

A COBERTURA VEGETAL DE INVERNO E A ADUBAÇÃO ORGÂNICA E, OU, MINERAL INFLUENCIANDO A SUCESSÃO FEIJÃO/MILHO⁽¹⁾

F. ANDREOLA⁽²⁾, L. M. COSTA⁽³⁾, N. OLSZEWSKI⁽⁴⁾ & I. JUCKSCH⁽⁵⁾

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a influência da cobertura vegetal de inverno, constituída de uma associação de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) com nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.), da adubação orgânica com esterco de aves e da adubação mineral sobre o rendimento de grãos da sucessão feijão/milho numa Terra Roxa Estruturada do estado de Santa Catarina. A cobertura do solo influenciou o rendimento de grãos de feijão, mas não o de milho. Isto pode ser atribuído à produção de uma safra de feijão antes do estabelecimento da cultura do milho e ao fato de a associação de aveia preta com nabo forrageiro apresentar uma relação C/N mais estreita que a da aveia. Independentemente do uso da cobertura vegetal, a prática da adubação promoveu aumento do rendimento de grãos de feijão, enquanto o de milho só foi favorecido no tratamento sem cobertura, não havendo distinção entre os tipos de adubo.

Termos de indexação: cobertura do solo, culturas, adubação.

SUMMARY: *THE EFFECT OF WINTER PLANT COVER AND ORGANIC AND, OR, MINERAL FERTILIZATION ON THE BEAN/MAIZE CROP ROTATION*

*This study was carried out to assess the influence of winter plant cover on the grain yield in the bean/maize crop rotation in a Structured Terra Roxa soil in the state of Santa Catarina. The plant cover consisted of an association of black oats (*Avena strigosa* Schreb) with pasture turnip (*Raphanus sativus* L.) and organic fertilization with poultry manure*

⁽¹⁾ Parte da Tese de Doutorado do primeiro autor apresentada ao Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa – UFV. Recebido para publicação em setembro de 1999 e aprovado em junho de 2000.

⁽²⁾ Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Difusão de Tecnologia de Santa Catarina – EPAGRI. Caixa Postal 791, CEP 89801-970 Chapecó (SC).

⁽³⁾ Professor Titular do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa – UFV. Bolsista do CNPq.

⁽⁴⁾ Estudante de Pós-Graduação do Departamento de Solos – UFV.

⁽⁵⁾ Professor Adjunto do Departamento de Solos – UFV.

and mineral fertilization. The soil cover influenced the grain yield in the bean plant, but not the maize. This may have happened because there was a bean harvest before the maize crop, and also that the association of black oats with pasture turnip has a narrower C/N ratio than that of oats alone. Fertilization increased grain yield in beans regardless of the use of plant cover, while maize yield increased only in the treatment without cover, and there was no difference among the types of fertilizer.

Index terms: plant cover, grain yield, organic fertilization, mineral fertilization.

INTRODUÇÃO

Um dos sistemas de produção mais utilizados nas pequenas propriedades na região oeste do estado de Santa Catarina é o cultivo do feijão-das-águas (semeado em setembro e colhido em dezembro ou janeiro) e, em seqüência, o cultivo do milho. Tal sistema proporciona um grau relativo de proteção contra a erosão de apenas 66,6% (Monegat, 1991), durante o período de desenvolvimento das culturas. O uso desse sistema deixa o solo desprotegido durante boa parte do inverno.

As práticas vegetativas, especialmente aquelas que envolvem a cobertura vegetal do solo, além de simples, auxiliam no controle da erosão e, na maioria dos casos, melhoram a disponibilidade de nutrientes para a cultura subsequente.

A queda de rendimento das culturas, causada principalmente pela degradação do solo, está associada, na maioria dos casos, à não-reposição dos nutrientes por elas extraídos. Isso se deve, em parte, ao alto custo dos fertilizantes minerais industrializados e à má utilização dos resíduos orgânicos gerados nas propriedades.

Com o objetivo de reverter o processo de degradação física dos solos agrícolas, práticas de manejo de solos e de culturas, tais como: cultivo mínimo, plantio direto, adubação verde, adubação orgânica, consorciação, rotação de culturas, dentre outras, têm sido recomendadas.

