

ANÁLISE ECONÔMICA DO USO DE LEGUMINOSAS ESTIVAS INTERCALARES À CULTURA DO MILHO, NA AUSÊNCIA E NA PRESENÇA DE ADUBAÇÃO NITROGENADA, NO OESTE DE SANTA CATARINA⁽¹⁾

E. SPAGNOLLO⁽²⁾, C. BAYER⁽³⁾, L. P. WILDNER⁽⁴⁾,
P. R. ERNANI⁽⁵⁾, J. A. ALBUQUERQUE⁽⁵⁾ & R. NADAL⁽⁴⁾

RESUMO

O uso de leguminosas constitui boa alternativa para suprir N e aumentar o rendimento das culturas comerciais. A aceitação desta prática por agricultores e extensionistas, entretanto, depende da demonstração de sua vantagem econômica em relação ao sistema tradicional. Neste estudo, avaliou-se o efeito do cultivo intercalar de quatro leguminosas estivais de cobertura do solo [feijão de porco (*Canavalia ensiformis* L.), guandu (*Cajanus cajan* L.) cv. roxo anão, mucuna cinza (*Stizolobium niveum* Kuntze) e soja preta (*Glycine* sp)] sobre a receita líquida da cultura do milho, em três doses de N (0, 60 e 120 kg ha⁻¹), comparativamente ao sistema tradicional de milho exclusivamente (testemunha). Dois experimentos foram realizados, durante quatro e cinco anos, respectivamente, em sistemas de preparo convencional (PC) e preparo reduzido (PR), num Latossolo Vermelho distroférico, em Chapecó (SC), sendo os resultados apresentados na média das safras. A cultura do milho, sem leguminosa e sem adubação nitrogenada, apresentou uma receita líquida de 45 R\$ ha⁻¹ no PC e de 72 R\$ ha⁻¹ no PR. O cultivo intercalar das leguminosas promoveu incrementos na receita líquida da cultura do milho que variaram de 64 a 312 R\$ ha⁻¹ (142 a 693%), no PC, e de 57 a 147 R\$ ha⁻¹ (79 a 204%), no PR, na ausência de adubação nitrogenada. Mesmo com aplicação de N, as leguminosas promoveram aumento na receita líquida da cultura do milho, porém de menor magnitude. O cultivo intercalar de leguminosas estivais de cobertura do solo demonstrou-se uma alternativa viável para aumentar a receita líquida da cultura do milho. Os benefícios econômicos obtidos com esta prática provavelmente compensam o aumento em mão-de-obra.

Termos de indexação: plantas de cobertura, cultivo intercalar, receita líquida.

⁽¹⁾ Pesquisa realizada com recursos do projeto Microbacias/BIRD e do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC. Recebido para publicação em junho de 2000 e aprovado em fevereiro de 2001.

⁽²⁾ Mestrando em Ciência do Solo da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC. Caixa Postal 281, CEP 88 520-000 Lages (SC). E-mail: spagnollo@bol.com.br

⁽³⁾ Professor do Departamento de Solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Caixa Postal 776, CEP 90001-970 Porto Alegre (RS). Pesquisador do CNPq.

⁽⁴⁾ Pesquisador do Centro de Pesquisas para Pequenas Propriedades (CPPP) da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – EPAGRI. Caixa Postal 791, CEP 89801-970 Chapecó (SC).

⁽⁵⁾ Professor do Departamento de Solos, UDESC. Pesquisador do CNPq.

SUMMARY: *ECONOMIC BENEFITS OF LEGUME COVER-CROPS CULTIVATED IN THE INTER-ROWS OF CORN, WITH AND WITHOUT NITROGEN FERTILIZATION, IN SOUTHERN BRAZIL*

Legumes cover-crops represent a good alternative to supply N as well as to improve yield of commercial crops. The acceptance of this technique by growers and extension agents, however, depends on its economical advantage in relation to traditional systems. In this study, the effect of four summer legumes cover-crops (Canavalia ensiformis, Cajanus cajan, Stizolobium niveum and Glycine sp), was evaluated in association with three N rates (0, 60 and 120 kg ha⁻¹), on the net income of corn. Two medium-term (4- and 5-yr) experiments were carried out, respectively, under conventional tillage (CT) and reduced tillage (RT), in the Northwest of Santa Catarina State, Brazil. In absence of cover-crops and mineral N, corn production gave a net income of 25 and 40 US ha⁻¹ (1 US = 1.80 R\$), respectively, on CT and on RT. The use of cover-crops raised the net income from 35 to 173 US ha⁻¹ (142 a 693%) under CT, and from 32 to 82 US ha⁻¹ (79 a 204%) under RT, in absence of N. When N was applied, the economic benefits of such crops were smaller, but still advantageous. Thus, cultivation of summer legumes in the inter-rows of corn, as cover-crops, has economical advantages, probably enough to off-set the higher costs of family labor involved.

