Accepted on March 17, 2008.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.