No que concerne ao efeito da cobertura vegetal sobre o rendimento das culturas, em sistema de preparo convencional do solo, é necessário tecer algumas considerações a respeito do tipo de cultura que se utiliza como cobertura. As culturas de leguminosas apresentam a capacidade de fixar nitrogênio atmosférico e, portanto, podem crescer nitrogênio ao solo e contribuir com a nutrição da cultura subsequente. Por outro lado, as culturas de não-leguminosas não apresentam o poder de adicionar nitrogênio ao solo, mas podem evitar que muito nitrogênio seja perdido do solo, por meio da absorção e imobilização do nutriente em sua biomassa.

Quando uma gramínea é cultivada para cobertura, ela deverá ser preferencialmente incorporada ao solo

na época de seu florescimento pleno. Nessa fase de desenvolvimento, a gramínea apresenta uma relação C/N ao redor de 40:1 (Monegat, 1991; Costa et al., 1992; Aita et al., 1994). Esta relação é muito larga para uma mineralização mais rápida, uma vez que a relação C/N, cuja mineralização é igual à imobilização, situa-se entre 20 e 30:1 (Stevenson, 1986). Assim, pode haver, pelo menos inicialmente, imobilização de todo o N liberado. Nessas condições, dependendo do tipo de cultura subsequente, pode haver deficiência de nitrogênio, mesmo havendo grande quantidade de N passível de se tornar disponível (Pavinato et al., 1994).

Pode-se inferir que o uso de gramíneas como cobertura do solo não proporciona aumento de rendimento de culturas não-leguminosas, mas pode aumentar o rendimento de leguminosas, as quais fixam o seu próprio nitrogênio e não dependem do nitrogênio oriundo da mineralização da gramínea. Por outro lado, a gramínea pode melhorar, temporariamente, algumas propriedades físicas do solo e, ainda, liberar algum nutriente, fazendo com que o desenvolvimento de leguminosas e não-leguminosas seja favorecido.

Todavia, o maior efeito sobre o rendimento das culturas tem sido verificado com o uso de leguminosas como cobertura do solo. Vários trabalhos têm mostrado o efeito benéfico das leguminosas no fornecimento de nitrogênio para as culturas subsequentes (De-Polli & Chada, 1989; Monegat, 1991; Costa et al., 1992; Ceretta et al., 1994). Observa-se, entretanto, que as respostas são variáveis e dependem muito da espécie de leguminosa utilizada. Em alguns casos, o rendimento da cultura sucessora pode ser superior ao da testemunha nitrogenada. Ceretta et al. (1994) obtiveram rendimento de grãos de milho superior à adubação nitrogenada, utilizando feijão-de-porco (*Canavalis ensiformis* L.), crotalária (*Crotalaria spectabilis* Roth) e guandu-anão (*Cajanus cajan* L.) cultivados na primavera. Em outras situações, o fornecimento de nitrogênio pela leguminosa é semelhante ao fornecimento de nitrogênio pela adubação mineral (De-Polli & Chada, 1989; Ferro, 1991) e, em outros casos, porém, pode ser necessária a adição de doses complementares de N, para que a cultura sucessora expresse seu potencial de rendimento (Baldissera & Scherer, 1991).

As leguminosas apresentam relação C/N mais estreita que as gramíneas (Monegat, 1991). Quando uma leguminosa e uma gramínea são cultivadas em associação ocorre uma relação C/N mais estreita do que a da gramínea e, portanto, mais adequada para a decomposição. Isso faz com que haja mineralização mais rápida de nitrogênio e maior disponibilidade do nutriente para a cultura subsequente.

Quanto ao uso de resíduos orgânicos como adubação, para fornecer nutriente para as plantas, as respostas têm sido as mais variadas possíveis, quando comparadas com as dos adubos minerais.

Considerando que os materiais orgânicos variam muito em sua composição química, a dose por aplicar, que satisfaça plenamente as exigências dos vegetais, depende das condições de mineralização, da concentração de nutrientes, do tipo e grau de fertilidade do solo e da espécie vegetal. Como esses fatores são amplamente variáveis, a eficiência agrônômica de materiais orgânicos, quando comparados a fertilizantes minerais, pode ser superior (Lund et al., 1975), não apresentar diferenças (Sutton et al., 1978) ou ser inferior (Hoyt & Rice, 1977), considerando as peculiaridades de cada caso.