Index terms: summer cover-crops, maize, net income profit, nitrogen.

INTRODUÇÃO

No sul do Brasil, expressivo número de famílias rurais tem sua renda baseada nas culturas de milho, soja e feijão, caracterizadas pelo baixo valor agregado. Estas culturas, bem como o fumo, são freqüentemente cultivadas de forma consorciada e, ou, em sucessão, em sistemas de cultivos múltiplos, com uso de tração animal e mão-de-obra familiar (Monegat, 1998).

Nessa região, a produtividade das culturas tem alcançado patamares bem abaixo do potencial das variedades/híbridos cultivados, bem como visível decréscimo ao longo dos anos, atribuído ao baixo uso de insumos, ao processo acelerado de degradação física, química e biológica do solo e aos periódicos eventos climáticos adversos, principalmente com o aumento da irregularidade das chuvas e da freqüência de estiagens.

Considerando o baixo poder aquisitivo dos pequenos agricultores, a pesquisa tem avaliado fontes alternativas de nutrientes, com vistas em aumentar o rendimento das culturas, com destaque para o uso de esterco de suínos (Ernani, 1984; Scherer & Castilhos, 1994) e de aves (Ernani & Gianello, 1982). O uso de leguminosas para cobertura do solo em sistemas de rotação de culturas também se destaca como uma prática com grande potencial no fornecimento de nitrogênio e aumento do rendimento das culturas comerciais.

Neste sentido, diversos estudos têm sido realizados, enfocando não só o potencial de plantas de cobertura de ciclo hibernar (Sarrantonio & Scott,

1988; Blevins et al., 1990; Da Ros, 1993; Pavinato et al., 1994; Freitas et al., 1996; Amado et al., 1998), mas também de espécies de ciclo estival (Scherer & Baldissera, 1988; Burle et al., 1992; Wildner & Dadalto, 1992; Araújo & Almeida, 1993; Bayer et al., 1998; Carsky et al., 1998).

Segundo Jama et al. (1998), a determinação de aspectos técnicos positivos, como o aumento no rendimento, não é suficiente para demonstrar ser a técnica vantajosa. Os autores acreditam que a aceitação pelos agricultores e extensionistas rurais de sistemas de cultura baseados no uso de plantas de cobertura depende da demonstração do impacto econômico positivo desta prática em relação ao sistema tradicional. É necessário que o aumento na receita líquida da cultura comercial compense o aumento de mão-de-obra.

No Brasil, poucos estudos têm realizado análise econômica do uso de plantas de cobertura do solo na receita líquida do agricultor. Na região da Depressão Central do Rio Grande do Sul, Amado (1997) determinou um prejuízo de 113 R\$ ha⁻¹ na cultura do milho no sistema aveia/milho sem adubação nitrogenada. Por sua vez, o cultivo de ervilhaca comum no inverno (ervilhaca/milho) resultou numa receita líquida da cultura do milho de 154 R\$ ha⁻¹, demonstrando o grande potencial desta leguminosa de inverno na viabilização econômica dessa cultura.

Este estudo objetivou avaliar o efeito do cultivo intercalar de quatro espécies leguminosas estivais de cobertura do solo na receita líquida da cultura do milho, na ausência e na presença de adubação nitrogenada, nos sistemas de preparo convencional e reduzido.

MATERIAL E MÉTODOS

A análise econômica do uso de leguminosas estivas em cultivo intercalar na cultura do milho foi realizada em dois experimentos em área do Centro de Pesquisa para Pequenas Propriedades da Epagri (S/A), em Chapecó (SC). Um experimento foi instalado em 1993 e realizado até 1998, no sistema de preparo reduzido (PR), com abertura de sulcos com tração animal; o segundo experimento foi instalado em 1994 e conduzido até 1998, no sistema de preparo convencional (PC), com lavração e gradagem motomecanizada.

