

Produtividade de feijão-guará e efeito supressivo de culturas de cobertura de inverno em espontâneas de verão

Henrique von Hertwig Bittencourt^{1*}, Paulo Emílio Lovato², Jucinei José Comin², Marcos Alberto Lana² e Miguel Angel Altieri³

¹Área de Fitotecnia, Instituto Agrônomo do Paraná, Rod. BR 158, 5517, Cx. Postal 510, 85501-970, Pato Branco, Paraná, Brasil.

²Departamento de Engenharia Rural, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. ³Departamento de Ciências Ambientais, Política e Gestão, Universidade da Califórnia em Berkeley, Califórnia, Estados Unidos. *Autor para correspondência. E-mail: hbittencourt@japar.br

RESUMO. Investigou-se o efeito das coberturas de inverno centeio, aveia, azevém, ervilhaca e nabo forrageiro (e suas associações), em sistema de plantio direto, sobre a cobertura do solo e a produção de biomassa das coberturas de inverno, sobre a biomassa de plantas espontâneas de verão, no período crítico de competição, e sobre a produtividade do feijão, cv Guará. O experimento foi instalado em delineamento experimental constituído por blocos ao acaso com quatro repetições. Observaram-se as maiores percentagens de cobertura do solo no inverno, com os tratamentos centeio + ervilhaca, centeio + ervilhaca + nabo forrageiro e aveia + ervilhaca; a produção de biomassa de cobertura foi maior com centeio + ervilhaca + nabo forrageiro. O efeito de supressão observado foi maior no monocultivo de azevém e no consórcio de centeio + ervilhaca + nabo forrageiro, porém não foi detectada correlação da biomassa de cobertura com a supressão de plantas espontâneas de verão. Os melhores rendimentos de feijão foram obtidos com o monocultivo de azevém, monocultivo de aveia e combinação centeio + ervilhaca, que atingiram 1.950, 1.730 e 1.790 kg ha⁻¹, respectivamente. O azevém e a aveia em monocultivo apresentaram os menores custos com sementes e as maiores receitas, ou seja, os maiores retornos por unidade monetária investida.

Palavras-chave: plantio direto, plantas espontâneas, rendimento, conservação do solo.

ABSTRACT. Common bean yield and the suppressive effect of winter cover crops on summer weeds. The effect of the winter cover crops rye, oat, ryegrass, vetch and fodder radish (and their mixtures) in no-tillage systems was investigated on soil cover, cover crop biomass and summer weed biomass during the critical competition stage with common bean. Bean yield was also evaluated. The experimental design was randomized complete blocks and four repetitions. The highest soil cover during winter was observed in the treatments rye + vetch, rye + vetch + fodder radish and oat + vetch. The highest values of cover crops biomass production were observed in the treatments rye + vetch + fodder radish. Weed suppression was higher in the ryegrass monoculture and in the rye + vetch + fodder radish association, and there was no correlation between cover crop biomass and summer weed suppression; the best bean yields were achieved with the following treatments: ryegrass in monoculture, oat in monoculture and rye + vetch, producing 1,950, 1,730 e 1,790 kg ha⁻¹ respectively. The monocultures of ryegrass and oat showed the lowest costs with seeds and the highest economic returns.

Key words: no-tillage, spontaneous plants, yield, soil conservation.

Introdução

O sistema de plantio direto, utilizado principalmente pela preservação e melhoramento das características físicas, químicas e biológicas do solo, vem despertando mais interesse em virtude da possibilidade de ser conduzido sem a necessidade de herbicidas. Estudos com controle integrado de plantas espontâneas têm verificado a necessidade de reduzir drasticamente a utilização de controle químico, tanto em virtude dos custos econômicos, que não são compensados pelo ganho em desempenho da cultura

principal, quanto pela preocupação ambiental (DOYLE, 1997).

Sistemas de plantio direto podem contribuir de forma importante na transição de agroecossistemas manejados em sistema convencional para o agroecológico. No entanto, um dos principais entraves é a dificuldade no controle de plantas espontâneas (BARBERI, 2002), que podem reduzir as colheitas pela competição por recursos e contaminação das lavouras (PEACHEY et al., 2004). Doyle (1997) e Norris e Kogan (2005) alertam para a necessidade de adoção de

práticas de controle integrado de plantas espontâneas que transforme o uso profilático de agroquímicos em uso seletivo, que procure diminuir a dependência de insumos externos e maximize o uso de controles físicos e biológicos de plantas espontâneas, doenças e pragas. Apesar do sucesso em termos de rendimento e eficiência de trabalho, a abordagem química foi criticada como ambientalmente, socialmente e economicamente insustentável (ROBERTSON; SWINTON, 2005). Assim, o uso de culturas de cobertura de inverno pode auxiliar o controle de plantas espontâneas, diminuindo a população ou reduzindo o potencial de competição destas com o cultivo (KREMER; LI, 2003).

