

Revista Brasileira de Agroecologia
Rev. Bras. de Agroecologia. 5(2): 99-108 (2010)
ISSN: 1980-9735

Efeito de plantas de cobertura de inverno sobre cultivo de milho em sistema de plantio direto

Effect of winter cover crops on corn growing under zero-tillage system

BONJORNO, Ivan Iuri 1; MARTINS, Lauro Artur Otávio 2; LANA, Marcos Alberto 3; BITTENCOURT, Henrique von Hertwig 4; WILDNER, Leandro do Prado 5; PARIZOTTO, Círio 6; FAYAD, Jamil Abdala 7; COMIN, Jucinei José 8; ALTIERI, Miguel Angel 9; LOVATO, Paulo Emílio 10.

¹Programa de Recuperação Ambiental e de Apoio ao Pequeno Produtor Rural PRAPEM/MICROBACIAS, Paraíso/SC - Brasil, ibonjorno@yahoo.com.br; ²CCA/UFSC, Florianópolis/SC - Brasil, arturmcf@gmail.com; ³Leibniz-Centre for Agricultural Landscape Research (ZALF), Munchenberg -Alemanha, marcos.lana@zalf.de; ⁴Área de Fitotecnia, Instituto Agronômico do Paraná, Pato Branco/PR – Brasil, hbittencourt@iapar.br; ⁵Epagri/Cepaf, Chapecó/SC - Brasil, pwild@epagri.sc.gov.br; ⁶Epagri, Campos Novos/SC - Brasil cirio@epagri.sc.gov.br; ⁷Epagri, Florianópolis/SC Brasil, jamil@epagri.sc.gov.br; ⁸CCA/UFSC, Florianópolis/SC - Brasil, jcomin@cca.ufsc.br; ⁹University of California, Berkeley, EUA; ¹⁰CCA/UFSC, Florianópolis/SC - Brasil, plovato@mbox1.ufsc.br

RESUMO

Com o objetivo de avaliar a viabilidade do plantio direto sem herbicidas, foram testadas misturas de centeio, ervilhaca e nabo forrageiro para controle de plantas espontâneas e promoção do rendimento de milho em plantio direto. Mediram-se cobertura do solo e biomassa de plantas de cobertura e espontâneas durante o inverno, rendimento do milho e massa de espontâneas durante o ciclo da cultura de verão. A cobertura do solo durante o período de crescimento das culturas de inverno foi superior a 80%, embora os tratamentos não apresentassem diferenças nas variáveis medidas. As plantas de cobertura proporcionaram boas condições para a cultura comercial, que teve rendimentos entre 6,0 e 6,7 t.ha⁻¹, acima da média da região produtora, sem diferenças entre os tratamentos. Analisando-se valor de grãos colhidos e gastos com sementes das plantas de cobertura, demonstrou-se a viabilidade econômica do plantio direto sem herbicidas para o milho, em sucessão a diferentes coberturas de inverno.

PALAVRAS-CHAVE: Manejo agroecológico, plantas espontâneas, cobertura do solo, rendimento agricultura familiar.

ABSTRACT

With the aim of assessing the feasibility of using zero-tillage with no herbicides, different mixtures of rye, vetch and oilseed radish were tested for the control of resident vegetation and promotion of maize yield. Cover crop biomass, soil cover, and resident vegetation biomass were measured during winter. Soil cover was higher than 80% during all the season, with no significant differences among the measured variables. The use of cover crops allowed for satisfactory growth of maize, which had yields (6.0-6.0 t.ha⁻¹) above the average in the region, with no difference among treatments. The comparison of harvested grain value and cover crop seed costs showed that no-herbicide zero-tillage growth of maize is viable.

KEY WORDS: agroecological management, spontaneous plants, soil cover, yield

Correspondências para: ibonjorno@yahoo.com.br

Aceito para publicação em 29/08/2010

Introdução

A opção dos agricultores por iniciar processos de transição agroecológica tem razões de natureza sócio-econômica e ambiental, e ampliam as oportunidades de melhoria da qualidade de vida das famílias envolvidas, bem como de preservação dos recursos naturais (SCHENKEL et al., 2007). Muitas vezes, tais processos iniciam-se por mudanças no manejo dos solos e das plantas.