Utilizou-se um Latossolo Vermelho distroférrico (EMBRAPA, 1999) com 65 g kg⁻¹ de areia, 265 g kg⁻¹ de silte e 670 g kg⁻¹ de argila. A declividade aproximada do local é de 10%, tendo sido os experimentos dispostos em curvas de nível adjacentes. Anteriormente à instalação dos experimentos, durante aproximadamente 23 anos, as áreas foram cultivadas com culturas anuais no sistema de preparo convencional, com lavração e gradagem. Entretanto, o histórico de culturas e de adubação das duas áreas experimentais foi diferente, o que resultou em níveis distintos de fertilidade do solo. A análise química do solo anterior à instalação dos experimentos sob PR e PC evidenciou valores de pH-H₂O de 5,5 e 5,4, fósforo (Mehlich-1) de 12 e 34 mg kg⁻¹, potássio de 185 e 279 mg kg⁻¹, cálcio + magnésio de 10,0 e 8,7 cmol_c kg⁻¹, respectivamente.

Em cada experimento, utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas e três repetições. Nas parcelas principais (6 x 24 m no PC, e 5 x 24 m no PR), foram utilizadas quatro leguminosas estivas de cobertura do solo [feijão de porco (*Canavalia ensiformis* L.), guandu (*Cajanus cajan* L.) cv. roxo anão, mucuna cinza (*Mucuna nivea* Kuntze) e soja preta (*Glycine* sp)], em cultivo intercalar ao milho, além de um tratamento exclusivamente com milho, sem plantas de cobertura (testemunha). Nas subparcelas (6 x 8 m no PC, e 5 x 8 m no PR), aplicaram-se manualmente três doses de N no milho (0, 60 e 120 kg ha⁻¹), sendo 1/3 na semeadura e o restante em cobertura 40-50 dias após a emergência, utilizando a uréia como fonte de N. Não foram utilizados inoculantes para as leguminosas. Durante o inverno, as áreas experimentais permaneceram em pousio.

A semeadura do milho (variedade Cargill 701) foi feita sempre na primeira quinzena de outubro, com espaçamento de 1,0 m entre linhas, mantendo-se uma população aproximada de 5 x 10⁴ plantas ha⁻¹. A semeadura do guandu anão, feijão de porco e soja preta foi realizada 15 dias após a emergência do milho, enquanto a mucuna cinza, pelo seu rápido desenvolvimento inicial e pelo seu hábito de crescimento trepador, foi semeada 45 dias após a emergência do milho. Estes intervalos foram definidos a partir de um experimento específico

(Wildner, L. do Prado, informação pessoal), com vistas em diminuir a competição com o milho e obter a máxima produtividade de matéria seca pelas plantas de cobertura.

Semeou-se manualmente uma linha de leguminosas em cada entrelinha de milho, na densidade de semeadura recomendada para cada espécie (Monegat, 1996). O controle de ervas daninhas foi realizado por meio de capinas manuais. As plantas de milho foram dobradas na fase de maturação fisiológica, visando ao maior desenvolvimento vegetativo das leguminosas pela maior luminosidade.

Em todos os anos e nos dois sistemas de preparo, o manejo do solo iniciou-se em junho, com a rolagem dos resíduos vegetais remanescentes do cultivo anterior. No PC, a adubação de manutenção e as operações de aração e gradagem foram realizadas em setembro. No PR, a dessecação das plantas invasoras foi realizada em agosto, com herbicida à base de glifosate; o sulcamento, a adubação de manutenção com P e K e a aplicação de 1/3 do N foram feitos no início de setembro. Em todas as subparcelas, foram aplicadas a lanço, anualmente, quantidades equivalentes a 40 kg ha⁻¹ de P₂O₅, na forma de superfosfato triplo, e 60 kg ha⁻¹ de K₂O, na forma de cloreto de potássio, as quais constituem doses de reposição para rendimentos de milho de 3-6 Mg ha⁻¹, conforme recomendação de CFRS/SC (1995).