As plantas de cobertura mais utilizadas em sistemas de plantio direto são gramíneas (*Poaceae*), pois apresentam grande produção de biomassa e persistência na cobertura do solo em virtude de sua alta relação carbono/nitrogênio (MONEGAT, 1991), e também são eficientes no controle das plantas espontâneas por efeitos químicos (KHANH et al., 2005). Culturas de cobertura de inverno também auxiliam o controle da lixiviação de N (NO_3), responsável pela contaminação de reservatórios e cursos de água, pela absorção do excesso do nutriente proveniente do cultivo anterior e transformação deste em formas orgânicas no solo, influenciando positivamente também outros pontos importantes na ciclagem de nutrientes (ALTIERI, 1999; RUFFO et al., 2004).

As culturas de cobertura de inverno podem influenciar positiva ou negativamente o rendimento dos cultivos posteriores, dependendo de suas interações na dinâmica do N (TEIXEIRA et al., 2008) e da interferência na disponibilidade de água para essas culturas (WYLAND et al., 1996). De maneira geral as plântulas de espontâneas emergirão mais tarde nos sistemas de plantio direto, permitindo que os cultivos sejam iniciados com uma vantagem competitiva (HALFORD et al., 2001; BLACKSHAW et al., 2008). A utilização de combinações de plantas de cobertura adequadas dá ao sistema de plantio direto vantagem, em comparação aos cultivos convencionais, pela economia de fertilizantes químicos, menor uso ou eliminação dos herbicidas e menor desgaste dos recursos naturais do solo (SAMARAJEEWA et al., 2006; BLACKSHAW et al., 2008).

A presença de espontâneas só é determinante no rendimento quando a competição destas com o cultivo ocorre intensamente em estádios fenológicos de crescimento da cultura mais sensíveis a pressões (GUSTAFSON et al., 2006). Segundo Lunke

(1997), as perdas de rendimento da cultura do feijão podem variar entre 15 e 97% em virtude de competição com plantas espontâneas. Isso gera grande interesse no efeito das coberturas de inverno para o controle de plantas espontâneas de verão na cultura do feijão, tendo em vista que grande parte das unidades de produção familiar apresenta perdas consideráveis de produtividade, em decorrência da competição entre os cultivos e as plantas espontâneas e do elevado custo econômico e ambiental das medidas de controle químico (DOYLE, 1997). Por outro lado, o uso de culturas de cobertura para o controle de plantas espontâneas, por meio de alelopatia, ainda é pouco explorado na agricultura, apesar do seu grande potencial para viabilizar um incremento no rendimento das culturas de interesse (ANAYA, 1999; GNAZDOWSKA; BOGATEK, 2005; PERGO et al., 2008).

O presente trabalho procurou avaliar os efeitos das coberturas de inverno com centeio (*Secale cereale*), avevém (*Lolium multiflorum*), aveia preta (*Avena strigosa*), ervilhaca comum (*Vicia sativa*) e nabo forrageiro (*Raphanus sativus*), em sistema de plantio direto, na cobertura do solo, no controle de plantas espontâneas de verão e no rendimento, custeio e retorno econômico de feijão (*Phaseolus vulgaris*), cv. Guará.

Material e métodos

O experimento foi instalado no campo experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A. (Epagri) de Campos Novos (27°22'48" e 27°23'18" Sul, 51°12'54" e 51°13'36" Oeste), a 934 m de altitude, com uma área total de 945 m², em um delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições.

As espécies de culturas de cobertura de inverno utilizadas no experimento, bem como suas combinações, foram escolhidas de acordo com o uso pelas famílias de agricultores da região. A semeadura foi a lanço, constituindo os tratamentos que são seguidos das quantidades de sementes recomendadas por Monegat (1991):

1. centeio: 90 kg ha⁻¹;
2. avevém: 45 kg ha⁻¹;
3. aveia preta: 60 kg ha⁻¹;
4. avevém + centeio: 27,5 + 45 kg ha⁻¹;
5. centeio + ervilhaca comum: 45 + 57 kg ha⁻¹;
6. aveia preta + ervilhaca comum: 30 + 57 kg ha⁻¹;
7. centeio + ervilhaca + nabo: 30 + 34,7 + 8,7 kg ha⁻¹;
8. aveia preta + ervilhaca + nabo: 20 kg ha⁻¹ + 34,7 kg ha⁻¹ + 8,7 kg ha⁻¹;
9. testemunha (pousio de inverno).