A mobilização dos solos tropicais provoca sua desagregação superficial e a formação de crostas resultantes da dispersão das partículas do solo. Forma-se ainda outra camada subsuperficial compactada, resultante tanto da pressão exercida pelo peso dos implementos agrícolas como pela ação direta dos pneus (CASTRO et al., 1987). Por isso, nas regiões tropicais, sistemas de preparo com mínima perturbação do solo e que propiciam a manutenção de resíduos na superfície são necessários para o controle da erosão e para a redução da degradação do solo (LAL, 2000).

O sistema de plantio direto (PD), técnica de colocação da semente em sulco ou cova em solo revolvido apenas com largura e profundidade suficientes para obter uma cobertura e contato adequados da semente com o solo, permite eliminar as operações de aração, gradagem, escarificação e outros métodos convencionais de preparo do solo (MUZILLI, 1981). Dentre as vantagens proporcionadas pelo sistema de plantio direto, têm-se melhoras no controle da erosão; na conservação da matéria orgânica do solo e de sua estrutura; na manutenção da umidade do solo; na germinação das sementes e no desenvolvimento de plantas; bem como na redução do trabalho e dos custos de produção (SCHULTZ, 1978).

O PD apresentou forte expansão na região Sul do Brasil, tendo na aveia preta a principal cultura de cobertura no outono/inverno, antecedendo as culturas comerciais no verão. Entretanto, há um interesse crescente, principalmente por parte dos produtores de milho, em incluir no sistema de produção outras espécies, como a ervilhaca e o

nabo forrageiro, com vistas em diminuir o uso de fertilizantes nitrogenados minerais na cultura. A capacidade dessas espécies em ciclar o N disponível do solo e/ou, de fixar o N atmosférico, a elevada demanda em N do milho e o alto custo dos fertilizantes nitrogenados contribuem para a inclusão dessas espécies em rotação com a cultura do milho (GIACOMINI et al., 2004), uma das mais importantes para os pequenos agricultores familiares do Estado de Santa Catarina.

No sistema vigente de PD é comum a utilização de uma grande quantidade de herbicidas para dessecar a vegetação (plantas de cobertura ou espontâneas) e depois semear a cultura sob a palhada, e também para controlar as plantas espontâneas durante o desenvolvimento da cultura comercial. No entanto, existem experiências de plantio direto sem o uso desses insumos tóxicos baseadas na adoção de diferentes práticas de manejo de plantas de cobertura do solo e de plantas espontâneas. Segundo Darolt e Skora Neto (2002), uma alternativa aos herbicidas são as plantas de cobertura do solo que apresentam crescimento inicial rápido e grande produção de biomassa, podendo suprimir o desenvolvimento das plantas espontâneas juntamente com outras práticas culturais de manejo. A palha mantida sobre o solo, por exemplo, pode afetar a emergência das plantas espontâneas por três processos distintos: o físico, o biológico e o químico, com possíveis interações entre eles (PITELLI; DURIGAN, 2001). Ao escolher uma planta de cobertura são consideradas características como ciclo de desenvolvimento e capacidade de competição com outras espécies, rusticidade, velocidade de crescimento, produção de fitomassa, etc. Entre as plantas de cobertura de inverno utilizadas em Santa Catarina, estão o centeio, a ervilhaca e o nabo forrageiro.

Lana (2007) e Bittencourt et al. (2009) analisaram combinações de culturas de cobertura quanto à supressão de comunidades de plantas espontâneas e rendimento de feijão em PD. Entre as diversas combinações avaliadas, a combinação de três espécies (centeio, nabo forrageiro e ervilhaca) proporcionou os maiores índices de cobertura do solo, maior velocidade de cobertura, além da mais alta produção de biomassa e figurou entre os maiores rendimentos da cultura comercial estudada. Em estudo realizado por Kieling et al. (2009), o trio de culturas de cobertura aveia preta + ervilhaca + nabo forrageiro produziu quase o dobro de matéria seca por hectare em relação ao observado com a leguminosa em cultivo solteiro, evidenciando a importância da utilização das plantas de cobertura de forma consorciada.