O rendimento de grãos do milho foi avaliado, na segunda quinzena de março, numa área útil de 21 m² no PR (safras 93/94 a 97/98) e de 28 m² no PC (safras 94/95 a 97/98), e padronizado para 130 g kg⁻¹ de umidade dos grãos. A análise econômica da cultura do milho foi realizada sem considerar os custos com serviços, os quais, em pequenas propriedades rurais, são realizados com mão-de-obra familiar. O raciocínio lógico do agricultor consiste na manutenção da família e não na reprodução do capital (Lima et al., 1995), ou seja, a receita da venda dos produtos subtraída do que foi gasto na compra dos insumos é o que compreende a renda familiar. Normalmente, pelo baixo grau de tecnificação empregado em pequenas propriedades rurais, a inclusão dos custos de serviços em análise econômica resulta em valores invariavelmente negativos (Lima et al., 1995).

Os custos totais da cultura do milho corresponderam à soma dos custos variáveis (insumos e funrural) e fixos. Os custos com insumos corresponderam à média dos valores obtidos de pesquisa de preço referente ao mês de setembro dos diferentes anos (safras) e englobaram sementes de milho (25 kg ha⁻¹), fertilizantes (superfosfato, cloreto de potássio e uréia), herbicida (2,5 L ha⁻¹), inseticida (0,3 L ha⁻¹) e formicida (2 kg ha⁻¹). Não foram considerados custos com sementes das leguminosas, por terem sido elas produzidas nas próprias propriedades rurais.

O custo com Funrural correspondeu à contribuição de 2,5% do valor de venda do milho (receita bruta) para a previdência, como fundo de aposentadoria. Os custos fixos referentes à depreciação (5%), juros sobre o capital fixo (3%) e conservação e reparos (2%) foram calculados sobre o valor 1.000 R\$ ha⁻¹, o qual corresponde ao valor mínimo da infra-estrutura para cultivo e armazenagem do milho na região oeste de SC.

O preço (R\$ kg⁻¹) de venda do milho (0,131, na safra 94/95; 0,161, na safra 95/96; 0,128, na safra 96/97, e 0,141, na safra 97/98), foi relativo ao valor da primeira quinzena de março. Os valores de venda do milho foram corrigidos pelo IGP/FGV (Índice Geral de Preços da Fundação Getúlio Vargas) para setembro de 1999 (base de cálculo IGP de Agosto de 1994 = 100). A partir do rendimento do milho nas safras, dos custos de produção e dos preços de venda do milho, calcularam-se valores médios de receita bruta e da receita líquida da cultura do milho.

A dose de máxima eficiência econômica (DMEE) de N foi calculada a partir das equações polinomiais de segundo grau ajustadas aos valores da receita líquida do milho, considerando três doses de N. A DMEE de N correspondeu à dose de N no qual a receita líquida foi máxima (ponto de máxima), calculada pela primeira derivada da regressão polinomial.

A análise estatística do efeito das leguminosas estivais sobre o rendimento de grãos e sobre a receita líquida da cultura do milho nas diferentes doses de N consistiu na análise da variância e foi realizada separadamente em cada experimento. A análise individual dos experimentos foi motivada pelos diferentes níveis de fertilidade inicial do solo das áreas experimentais, o que resultou num confundimento dos efeitos dos sistemas de preparo. A diferença entre as médias de tratamentos foi avaliada pelo teste de Tukey a 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rendimento do milho, sem leguminosa e sem aplicação de N, foi de 2.428 kg ha⁻¹, no PC, e de 2.391 kg ha⁻¹, no PR. O cultivo intercalar das leguminosas estivais determinaram um aumento no rendimento do milho de 17 a 93% (423 a 2.256 kg ha⁻¹), no PC, e de 12 a 43% (281 a 1.030 kg ha⁻¹), no PR (Quadro 1), os quais foram relacionados com o aumento na disponibilidade de N (Spagnollo, 2000).

A aplicação de N também determinou um aumento no rendimento do milho. As doses de 60 e 120 kg ha⁻¹ de N aumentaram o rendimento do milho no tratamento-testemunha em 1.651 kg ha⁻¹ (68%)

Quadro 1. Rendimento de grãos do milho, com e sem o cultivo intercalar de leguminosas estivais, nos sistemas de preparo convencional e reduzido. Média de quatro safras no preparo convencional e de cinco safras no preparo reduzido e de três repetições