Para aferição dos efeitos das culturas de cobertura sobre as plantas espontâneas e do efeito

destas sobre o cultivo de feijão, o delineamento foi do tipo aditivo convencional, que utiliza o banco de sementes pré-existente no campo experimental e avalia o efeito da população de plantas espontâneas como um todo sobre o rendimento da cultura.

As sementes de feijão utilizadas no experimento foram da cultivar Guará, muito adaptada às condições de cultivo da região, desenvolvidas e fornecidas pela Epagri. Não se realizou qualquer tipo de adubação, irrigação ou trato cultural nas culturas de cobertura de inverno, que foram roladas (derrubadas com rolo-faca) em dezembro de 2006, quando a última espécie (ervilhaca comum) iniciou a floração. Após a rolagem das culturas de cobertura foi realizada a adubação para o feijão, com aplicação a lanço de $5,0 \times 10^3 \text{ kg ha}^{-1}$ de cama sobreposta de suínos, seguida da semeadura duas semanas depois, com espaçamento entre fileiras de 0,30 m e densidade de $250 \times 10^3 \text{ plantas ha}^{-1}$, no mês de dezembro de 2006. Esta época de plantio é a que apresenta o maior potencial de competição entre plantas espontâneas e o cultivo de feijão, em virtude das condições climáticas.

A cobertura do solo pelas culturas de cobertura de inverno foi avaliada em uma linha transecta diagonal, com 12 observações por parcela, em duas datas: 60 e 120 dias após a semeadura. A leitura foi realizada através da observação de um ponto a cada meio metro linear, que era considerado solo descoberto se estivesse visível. Ao final foi feita uma relação de pontos cobertos/total de pontos e atribuída uma porcentagem de cobertura do solo para cada parcela.

A produção de fitomassa foi avaliada por meio da coleta de duas subamostras por parcela, realizada antes da rolagem das culturas de cobertura. A incidência de plantas espontâneas foi monitorada na primeira, segunda e terceira semana após a emergência do feijão (V1), pela determinação da massa do peso seco da parte aérea (MASPA).

Como a área experimental onde foi realizado o experimento era dedicada somente a trabalhos com agricultura de base ecológica, não foi possível

estabelecer o tratamento com utilização de herbicidas e adubos sintéticos.

O rendimento foi determinado pela colheita, realizada manualmente, de duas subamostras por parcela, no estágio fenológico do feijão de maturação e colheita (R9).

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), utilizando o programa computacional Statistica 7[®], para verificar efeito de bloco entre os tratamentos; posteriormente foi realizado o teste de médias DMS de Fisher ($p \leq 0,05$) e análise de correlação entre as variáveis.

Resultados e discussão

Houve efeito significativo dos tratamentos sobre cobertura do solo no inverno e a biomassa de plantas espontâneas de verão (Tabela 1). No entanto, não foi detectada correlação da biomassa de cobertura com a supressão de plantas espontâneas de verão. As melhores coberturas de solo, que podem ser associadas a bom controle de erosão (HARTWIG; AMMON, 2002), foram registradas nas policulturas centeio + ervilhaca, centeio + ervilhaca + nabo forrageiro e aveia + ervilhaca, com 92, 90 e 87% de cobertura de solo, respectivamente. Nos tratamentos em que a ervilhaca esteve presente, verificou-se efeito aditivo importante aos tratamentos, indicando possível fenômeno de complementaridade. Pela associação de duas espécies, ocorre interação interespecífica, geralmente implicando vantagens para uma ou ambas, isto é, as espécies se complementam na utilização da água, dos nutrientes do solo, da luz e na ocupação do espaço físico (AITA et al., 2004).

Os tratamentos centeio, azevém e aveia em monocultivo, apesar de apresentarem cobertura do solo menos eficiente, possivelmente em virtude de suas arquiteturas e hábitos de crescimento, controlaram as plantas espontâneas de verão de forma similar aos tratamentos que proporcionaram melhor cobertura do solo (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios de cobertura do solo no inverno, massa da matéria seca da parte aérea das plantas espontâneas (MEsp) e das culturas de cobertura (MCob) e rendimento de feijão (Feijão) em função de culturas de cobertura de inverno, em monocultivo ou associadas.