As plantas de cobertura são de grande importância para viabilizar o plantio direto de milho sem o uso de herbicidas, pois com o tempo melhoram as características físicas, químicas e biológicas do solo, além de aumentar a biodiversidade do agroecossistema, promovendo inúmeras interações ecológicas positivas. As pesquisas que visam buscar alternativas ao uso desses agrotóxicos podem contribuir para a inserção de agricultores em um processo de ganho de autonomia, reduzindo ou eliminando a dependência de insumos da indústria agroquímica, e minimizando os riscos de contaminação ambiental. As referidas mudanças são importantes passos no processo de transição para a agroecologia. Assim, esse estudo foi realizado com o objetivo de definir a melhor proporção de centeio, ervilhaca e nabo em PD para o controle de plantas espontâneas e promoção do rendimento de milho em monocultivo.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Estação Experimental da Epagri de Ituporanga, Santa

Catarina, na região do Alto Vale do Itajaí (475 metros de altitude, latitude 27°25'07" S e longitude 49°38'46" W). O clima é caracterizado, segundo Köppen, como Cfa (mesotérmico úmido, sem estação seca definida e com verões quentes). A precipitação anual é de 1.771mm e o solo da área é classificado como Cambissolo Háplico.

A área total utilizada para o experimento de milho em monocultivo foi de 360m², em um arranjo experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições. As parcelas tinham dimensões de 3,75m x 6m, totalizando uma área útil de 8,1m². Nos meses de maio e junho de 2007, inverno anterior ao plantio de verão, as culturas de cobertura foram semeadas a lanço, constituindo-se os tratamentos com a quantidade de sementes 3,6 vezes superior ao recomendado por Monegat (1991). Foram constituídos os seguintes tratamentos: II. centeio (*Secale cereale*) [96 Kg/ha] + ervilhaca (*Vicia sativa*) [60 Kg/ha] + nabo (*Raphanus sativus*) [36 Kg/ha]; ICe. centeio [144 Kg/ha] + ervilhaca [48 Kg/ha] + nabo [24 Kg/ha]; IEr. Ervilhaca [96 Kg/ha] + centeio [72 Kg/ha] + nabo [24 Kg/ha]; INF. nabo [48 Kg/ha] + centeio [72 Kg/ha] + ervilhaca [48 Kg/ha].

Não foram realizadas adubações, irrigação ou qualquer trato cultural durante o ciclo de desenvolvimento das culturas de cobertura de inverno. As plantas de cobertura foram acamadas utilizando-se um rolo faca.

As sementes de milho utilizadas nos experimentos foram da cultivar SCS 154 (Fortuna), desenvolvida pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri). A semeadura foi realizada com semeadora manual (saraquá), em outubro de 2007, nos espaçamentos de 0,20m entre plantas e 0,90m entre linhas (densidade de 55 mil plantas/ha). Antes da semeadura, realizou-se adubação orgânica de cobertura (45 kg N/ha),

com cama de aves. Não foram realizadas operações de controle de plantas espontâneas, objetivando testar o potencial das plantas de cobertura de inverno.

Mensurou-se a fitomassa de plantas de cobertura de inverno e de plantas espontâneas durante o ciclo das plantas de cobertura (t/ha matéria seca), a cobertura do solo pelas plantas de cobertura de inverno (%), o rendimento do milho (t/ha) e a fitomassa de plantas espontâneas durante o ciclo da cultura de verão (t/ha matéria seca). A avaliação da cobertura do solo pelas culturas de cobertura de inverno foi realizada em uma transecta diagonal, com 20 observações por parcela, três vezes durante o ciclo das plantas de cobertura de inverno. A cada 0,5m era realizada uma observação ortogonal e verificava-se a presença ou ausência de cobertura vegetal sobre aquele ponto.

A produção de fitomassa de plantas de cobertura de inverno, e de plantas espontâneas de inverno e de verão, foi avaliada por meio de um quadrado metálico (0,5x0,5m) disposto aleatoriamente em três pontos em cada parcela. As amostragens foram realizadas aos 56, 82 e 110 dias após a semeadura das plantas de cobertura de inverno, e aos 36, 100 e 168 após a semeadura do milho, conforme método utilizado por Lana (2007) e Steinmaus et al. (2008). As plantas de cada amostra foram cortadas rente ao solo e a fitomassa coletada foi submetida à secagem a 65°C em estufa com circulação de ar até peso constante.

A colheita do milho foi realizada em abril de 2008, aos 169 dias após a semeadura. Para a avaliação do rendimento foi realizada colheita manual em área total, desconsiderando as bordaduras. Os dados foram corrigidos para 15% de umidade e expressos em t/ha.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram separadas

e comparadas através do teste DMS-Fischer, com probabilidade de 5%. Os níveis de significância para a análise do coeficiente de correlação foram obtidos segundo a tabela de Fischer e Yates (LITTLE; HILLS, 1978).