Leguminosa	Dose de N	Preparo	
		convencional	reduzido
kg ha ⁻¹			
Testemunha	0	2.428 c B	2.391 c C
	60	4.079 bc A	2.949 b B
	120	4.580 ab A	4.244 A
Feijão de porco	0	4.127 ab B	3.023 ab B
	60	4.900 a A	3.871 a A
	120	5.239 a A	4.069 ns A
Guandu anão	0	3.593 b B	2.951 abc C
	60	4.794 ab A	3.816 a B
	120	5.230 a A	4.309 A
Mucuna cinza	0	4.684 a NS	3.421 a B
	60	4.976 a	4.081 a A
	120	4.886 ab	4.105 A
Soja preta	0	2.851 c B	2.672 bc B
	60	3.819 c A	3.675 a A
	120	4.281 b A	3.963 A

Em cada sistema de preparo e dose de N, médias de plantas de cobertura seguidas de letras minúsculas iguais não diferem pelo teste Tukey a 5%. Em cada sistema de preparo e planta de cobertura, médias de doses de N seguidas de letras maiúsculas iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

ns e NS: Referem-se a não existência de diferença significativa entre as médias, para letras minúsculas e maiúsculas, respectivamente.

e 2.152 kg ha⁻¹ (89%), no PC, respectivamente, e em 558 kg ha⁻¹ (23%) e 1.853 kg ha⁻¹ (77%), no PR, respectivamente (Quadro 1). Este aumento do rendimento do milho pelo cultivo intercalar das leguminosas estivais, bem como pela aplicação de N, refletiu-se num aumento expressivo nos valores de receita bruta e de receita líquida da cultura (Quadro 2), em comparação ao tratamento sem leguminosa e sem aplicação de N.

A receita líquida da cultura do milho, sem planta de cobertura e sem aplicação de N, foi de 45 R\$ ha⁻¹, no PC, e de 72 R\$ ha⁻¹, no PR (Quadro 3). Nos dois sistemas de preparo, a adubação nitrogenada aumentou a receita líquida da cultura (Quadro 2). No PC, a receita líquida sem aplicação de N foi equivalente a apenas 18% da receita líquida máxima (Quadro 3). Neste sistema, com a aplicação de N na faixa de 0-60 kg ha⁻¹, houve um aumento na receita líquida de 3,51 R\$ ha⁻¹, para cada R\$ 1,00 investido em fertilizante, e de 0,35 R\$ ha⁻¹ na faixa de 60 a 120 kg ha⁻¹ de N. A dose de N de máxima eficiência econômica (DMEE) no sistema PC foi de 97 kg ha⁻¹, na qual foi obtida a receita líquida máxima de 253 R\$ ha⁻¹ (Quadro 3). No sistema PR, não foi possível calcular-se a DMEE de N, bem como a renda líquida máxima da cultura no tratamento-testemunha, porque o milho não atingiu o rendimento máximo com a aplicação de 120 kg ha⁻¹ de N.

Amado (1997) realizou a análise econômica do uso de plantas de cobertura de inverno na cultura do milho em um Podzólico Vermelho-Escuro, na Região da Depressão Central do Rio Grande do Sul, e determinou no sistema aveia/milho um aumento da

receita líquida da cultura do milho de 7,97 R\$ ha⁻¹ para cada R\$ 1,00 investido em N (na faixa de 0 a 90 kg ha⁻¹). O menor retorno econômico da aplicação de N obtido no presente estudo possivelmente deveu-se às menores produtividades (Quadro 1), comparativamente aos resultados de Amado (1997). Em parte, as menores produtividades deveram-se ao menor potencial de rendimento do cultivar de milho utilizado neste trabalho, bem como à utilização de irrigação no trabalho daquele autor.

O cultivo intercalar das leguminosas estivais determinou um aumento na receita líquida da cultura do milho variando de 142 a 693% (64 a 312 R\$ ha⁻¹), no PC, e de 79 a 204% (57 a 147 R\$ ha⁻¹), no PR, em comparação ao tratamento-testemunha sem aplicação de N (Quadro 3). Com exceção da soja preta no PC, as plantas de cobertura promoveram aumentos também na receita máxima da cultura (na DMEE), porém de menor magnitude do que sem aplicação de N (Quadro 3). Comparando o efeito das leguminosas estivais no rendimento e na receita líquida, observou-se que a magnitude do efeito dos sistemas de cultura sobre a receita líquida foi bem superior, tratando-se de um melhor indicador da magnitude do benefício econômico advindo do uso das plantas de cobertura.