Cobertura de inverno	Cobertura do solo %	MEsp kg ha ⁻¹	MCob kg ha ⁻¹	Feijão kg ha ⁻¹
1. Centeio	77,08 bc	1.471 a	5.080 ab	1.448 ab
2. Azevém	85,42 abc	1.423 a	3.135 d	1.954 a
3. Aveia	81,25 abc	1.466 a	4.117 bcd	1.734 ab
4. Centeio + Azevém	77,08 bc	1.672 ab	5.013 ab	1.428 ab
5. Centeio + Ervilhaca	92,67 a	1.470 a	4.661 abc	1.786 a
6. Aveia + Ervilhaca	87,50 ab	1.650 ab	3.650 cd	1.412 ab
7. Centeio + Ervilhaca + Nabo	90,58 abc	1.921 abc	5.640 a	1.314 b
8. Aveia + Ervilhaca + Nabo	81,25 abc	2.367 bc	4.427 abc	1.454 ab
9. Testemunha (pousio)	73,92 c	2.627 c	2.913 d	0.756 c
CV (%)	7,66	21,71	12,90	23,25

Valores seguidos da mesma letra, em cada coluna, não diferem estatisticamente pelo teste DMS de Fisher ($p \leq 0,05$).

O desenvolvimento das plantas espontâneas no cultivo de feijão foi monitorado nas três primeiras semanas após a emergência, ou seja, no período crítico de competição, que se refere ao intervalo de tempo no ciclo de vida da cultura em que a interferência de espontâneas ocasiona diminuição na produtividade do cultivo (ZIMDAHL, 1980 apud HALFORD et al., 2001; KNEZEVIC et al., 2002). Neste período, o tratamento azevém em monocultivo apresentou controle crescente no desenvolvimento das plantas espontâneas e culminou, na última amostragem, com o menor valor de biomassa de plantas espontâneas (Tabela 1). O leiteiro (*Euphorbia heterophylla*) foi a espécie mais frequente e responsável pela produção de cerca de 50% do total de biomassa de plantas espontâneas seguido, em ordem decrescente, por picão-preto (*Bidens pilosa*), capim-papuã (*Brachiaria plantaginea*) e corda-de-viola (*Ipomoea grandifolia*). Centeio + ervilhaca foi o tratamento mais eficiente na supressão do leiteiro, apresentando até 50% menos biomassa desta espontânea que os demais tratamentos. Em relação ao controle do picão-preto, todos os tratamentos com culturas de cobertura diferiram ($p \leq 0,05$) da testemunha (pousio de inverno), apresentando forte efeito supressor. A supressão de picão pode ser associada a sua suscetibilidade a cumarina (PERGO et al., 2008), produzida pelas culturas de cobertura.

O rendimento do feijão e a biomassa de plantas espontâneas apresentaram correlação negativa (-0,42, com $p \leq 0,05$), demonstrando efeito das coberturas de inverno sobre o rendimento de todos os tratamentos em relação ao rendimento da testemunha. A combinação centeio + ervilhaca + nabo forrageiro, que apresentou o menor rendimento (1.310 kg ha^{-1}), foi 1,7 vezes superior ao rendimento da testemunha (pousio), enquanto o azevém, melhor tratamento (1.950 kg ha^{-1}), foi 2,5 vezes superior.

A ausência de correlação ($p \leq 0,05$) entre a biomassa de cobertura e a biomassa de plantas espontâneas demonstra que o azevém, mesmo com baixa produção de biomassa, controlou as plantas espontâneas como os demais tratamentos, não apresentando diferença significativa dos demais, à exceção da testemunha e do tratamento aveia + ervilhaca + nabo forrageiro (Tabela 1).

Os tratamentos com monocultivo de azevém e aveia, assim como a combinação de centeio + ervilhaca, tiveram rendimentos de feijão significativamente superiores àqueles obtidos com a testemunha. Mesmo não diferindo significativamente, o monocultivo de azevém

apresentou rendimento cerca de 50% superior ao tratamento centeio + ervilhaca + nabo forrageiro (pior rendimento). Os demais tratamentos tiveram rendimentos intermediários, não se diferenciando dos demais tratamentos e da testemunha.