Resultados e Discussão

Produção de fitomassa de plantas de cobertura de inverno e plantas espontâneas

Nas coletas de fitomassa realizadas aos 56, 82 e 110 dias após a semeadura das plantas de cobertura de inverno, não foram detectadas diferenças significativas entre os tratamentos estudados nas três épocas de coleta. Na primeira coleta a produção de fitomassa variou de 3,4 a 4,9 t/ha nos diferentes tratamentos (Figura 1). Na segunda, aos 82 dias, a produção de fitomassa nos diferentes tratamentos foi de aproximadamente 5,5 t/ha. Na terceira coleta de fitomassa, a produção obtida nos diferentes tratamentos ficou entorno de 8 a 9 t/ha, com predominância marcante de ervilhaca sobre as outras culturas de cobertura.

Cobertura do solo durante o ciclo das culturas de inverno

Os diferentes tratamentos estudados apresentaram já na primeira coleta, aos 56 dias após a semeadura das culturas de cobertura, eficiência de cobertura do solo maior que 80% (Figura 2). Esses altos percentuais de cobertura do solo já eram esperados, tendo em vista que nesse experimento utilizou-se mais que o dobro da quantidade de sementes usualmente recomendada. Tanto na segunda como na terceira coleta, o tratamento com predominância de Nabo Forrageiro (INF) alcançou um percentual de cobertura do solo acima de 95%. Os outros tratamentos também apresentaram uma eficiência semelhante, e nas três épocas estudadas não

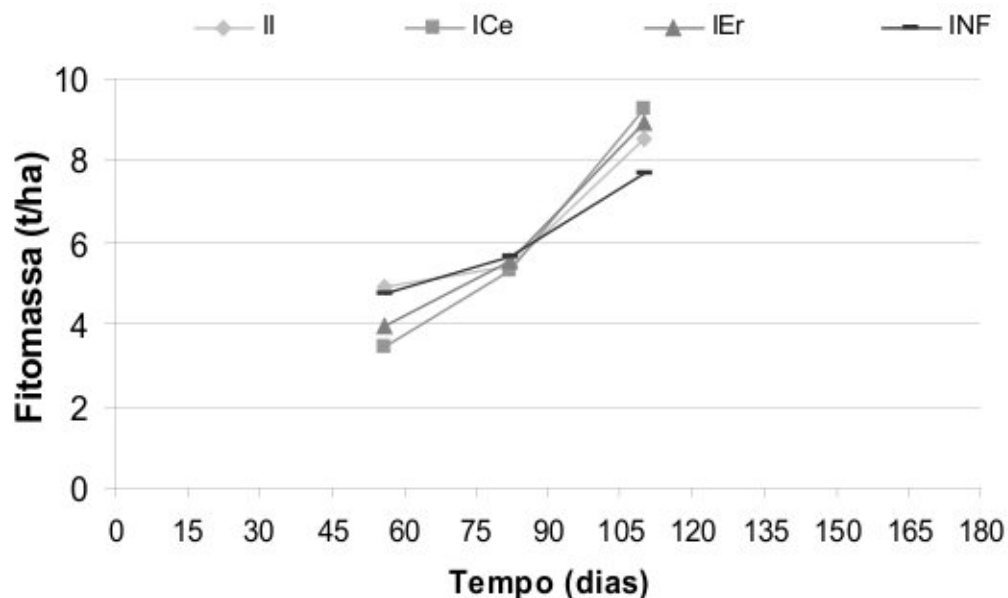


Figura 1. Fitomassa de plantas de cobertura do solo + plantas espontâneas, aos 56, 82 e 110 dias após a semeadura das culturas de cobertura, utilizando misturas de centeio (CE), ervilhaca (ER) e nabo forrageiro (NF), em diferentes proporções: quantidades iguais (II); predomínio de centeio (ICe); predomínio de ervilhaca (IEr) e predomínio de nabo forrageiro (INF).