Dentre as espécies, os resultados econômicos mais expressivos ocorreram no sistema milho + mucuna, o qual, na ausência de N, proporcionou uma receita líquida de 357 R\$ ha⁻¹, no PC, e de 219 R\$ ha⁻¹, no PR (Quadro 3), correspondendo a 100% da receita líquida máxima, no PC, e 81%, no PR (Quadro 3). No PC, a receita líquida do milho nesse sistema na

Quadro 2. Equações polinomiais de segundo grau ajustadas aos valores de receita bruta e de receita líquida em função das doses de N, nos sistemas de preparo convencional e reduzido. Média de quatro safras no preparo convencional e de cinco safras no preparo reduzido e de três repetições

Leguminosa	Receita bruta	Receita líquida
Preparo convencional		
Testemunha	$\hat{Y} = 351 + 5,28x - 0,023x^2$	$\hat{Y} = 45 + 4,30x - 0,022x^2$
Feijão de porco	$\hat{Y} = 589 + 2,29x - 0,008x^2$	$\hat{Y} = 278 + 1,38x - 0,008x^2$
Guandu anão	$\hat{Y} = 518 + 3,66x - 0,014x^2$	$\hat{Y} = 208 + 2,72x - 0,014x^2$
Mucuna cinza	$\hat{Y} = 670 + 1,08x - 0,007x^2$	$\hat{Y} = 357 + 0,20x - 0,007x^2$
Soja preta	$\hat{Y} = 416 + 2,88x - 0,010x^2$	$\hat{Y} = 109 + 1,97x - 0,010x^2$
Preparo reduzido		
Testemunha ¹	-	-
Feijão de porco	$\hat{Y} = 494 + 2,74x - 0,011x^2$	$\hat{Y} = 185 + 1,83x - 0,011x^2$
Guandu anão	$\hat{Y} = 486 + 2,91x - 0,009x^2$	$\hat{Y} = 178 + 2,00x - 0,009x^2$
Mucuna cinza	$\hat{Y} = 528 + 2,56x - 0,014x^2$	$\hat{Y} = 219 + 1,66x - 0,014x^2$
Soja preta	$\hat{Y} = 436 + 4,20x - 0,021x^2$	$\hat{Y} = 129 + 3,25x - 0,021x^2$

⁽¹⁾ Não ajustada, pois o milho não atingiu o rendimento máximo com 120 kg ha⁻¹ de N.

Quadro 3. Dose de máxima eficiência econômica (DMEE) de N, receita líquida da cultura do milho na DMEE (máxima) e sem aplicação de N, percentual que a receita líquida sem aplicação de N representa da receita líquida máxima, e o aumento percentual da receita líquida pelo cultivo intercalar de leguminosas estivais em relação ao tratamento-testemunha sem aplicação de N, nos sistemas de preparo convencional e reduzido

Leguminosa	Nitrogênio DMEE	Receita líquida		% Receita líquida máxima ⁽¹⁾	Aumento da receita líquida ⁽²⁾
		Máxima	Sem N		
	kg ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹			%
Preparo convencional					
Testemunha	97 a	253 b	45 c	18	-
Feijão de porco	86 ab	337 a	278 ab	82	518
Guandu anão	98 a	341 a	208 b	61	362
Mucuna cinza	15 b	357 a	357 a	100	693
Soja preta	98 a	205 b	109 bc	53	142
Preparo reduzido					
Testemunha	-(3)	-(3)	72 c	-(3)	-
Feijão de porco	86 b	263 a	185 b	70	157
Guandu anão	115 a	293 a	178 b	61	147
Mucuna cinza	61 b	269 a	219 a	81	204
Soja preta	79 b	257 a	129 bc	50	79

Em cada sistema de preparo, médias de leguminosas estivais seguidas de letras iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

⁽¹⁾ % Receita líquida máxima = (Receita líquida sem aplicação de N/Receita líquida na DMEE) x 100. ⁽²⁾ Relativo ao tratamento-testemunha, sem aplicação de N. ⁽³⁾ Valor não determinado porque o milho não atingiu o rendimento máximo com 120 kg ha⁻¹ de N.

ausência de N foi 41% (»104 R\$ ha⁻¹) superior à receita líquida máxima obtida no tratamento-testemunha (»253 R\$ ha⁻¹); na presença de N, o aumento na receita líquida ocorreu somente com a aplicação de até 15 kg ha⁻¹ de N, no PC, e até 61 kg ha⁻¹ de N, no PR (Quadro 3), evidenciando o grande potencial de economia em adubo nitrogenado na cultura do milho pelo cultivo intercalar da mucuna cinza.