O tratamento com azevém apresentou o menor custo com sementes e a maior receita, obtendo, dessa forma, o maior retorno por unidade investida e a maior diferença de renda em relação à testemunha (Tabela 2), desempenho semelhante ao obtido pelo tratamento com aveia em monocultivo. Os dois tratamentos atingiram valores superiores às médias dos demais tratamentos em relação ao retorno por unidade monetária investida no custeio de sementes.

Tabela 2. Valores de custo de sementes, receita total e retorno por unidade monetária investida em culturas de cobertura de inverno.

Culturas de cobertura	Custo cobertura	Receita feijão	Ret. por unid. aplicada
	US\$ ha ⁻¹ *	US\$ ha ⁻¹ *	US\$ ha ⁻¹ *
1. Centeio	70.00	805.56	11.51
2. Azevém	25.75	1083.33	42.07
3. Aveia	27.00	961.11	35.60
4. Centeio + Azevém	47.88	794.44	16.59
5. Centeio + Ervilhaca	70.82	994.44	14.04
6. Aveia + Ervilhaca	49.32	783.33	15.88
7. Centeio + Ervilhaca + Nabo	53.47	727.78	13.61
8. Aveia + Ervilhaca + Nabo	39.14	805.56	20.58
9. Testemunha	0.00	422.22	n/a

*Valor médio da saca de feijão de 60 kg (CEPA/SC, 2007), do produtor para o mercado atacadista/indústria = R\$60,00. **Dólar norte-americano cotado a R\$ 1,80 em janeiro de 2008.

Nas parcelas com o tratamento-testemunha (pousio), não houve gastos com sementes, mas o rendimento foi abaixo da média do Estado de Santa Catarina, que é de 985 kg ha^{-1} (CEPA/SC, 2007). O custo com sementes variou de 25 a 70 dólares por hectare, mas os ganhos em receita foram de 83 a 250%. Em todos os casos, os ganhos na renda bruta, em relação à testemunha, foram de, no mínimo, 5,5 vezes, chegando a quase 30 vezes o valor investido em sementes de cultura de cobertura. Mesmo que considerados os custos da semeadura, ficam evidentes os ganhos econômicos em curto prazo com o uso de plantas de cobertura.

Conclusão

O azevém e a aveia podem ser mais eficientes no controle das plantas espontâneas de verão, mesmo produzindo menos biomassa. Além disso, estes tratamentos apresentam os maiores rendimentos de feijão e os menores investimentos no custeio de sementes, proporcionando o maior retorno financeiro por unidade investida em sementes de culturas de cobertura de inverno.

A menor biomassa de plantas espontâneas resulta em maior rendimento da cultura de feijão. Não se verificam efeitos da produção de biomassa das culturas de cobertura de inverno sobre a inibição da presença de plantas espontâneas de verão.

Agradecimentos

A realização deste trabalho tornou-se possível pelo financiamento da Fundação Norteamericana CS-Fund/Warsh-Mott Legacy, pela bolsa de mestrado da CAPES, pelo convênio entre a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e a Universidade da Califórnia em Berkeley, pela parceria entre a UFSC e a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) e também pelo trabalho dos integrantes do Grupo de Extensão e Pesquisa em Agroecologia da UFSC e do pesquisador Círio Parizotto, da Epagri.