Estudos regionais são necessários para o melhor aproveitamento das potencialidades e entendimento dos mecanismos que promovem alterações no solo pelo uso de cobertura vegetal e adubações, que podem auxiliar na determinação de práticas de manejo que melhorem o rendimento das culturas.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência da cobertura vegetal de inverno e da adubação orgânica e, ou, mineral sobre o rendimento de grãos da sucessão feijão/milho numa Terra Roxa Estruturada do estado de Santa Catarina.

MATERIAL E MÉTODOS

As avaliações reportadas neste trabalho foram realizadas em um experimento de sucessão de culturas e de adubação, iniciado em 1990, localizado no município de Chapecó (SC). A área experimental localiza-se na latitude 27° 07' S, longitude 52° 37' W e altitude de 670 m. O clima regional, de acordo com a classificação de Köppen, é o Cfa (Clima Subtropical Úmido).

As temperaturas médias mensais são baixas durante o inverno, variando de 11,3 a 16,4°C no mês mais frio, e altas durante o verão, variando de 22,6 a 25°C no mês mais quente. As chuvas distribuem-se normalmente ao longo de todo o ano, sem um período de seca definido. O mês de agosto de 1994 foi excepcionalmente seco, com um total de 35 mm, e o mês de janeiro de 1995 foi bastante chuvoso (261 mm), porém, com precipitação total acima da média, dentro da faixa de precipitações para o mês de janeiro.

O experimento foi instalado em uma Terra Roxa Estruturada distrófica com declividade média de 17%. Algumas características químicas e físicas do solo da área experimental, analisadas em junho de 1989, antes da instalação do experimento, encontram-se nos quadros 1 e 2.

As culturas envolvidas na sucessão foram: feijão (*Phaseolus vulgaris* L., var. Carioca) e milho (*Zea mays* L., hib. Pioneer 6875) e, no tratamento com cobertura vegetal de inverno, uma associação de nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) com aveia preta (*Avena strigosa* Scrib.). Os rendimentos médios de matéria seca da parte aérea da cobertura vegetal de inverno são mostrados no quadro 3.

Os adubos utilizados anualmente nas culturas de feijão e de milho foram: (a) adubo orgânico (AO)

Quadro 1. Características químicas do solo (0-20 cm) da área experimental. Amostras coletadas em junho de 1989, antes da realização da calagem

Característica	Valor
pH (H ₂ O)	4,8
pH (SMP)	5,3
P (mg dm ⁻³) ⁽¹⁾	9,0
K (mg dm ⁻³) ⁽¹⁾	297
Al (cmol _c dm ⁻³) ⁽²⁾	0,8
Ca + Mg (cmol _c dm ⁻³) ⁽²⁾	6,7
CO (g kg ⁻¹) ⁽³⁾	16,8

⁽¹⁾ Disponível - Mehlich 1 (TEDESCO et al., 1985). ⁽²⁾ Trocável - KCl a 1 mol L⁻¹ e titulação (TEDESCO et al., 1985). ⁽³⁾ Walkley-Black (EMBRAPA, 1979).

Quadro 2. Características físicas do solo da área experimental, considerando a profundidade de amostragem

Característica física	Profundidade		
	0-10	10-20	20-30
	cm		
Densidade de partícula (g cm ⁻³) ⁽¹⁾	2,67	2,69	2,62
Densidade do solo (g cm ⁻³) ⁽²⁾	1,14	1,37	1,25
Areia grossa (%) ⁽³⁾	4,17	4,02	4,39
Areia fina (%) ⁽³⁾	15,92	14,91	14,46
Silte (%) ⁽³⁾	25,18	26,02	25,23
Argila (%) ⁽³⁾	54,73	55,05	56,92
Macroporos (m ³ m ⁻³) ⁽⁴⁾	0,214	0,025	0,053
Microporos (m ³ m ⁻³) ⁽⁴⁾	0,388	0,435	0,483

⁽¹⁾ Método do balão volumétrico (EMBRAPA, 1979). ⁽²⁾ Método do anel volumétrico (EMBRAPA, 1979). ⁽³⁾ Método da pipeta (EMBRAPA, 1979). ⁽⁴⁾ Método da mesa de tensão (EMBRAPA, 1979).