Esses resultados foram semelhantes aos obtidos por Carsky et al. (1998) em regiões africanas com solo de baixa fertilidade, onde o cultivo intercalar de mucuna incrementou em 156% o rendimento do milho a partir do segundo ano de cultivo, passando de 1,17 Mg ha⁻¹, no sistema com milho solteiro, para 2,99 Mg ha⁻¹, no sistema com mucuna. Entretanto, os autores ressaltaram que em solos de alta fertilidade, apesar de o efeito residual da mucuna manter e, ou, aumentar a fertilidade do solo, sua utilização tornou-se inviável economicamente, uma vez que não aumentou o rendimento de grãos de milho.

No sistema milho + feijão de porco, a DMEE de N foi de 86 kg ha⁻¹ nos dois sistemas de preparo; no sistema milho + guandu anão, foi de 98 kg ha⁻¹ de N, no PC, e de 115 kg ha⁻¹ de N, no PR. No PC, a receita líquida do milho nos tratamentos com feijão de porco e guandu anão, sem aplicação de N, correspondeu, respectivamente, a 110 e 82% da receita líquida máxima obtida no tratamento-testemunha (Quadro 3), evidenciando o potencial das

espécies no aumento do rendimento do milho (Quadro 1). A soja preta foi a planta de cobertura que apresentou menor resultado econômico, porém os aumentos na renda líquida em relação à testemunha também foram expressivos. Na ausência de N, a receita líquida aumentou em 140% (64 R\$ ha⁻¹), no PC, e 81% (57 R\$ ha⁻¹), no PR, relativamente ao tratamento-testemunha (Quadro 3).

Amado (1997) analisou o efeito de plantas de cobertura de inverno sobre a receita líquida da cultura do milho. O autor determinou um prejuízo de 113 R\$ ha⁻¹, quando em sucessão à aveia preta, sem aplicação de N. Por sua vez, somente o cultivo de ervilhaca antecedendo ao milho (ervilhaca/milho), sem aplicação de N, demonstrou uma receita líquida de »154 R\$ ha⁻¹, equivalente a 41% da receita líquida máxima obtida no sistema aveia/milho. A receita líquida máxima (na DMEE de N) foi de 376 R\$ ha⁻¹, no sistema aveia/milho, e de 429 R\$ ha⁻¹, no sistema ervilhaca/milho.

O incremento na renda líquida pelo uso de leguminosas estivais de cobertura do solo é uma alternativa para a viabilização econômica da cultura do milho. O expressivo aumento na renda líquida do agricultor compensa o aumento de mão-de-obra que representa o cultivo intercalar dessas espécies. Em termos práticos, a implementação de sistemas de produção de milho, baseados no uso de leguminosas estivais em cultivo intercalar, restringe-se a pequenas propriedades rurais, considerando a

necessidade da colheita manual do milho nesses sistemas. Outras formas de introdução de leguminosas estivas em sistemas de culturas podem anteceder culturas comerciais de inverno, antecedendo ao milho em semeadura tardia, e o seu cultivo em aléias, em entre faixas de culturas comerciais.

CONCLUSÕES

1. O cultivo intercalar de leguminosas estivas resultou num aumento da receita líquida da cultura do milho, com e sem aplicação de N, nos sistemas de preparo convencional e reduzido.

2. Sem aplicação de N, o efeito dessas espécies sobre a receita líquida foi mais expressivo, evidenciando ser o principal fator envolvido a economia em fertilizantes nitrogenados.

3. As espécies que se destacaram em relação ao seu efeito na renda líquida da cultura do milho foram a mucuna cinza, o feijão de porco e o guandu anão.