houve diferença significativa entre os tratamentos analisados. Bittencourt et al. (2009), trabalhando com diversas culturas de cobertura de inverno, verificaram que no tratamento composto por Centeio + Ervilhaca + Nabo, o crescimento da ervilhaca sobre os talos deixados pelo Nabo fez com que a perda de cobertura ocasionada pela degradação do Centeio fosse compensada, pois as espécies iniciaram e terminaram seus ciclos em momentos diferentes, não ocorrendo competição nos estágios de maior desenvolvimento das referidas culturas. O Nabo Forrageiro e o Centeio atingem a plena floração entre 70-80 e 100-120 dias respectivamente, enquanto que para a ervilhaca são necessários 120 a 170 dias (CALEGARI et al., 1993). Segundo Derpsch e Calegari (1992) e Calegari (1998) o nabo forrageiro apresenta produtividade média de 3 t/ha de massa seca da parte aérea, e, mesmo em áreas sem adubação, esse valor pode oscilar entre 2 e 6 t/ha de massa seca no estágio de

floração. Os altos valores de porcentagem de cobertura do solo verificados representam benefícios para o agroecossistema, pois esta cobertura pode diminuir a erosão e manter a temperatura do solo mais estável (DERPSCH et al., 1991). À medida que vai se degradando, alimenta uma rede de organismos do solo responsáveis por processos importantes de reciclagem de nutrientes e formação de agregados estáveis no solo, entre outros (MOREIRA; SIQUEIRA, 2002).

Produção de fitomassa de plantas espontâneas durante o ciclo da cultura de verão

Em relação à fitomassa de plantas espontâneas de verão, observou-se redução ao longo do ciclo do milho (Figura 3). Isso decorreu da alta densidade de semeadura das plantas de cobertura de inverno adotada, visto que quanto maior a massa da cobertura morta, menor será a biomassa produzida pela população de

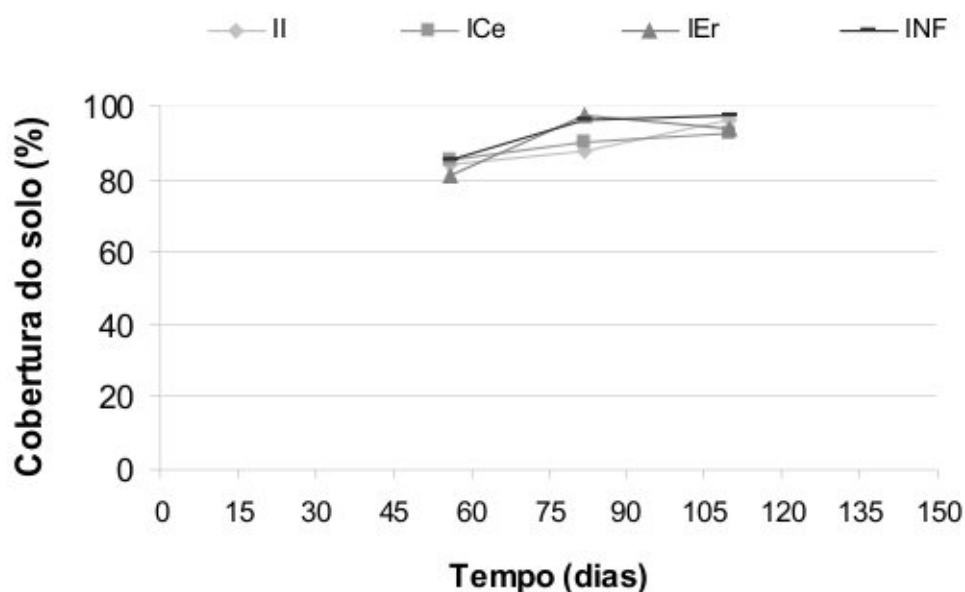


Figura 2. Porcentagem de cobertura do solo por culturas de cobertura de inverno aos 56, 82 e 110 dias após a semeadura das culturas de cobertura, utilizando misturas de centeio (CE), ervilhaca (ER) e nabo forrageiro (NF), em diferentes proporções: quantidades iguais (II); predomínio de centeio (ICe); predomínio de ervilhaca (IEr) e predomínio de nabo forrageiro (INF).