Quadro 3. Rendimento médio anual de matéria seca da parte aérea da cobertura de inverno

Tratamento ⁽¹⁾	Rendimento
	kg ha ⁻¹
Testemunha (cobertura de inverno/feijão/milho (a) e vegetação espontânea/feijão/milho (e)).	3.987
Adubo Orgânico (AO)	7.565
Adubo Organomineral (AOM)	6.512
Adubo Mineral (AM)	5.475

⁽¹⁾ Veja a identificação dos outros tratamentos no texto.

Quadro 4. Características químicas do esterco de aves, em base seca, após três lotes. Médias de três aviários e três repetições por aviário

Elemento	Teor
	g kg ⁻¹
N	33,435
P	18,850
K	21,750
Ca	30,435
Mg	5,300
S	2,222
Cu	0,056
Fe	3,525
Mn	0,215
Zn	0,355
Na	19,490
CO (carbono orgânico)	731

na forma de esterco de aves, constituído do acúmulo de esterco de três lotes de frangos de corte e cama com maravalhas. Algumas características desse tipo de esterco são apresentadas no quadro 4; (b) adubo organomineral (AOM) na forma de esterco de aves complementado com N (uréia) e K (cloreto de potássio) e (c) adubo mineral (AM) na forma de uréia (N), superfosfato triplo (P) e cloreto de potássio (K).

O experimento foi iniciado em 1990 e constou de oito tratamentos: (a) cobertura de inverno/feijão/milho; (b) cobertura de inverno + AO/feijão; AO/milho; (c) cobertura de inverno + AOM/feijão; AOM/milho; (d) cobertura de inverno + AM/feijão; AM/milho; (e) vegetação espontânea/feijão/milho; (f) vegetação espontânea + AO/feijão; AO/milho; (g) vegetação espontânea + AOM/feijão; AOM/milho; (h) vegetação espontânea + AM/feijão; AM/milho. Os tratamentos considerados como testemunhas foram: cobertura de inverno/feijão/milho (a) e vegetação espontânea/feijão/milho (e).

O delineamento experimental foi o de faixas, arranjado em um esquema fatorial 2 x 4, sendo o primeiro fator constituído pela cobertura (presença e ausência) e o segundo constituído pelas adubações, com quatro repetições. As parcelas foram de 6 x 6 m, com área útil de 4 x 4 m = 16 m². Utilizou-se a análise de trilha como técnica estatística para realçar efeitos diretos e indiretos de um conjunto de variáveis sobre uma variável principal. O valor do coeficiente de trilha, juntamente com sua significância e o sinal positivo ou negativo, indicará a variável que melhor se correlacionou com a variável estudada.

A cobertura de inverno foi semeada a lanço, nas entrelinhas do milho, ao final do mês de abril de 1994. Por ocasião da floração plena da cobertura de inverno, que ocorreu ao final do mês de agosto, foi feito o acamamento com grade de discos. A incorporação, juntamente com o AO e a parte orgânica do AOM, previamente distribuídos nas parcelas, foi realizada com arado de discos. Antes da semeadura do feijão, realizada em meados de setembro, foi feita uma gradagem para a incorporação do AM e a parte mineral do AOM. Esta prática serviu, também, para complementar o preparo do solo. O milho foi semeado no início de janeiro de 1995, após a colheita do feijão. Os adubos para a cultura do milho foram distribuídos a lanço nas parcelas e incorporados manualmente com enxada.

Quadro 5. Fontes e doses de adubos utilizados nas culturas de feijão e de milho

Cultura	Adubação	Fonte	Dose	
			kg ha ⁻¹	
Feijão	orgânica	esterco de aves	5.312	
		organomineral	esterco de aves	952
			uréia	155
	mineral	cloreto de potássio	27	
		uréia	189	
		superfosfato triplo	49	
Milho	orgânica	cloreto de potássio	67	
		orgânica	esterco de aves	4.750
			organomineral	esterco de aves
	mineral	uréia	175	
		cloreto de potássio	33	
		uréia	245	
		superfosfato triplo	98	
		cloreto de potássio	100	

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Rendimento de grãos de feijão

Os resultados do rendimento de grãos de feijão são apresentados no quadro 6. Nele pode ser constatado aumento no rendimento de grãos pelo uso de cobertura do solo. Entretanto, o principal efeito da cobertura do solo sobre o rendimento de grãos de feijão pode ser constatado se forem comparados os valores obtidos no tratamento-testemunha. Como pode ser visto, a cobertura do solo, por si só, contribuiu para aumentar o rendimento do feijão em 232 kg ha⁻¹.