LITERATURA CITADA

- AMADO, T.J.C. Disponibilidade de nitrogênio para o milho em sistemas de cultura e preparo do solo. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1997. 201p. (Tese de Doutorado)
- AMADO, T.J.C.; FERNANDEZ, S.B. & MIELNICZUK, J. Nitrogen availability as affected by ten years of cover crop and tillage systems in southern Brazil. *J. Soil Water Conserv.*, 53:268-271, 1998.
- ARAÚJO, A.P. & ALMEIDA, A.L. Adubação verde associada a fosfato de rocha na cultura do milho. *Pesq. Agropec. Bras.*, 28:245-251, 1993.
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. & PAVINATO, A. Sistemas de manejo do solo e seus efeitos sobre o rendimento do milho. *Ci. Rural*, 28:23-28, 1998.
- BLEVINS, R.L.; HERBEK, J.H. & FRYE, W.W. Legume cover crops as a nitrogen source for no-till corn and grain sorghum. *Agron. J.*, 82:769-772, 1990.
- BURLE, M.L.; SUHET, A.R.; PEREIRA, J.; RESCK, D.V.S. PERES, J.R.R.; CRAVO, M.S.; BOWEN, W. BOULDIN, D.R. & LATTHWELL, D.J. Legume green manures: Dry-season survival and the effect on succeeding maize crops. *Raleigh, Soil Management CRPS*, 1992. (Bulletin 92-04)
- CARSKY, R.J.; TARAWALI, S.A.; BECKER, M.; CHIKOYE, D.; TIAN, G. & SANGINGA, N. Mucuna- herbaceous cover legume with potential for multiple uses. *Charlottesville, Resource and crop management research*, 1998. 52p. (Monograph, 25)
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO – CFRS/SC. Passo Fundo, RS. Recomendações de adubação e calagem para o estado do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 3.ed. Passo Fundo, SBRS-Núcleo Regional Sul/EMBRAPA-CNPT, 1995. 128p.
- DA ROS, C.O. Plantas de inverno para cobertura do solo e fornecimento de nitrogênio ao milho em plantio direto. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria. 1993. 85p. (Tese de Mestrado)
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília, Centro Nacional de Pesquisa de Solos-Serviço de Produção de Informação, 1999. 412p.
- ERNANI, P.R. & GIANELLO, C. Efeito imediato e residual de materiais orgânicos, adubo mineral e calcário no rendimento vegetal. *R. Bras. Ci. Solo*, 6:119-124, 1982.
- ERNANI, P.R. Necessidade da adição de nitrogênio para o milho em solo fertilizado com esterco de suínos, cama de aves e adubos minerais. *R. Bras. Ci. Solo*, 8:313-317, 1984.
- FREITAS, V.; ROSSO, A.; BAYER, C. & MIELNICZUK, J. Efeito de métodos de preparo e sistemas de cultura na absorção de nitrogênio e rendimento de milho. *Pesq. Agropec. Gaúcha*, 2:69-77, 1996.
- JAMA, B.; BURESH, R. & PLACE, F.M. Sesbania tree fallows on phosphorus-deficient sites: maize yield and financial benefit. *Agron. J.*, 90:717-726, 1998.
- LIMA, A.P.; BASSO, N.; NEUMANN, P.S.; SANTOS, A.C. & MÜLLER, A.G. Administração da unidade de produção familiar: modalidade de trabalho com agricultores. Ijuí, Universidade de Ijuí, 1995. 176p.
- MONEGAT, C. Avaliação multidimensional do desempenho do manejo do solo no sistema do pequeno agricultor. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina, 1998. 144p. (Tese de Mestrado)
- PAVINATO, A.; AITA, C.; CERETTA, C.A. & BEVILÁQUIA, G.P. Resíduos culturais de espécies de inverno e o rendimento de grãos de milho no sistema de cultivo mínimo. *Pesq. Agropec. Bras.*, 29:1427-1432, 1994.
- SARRANTONIO M. & SCOTT, T.W. Tillage effects on availability of nitrogen to corn following a winter green manure crop. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 52:1661-1668, 1988.
- SCHERER, E.E. & BALDISSERA, I.T. Mucuna: a proteção do solo em lavoura de milho. *Agropec. Catarinense*, 1:21-25, 1988.
- SCHERER, E.E. & CASTILHOS, E.G. Estercos de suínos como fonte de nitrogênio para milho e feijão da safrinha. *Agropec. Catarinense*, 7:25-28, 1994.
- SPAGNOLLO, E. Plantas de cobertura intercalares ao milho em sistemas de cultivo mínimo e convencional. Lages, Universidade do estado de Santa Catarina, 2000. 121p. (Tese de Mestrado)
- WILDNER, L.P. & DADALTO, G.G. Adubos verdes de verão para o Oeste Catarinense. *Agropec. Catarinense*, 5:3-6, 1992.