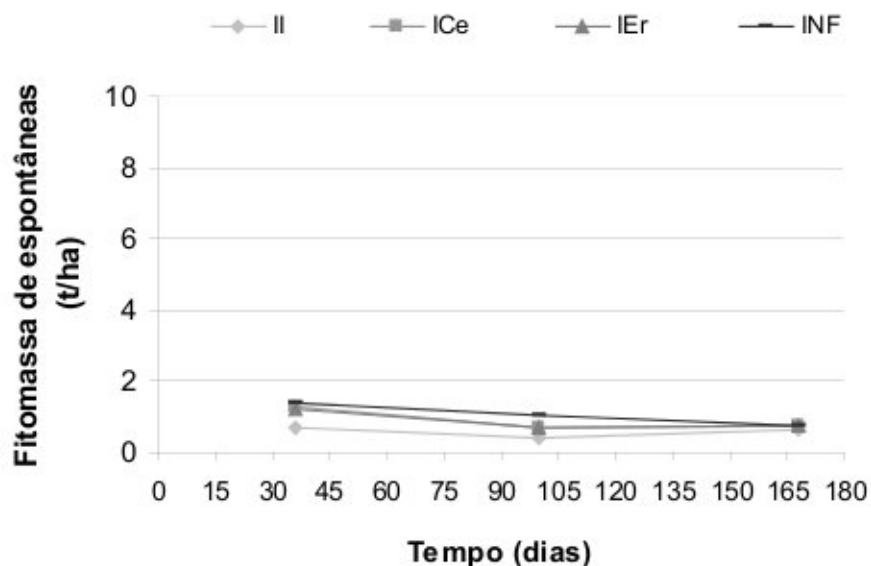


Figura 3. Fitomassa de plantas espontâneas durante o ciclo da cultura de verão, aos 36, 100 e 168 dias após a semeadura do milho em sistema de monocultivo sob resíduos das misturas de centeio (CE), ervilhaca (ER) e nabo forrageiro (NF), em diferentes proporções: quantidades iguais (II); predomínio de centeio (ICe); predomínio de ervilhaca (IEr) e predomínio de nabo forrageiro (INF).

espontâneas (TEASDALE, 2004).

Apesar da redução ao longo do tempo, não foram detectadas diferenças significativas entre os tratamentos estudados nas três épocas de coleta de fitomassa de plantas espontâneas. Na primeira coleta, aos 36 dias após a semeadura da cultura comercial de verão, foram observados os maiores valores para a produção de fitomassa. Nas duas primeiras coletas, o tratamento com predomínio de nabo forrageiro (INF) foi responsável pela maior produção de fitomassa de espontâneas, com cerca de 1,4 t/ha (Figura 3). No período entre a primeira e a segunda coleta, aos 100 dias, houve uma redução na produção de fitomassa em todos os tratamentos, com valores de produção entre 0,5 e 1,0 t/ha. Tal redução ocorreu em razão do aumento da competição com as plantas da cultura comercial, mas também pela presença de uma considerável quantidade de palhada remanescente da rolagem das plantas de cobertura de inverno. Aos 168 dias, na terceira coleta de fitomassa, a produção nos diferentes tratamentos foi de aproximadamente 0,7 t/ha. KIELING et al. (2009) verificaram que entre os diversos consórcios de cultivos de cobertura, aqueles compostos por aveia + nabo, aveia + ervilhaca e aveia + ervilhaca + nabo, seguidos de aveia, apresentaram o melhor desempenho quanto ao abafamento de plantas espontâneas nas três épocas avaliadas. O bom desempenho dos consórcios deve-se ao efeito de complementaridade entre as diferentes espécies utilizadas. A ervilhaca, por exemplo, promove a fixação biológica de nitrogênio, disponibilizando este nutriente no solo e conseqüentemente favorecendo o desenvolvimento da aveia ou do nabo forrageiro, que posteriormente servirão de suporte para o seu crescimento. Por apresentarem diferenças quanto a ciclo de desenvolvimento, a área de exploração radicular, a capacidade de competição e a exigências nutricionais, elas não

competem diretamente entre si pelos fatores indispensáveis ao desenvolvimento. A combinação de diversos métodos de abafamento de plantas espontâneas deve ser usada para prevenir que espontâneas tolerantes a um determinado método utilizado repetidamente se desenvolvam de forma prejudicial ao desenvolvimento da cultura (STEINMAUS et al., 2008).

Rendimento da cultura de verão

Os rendimentos obtidos com o milho cultivado em sistema de monocultivo (Tabela 1), nos diferentes tratamentos estudados, considerados estatisticamente iguais, superaram a média de produtividade da microrregião produtora de Ituporanga, que foi de 5,3 t/ha na safra 2007/2008 (EPAGRI/CEPA, 2009). O destaque foi para o tratamento constituído pela mistura das culturas de cobertura em partes iguais (II), com produtividade de 6,7 t/ha. SILVA et al. (2006), estudando coberturas de solo no inverno para cultivo do milho em sucessão no sistema de PD, concluíram que, na ausência de adubação nitrogenada, as maiores produtividades de milho são obtidas quando a cultura antecessora é a ervilhaca-peluda ou o nabo forrageiro, e as menores quando a cultura antecessora é a aveia-preta.