Referências

- AITA, C.; GIACOMINI, S. J.; HUBNER, A. P.; CHIAPINOTTO, I. C.; FRIES, M. R. Cover crop mixtures preceding no-till corn. I - soil nitrogen dynamics. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 4, p. 739-749, 2004.
- ALTIERI, M. A. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 74, n. 1, p. 19-31, 1999.
- ANAYA, A. L. Allelopathy as a tool in the management of biotic Resources in Agroecosystems. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 18, n. 6, p. 697-739, 1999.
- BARBERI, P. Weed management in organic agriculture: are we addressing the right issues? **European Weed Research Society**, v. 42, n. 3, p. 177-193, 2002.
- BLACKSHAW, R. E.; HARKER, K. N.; O'DONOVAN, J. T.; BECKIE, H. J.; SMITH, E. G. Ongoing Development of Integrated Weed Management Systems on the Canadian Prairies. **Weed Science**, v. 56, n. 1, p. 146-150, 2008.
- CEPA/SC (Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola). **Síntese anual da agricultura de Santa Catarina 2006-2007**. v. 28. Florianópolis: Secretaria de Estado da Agricultura e Política Rural, 2007.
- DOYLE, C. J. A review of the use of models of weed control in integrated crop protection. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 64, n. 2, p. 165-172, 1997.
- GNIAZDOWSKA, A.; BOGATEK, R. Allelopathic interactions between plants. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 27, n. 3, p. 395-407, 2005.
- GUSTAFSON, T. C.; KNEZEVIC, S. Z.; HUNT, T. E.; LINDQUIST, J. L. Simulated insect defoliation and duration of weed interference affected soybean growth. **Weed Science**, v. 54, n. 4, p. 735-742, 2006.
- HALFORD, C.; HAMILL, A. S.; ZHANG, J.; DOUCET, C. Critical period of weed control in no-till soybean (*Glycine max*) and corn (*Zea mays*). **Weed Technology**, v. 15, n. 4, p. 734-744, 2001.
- HARTWIG, N. L.; AMMON, H. U. Cover crops and living mulches. **Weed Science**, v. 50, n. 6, p. 688-699, 2002.
- KHANH, T. D.; CHUNG, M. I.; XUAN, T. D.; TAWATA, S. The exploitation of crop allelopathy in sustainable agricultural production. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 191, n. 3, p. 172-184, 2005.
- KNEZEVIC, S. Z.; EVANS, S. P.; BLANKENSHIP, E. E.; VAN ACKER, R. C.; LINDQUIST, J. L. Critical period for weed control: the concept and data analysis. **Weed Science**, v. 50, n. 6, p. 773-786, 2002.
- KREMER, R. J.; LI, J. M. Developing weed-suppressive soils through improved soil quality management. **Soil and Tillage Research**, v. 72, n. 2, p. 193-202, 2003.
- LUNKES, J. A. Manejo integrado de plantas daninhas na cultura do feijão. In: FANCELLI, A. L.; DOURADONETO, D. (Ed.). **Tecnologia da produção do feijão irrigado**. Piracicaba: Esalq/USP, 1997. p. 9-19.
- MONEGAT, C. **Plantas de cobertura do solo: características e manejo em pequenas propriedades**. Chapecó: Edição do Autor, 1991.
- NORRIS, R. F.; KOGAN, M. Ecology of interactions between weeds and arthropods. **Annual Review of Entomology**, v. 50, n. 1, p. 479-503, 2005.
- PEACHEY, R. E.; WILLIAM, R. D.; MALLORY-SMITH, C. Effect of no-till or convencional planting and cover crops residues on weed emergence in vegetable row crop. **Weed Technology**, v. 18, n. 4, p. 1023-1030, 2004.
- PERGO, E. M.; ABRAHIM, D.; SOARES DA SILVA, P. C.; KERN, K. A.; DA SILVA, L. J.; VOLL, E.; ISHII-IWAMOTO, E. L. *Bidens pilosa* L. exhibits high sensitivity to coumarin in comparison with three other weed species. **Journal of Chemical Ecology**, v. 34, n. 4, p. 499-507, 2008.
- ROBERTSON, G. P.; SWINTON, S. M. Reconciling agricultural productivity and environmental integrity: a grand challenge for agriculture. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 3, n. 1, p. 38-46, 2005.
- RUFFO, M. L.; BULLOCK, D. G.; BOLLERO, G. A. Soybean yield as affected by biomass and nitrogen uptake of cereal rye in winter cover crop rotation. **Agronomy Journal**, v. 96, n. 3, p. 800-805, 2004.
- SAMARAJEEWA, K. B.; HORIUCHI, T.; OBA, S. Finger millet (*Eleusine corocana* L. Gaertn.) as a cover crop on weed control, growth and yield of soybean under different tillage systems. **Soil and Tillage Research**, v. 90, n. 1, p. 93-99, 2006.
- TEIXEIRA, C.; CARVALHO, G.; FURTINI NETO, A.; ANDRADE, M. J. B.; FONTANETTI, A. Produtividade e teores foliares de nutrientes do feijoeiro sob diferentes palhadas e doses de nitrogênio em semeadura direta. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 1, p. 123-130, 2008.

WYLAND, L. J.; JACKSON, L. E.; CHANEY, W. E.; KLONSKY, K.; KOIKE, S. T.; KIMPLE, B. Winter cover crops in a vegetable cropping system: impacts on nitrate leaching, soil water, crop yield, pests and management costs. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 59, n. 1, p. 1-17, 1996.

Received on May 14, 2007.

Accepted on March 14, 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.