A utilização de plantas de cobertura na supressão de plantas espontâneas pode ser de grande relevância e eficácia, desde que sejam utilizados métodos complementares, levando em consideração as particularidades de cada situação, visto que não há uma receita pronta, mas sim princípios que orientam decisões. No presente estudo optou-se por não realizar capina ou roçada para verificar se as plantas de cobertura apresentariam a mesma eficácia observada em outros trabalhos, nos quais não foi realizada qualquer intervenção para o controle de

plantas espontâneas (LANA, 2007; BITTENCOURT et al., 2009), e principalmente para testar o efetivo potencial supressor dessas plantas sobre as plantas espontâneas de verão nos experimentos realizados.

A consorciação das plantas de cobertura é um fator de grande importância, pois há uma complementaridade entre as diferentes espécies, que por diversos mecanismos ajudam no desenvolvimento umas das outras. Kieling (2007), estudando cultivo do tomateiro em sistema de plantio direto sem o uso de herbicidas, verificou que a ervilhaca e o nabo forrageiro foram de grande importância para o aumento da fitomassa das coberturas e para a melhoria do solo em todos os consórcios dos quais fizeram parte, mas em cultivo solteiro não apresentaram bons desempenhos.

Existem pesquisas consolidadas sobre plantas de cobertura de inverno, mas o sistema de Plantio Direto sem o uso de Herbicidas traz consigo a necessidade de trabalhos, que identifiquem consórcios e densidades de semeadura mais adequadas para esse sistema, que por não utilizar agrotóxicos apresenta um nível de complexidade

bem maior que o convencional, em que o controle das plantas espontâneas, por exemplo, é simplificado pelo uso de herbicidas e dessecantes.

Conclusões

A produção de milho em sistema de monocultivo superou a média de produtividade da microrregião produtora ao qual estava inserida, demonstrando a viabilidade do plantio direto sem o uso de herbicidas para esta cultura quando em sucessão à combinação de centeio, ervilhaca e nabo forrageiro, desde que se utilize a densidade de semeadura adequada.

Nas diferentes épocas de avaliação, as diferenças nas proporções de centeio, nabo forrageiro e ervilhaca nas misturas utilizadas não resultaram em diferenças significativas na produção de fitomassa de plantas de cobertura de inverno, de plantas espontâneas de inverno e verão e no rendimento do milho.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela Bolsa de

Tabela 1. Rendimento (t/ha, 169 dias após a semeadura) de Milho Variedade Fortuna em sistema de Monocultivo, em experimento de Plantio Direto sem o uso de Herbicidas realizado na Estação Experimental da Epagri de Ituporanga, em sucessão ao cultivo de plantas de cobertura do solo, utilizadas em misturas de centeio (CE), ervilhaca (ER) e nabo forrageiro (NF), em diferentes proporções: quantidades iguais (II); predomínio de centeio (ICe); predomínio de ervilhaca (IEr) e predomínio de nabo forrageiro (INF).

Produtividade - Milho (t/ha)				
Local	Tratamentos			
	II	ICe	IEr	INF
Ituporanga	6,70a ¹	6,65a	6,34a	5,95a

¹ Resultados com a mesma letra não apresentam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade pelo teste DMS – Fischer ($p \leq 0,05$);

Estudos; à Fundação CS-Fund/Warsh-Mott Legacy (Estados Unidos) pelo apoio financeiro; e à Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – Epagri, por fornecer a infraestrutura necessária à implantação e condução do experimento de campo.

Referências bibliográficas

- BITTENCOURT, H.v.H.; LOVATO, P.E.; COMIN, J.J.; LANA, M.A.; ALTIERI, M.A. Produtividade de feijão-guará e efeito supressivo de culturas de cobertura de inverno em espontâneas de verão. **Acta Scientiarum. Agronomy** (Impresso), v. 31, p. 689-694, 2009.
- CALEGARI, A. Espécies para cobertura de solo. In: DAROLT, M.R. (Coord.). **Plantio direto: pequena propriedade sustentável**. Londrina: Iapar, 1998. p.65-94. (Circular, 101).
- CALEGARI, A. et al.. **Adubação verde no sul do Brasil**, 2ª ed. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993, 346 p.
- CASTRO, O.M.; VIEIRA, S.R.; MARIA, I.C. Sistemas de preparo do solo e disponibilidade de água. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DE ÁGUA NA AGRICULTURA, Campinas, 1987. **Anais**. Campinas : Fundação Cargill, 1987. p.27-51.
- DAROLT, M. R.; SKORA NETO, F. Sistema de plantio direto em agricultura orgânica. **Revista Plantio Direto**, p. 28–31, 2002.
- DERPSCH, R.; CALEGARI, A. **Plantas para adubação verde de inverno**. Londrina: Iapar, 1992. 80p. (Circular, 73).
- DERPSCH, R.; ROTH, C.H.; SIDIRAS, N.; KOPKE, U. **Controle da erosão no Paraná, Brasil: sistemas de cobertura de solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo**. Eschborn: GTZ; Londrina: IAPAR, 1991. 272 p.
- EPAGRI/CEPA – Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola. Disponível em: <<http://cepa.epagri.sc.gov.br/>>. Acessado em 14 de maio de 2009.
- GIACOMINI, S.J.; AITA, C.; CHIAPINOTTO, I.C.; HÜBNER, A.P.; MARQUES, M.G.; CADORE, F. Consorciação de plantas de cobertura antecedendo o milho em plantio direto: II - Nitrogênio acumulado pelo milho e produtividade de grãos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, n.4, 2004.
- KIELING, A. ; COMIN, J. J. ; FAYAD, J. A. ; LANA, M. A. ; LOVATO, P. E. . Plantas de cobertura de inverno em sistema de plantio direto de hortaliças sem herbicidas: efeitos sobre plantas espontâneas e na produção de tomate. **Ciência Rural**, v. 39, n.7, 2009.
- LAL, R. Soil management in the developing countries. **Soil Science**, v.165, p.57-72, 2000.
- LANA, M.A. Uso de culturas de cobertura no manejo de comunidades de plantas espontâneas como estratégia agroecológica para o redesenho de agroecossistemas. Florianópolis, 2007. 82 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas.
- LITTLE, T. M.; HILLS, F. J. **Agricultural experimentation: design and analysis**. New York: J. Wiley, 1978. 350 p.
- MONEGAT, C. **Plantas de cobertura do solo: características e manejo em pequenas propriedades**. Chapeco, SC, 1991. 336 p.
- MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 2002. 625p.
- MUZILLI, O. “Princípios e perspectivas de expansão.” In: **Plantio Direto no Estado do Paraná**. Londrina: A Fundação, 1981. 244p.
- PITELLI, R.; DURIGAN, J.C. Ecologia das plantas daninhas no sistema de plantio direto. In: ROSSELLO, R. D. **Siembra directa en el Cono Sur**, Montevideo: PROCISUR, 2001. p. 203-210.
- SCHENKEL, M.G.S.; COSTABEBER, J.A.; SILVEIRA, R.; SCHENKEL, C.A. A formação e a conversão de grupos de agricultores agroecológicos no Alto Uruguai Catarinense e Gaúcho. Resumos do II Congresso Brasileiro de Agroecologia. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n.1, fev. 2007.
- SCHULTZ, L.A. **Manual do plantio direto: técnicas e perspectivas**. Porto Alegre: Agropecuária, 1978. 83p.
- SILVA, P.R.F.; ARGENTA, G.; SANGOI, L.; RAMBO, L.; STRIEDER, M.L.; SILVA, A.A. da. Estratégias de manejo de coberturas de solo no inverno para cultivo do milho em sucessão no sistema semeadura direta. **Ciência Rural**, v.36, p.1011-1020, 2006.
- STEINMAUS, S.; ELMORE, C.L.; DONALDSON, D.; WEBER, E.A.; RONCORONI, J.A.; MILLER, P.R.M.. Mulched cover crops as an alternative

to conventional weed management systems in vineyards. **Weed Research**, v. 48, p. 273-281, 2008.

TEASDALE, J.R. et. al.. Weed Seedbank Dynamics in Three Organic Farming Crop Rotations. **Agronomy Journal**, v.96:1429-1435, set-out, 2004