O que se observou seguiu uma tendência registrada na literatura (Derpsch et al., 1985; Ferro, 1991) de que leguminosas cultivadas após uma não-leguminosa para adubação verde são favorecidas, pois elas não dependem da mineralização do nitrogênio da não-leguminosa. Uma ressalva, entretanto, carece ser feita quando se trata da cultura do feijão. Esta é uma cultura de ciclo curto,

Quadro 6. Rendimentos de grãos de feijão e de milho do ano agrícola 1994/95, considerando a cobertura vegetal, adubação e valores dos contrastes ortogonais. Médias de quatro repetições

COB	ADB	Feijão	Milho
		———— kg ha ⁻¹ ————	
C/C	T	965	2.915
	AO	1.290	3.988
	AOM	1.380	4.055
	AM	1.193	3.078
	Média	1.207	3.509
	C1	968*	2.375
	C2	278	1.045
	C3	-98	-910
	S/C	T	733
AO		1.145	3.810
AOM		1.193	3.620
AM		1.055	4.078
Média		1.031	3.546
C1		1.195**	3.475*
C2		185	-648
C3		-90	268
CM		176*	-38

COB = cobertura; ADB = adubação; C/C = com cobertura; S/C = sem cobertura; T = testemunha; AO = adubo orgânico; AOM = adubo organomineral; AM = adubo mineral; C1 = (-3)T + (1)AO + (1)AOM + (1)AM; C2 = (-1)AO + (-1)AM + (2)AOM; C3 = (-1)AO + (1)AM; CM = (-1)S/C + (1)C/C.

*, ** = significativos, pelo teste F, a 5 e 1%, respectivamente.

nem sempre eficiente na fixação de N₂, e praticamente todo o nitrogênio requerido é absorvido até os 50 dias após a emergência (Hungria et al., 1985). Logo, a adubação nitrogenada tem sido recomendada para a cultura do feijão, visando à expressão do máximo rendimento econômico (ROLAS, 1987; Andreola, 1992).

Nas condições deste experimento, a cobertura do solo composta de aveia preta mais nabo forrageiro, além da reciclagem de nutrientes, pode ter contribuído com algum nitrogênio para o feijão, porque o nabo forrageiro mostra-se eficiente na absorção de nitrogênio e sua relação C/N é comparável à de plantas leguminosas (Monegat, 1991; Costa et al., 1992; Aita et al., 1994). Por esta razão, a relação C/N deve ter-se estreitado, a mineralização da matéria orgânica pode ter sido mais rápida e pode ter havido maior fornecimento de nitrogênio para o feijoeiro.

Observou-se que, embora tenha havido resposta significativa ao uso de adubos, em ambos os tratamentos de cobertura, esta foi mais evidente no tratamento sem cobertura. Isso indica que a cobertura do solo durante o inverno está suprindo parte dos nutrientes absorvidos pelas plantas, por meio da reciclagem de nutrientes, uma vez que as plantas que compõem a cobertura não são leguminosas e, portanto, não adicionam N ao solo, ou talvez pela melhoria de alguma característica física, como, por exemplo, maior retenção de água, expressa pelo equivalente de umidade que foi significativamente aumentado pela cobertura, dentro dos limites da camada arável.

Verificou-se, ainda, que entre os adubos não ocorreram diferenças significativas. Todavia, chamou a atenção o fato de o adubo organomineral apresentar rendimento de grãos de feijão superior ao dos demais. Este fato mostrou-se contrário ao esperado, uma vez que, com a decomposição da parte orgânica do adubo organomineral, pode ocorrer a complexação de alguns nutrientes, tornando-os não-disponíveis para as plantas. Isso, numa fase inicial, pode ter ocorrido. Todavia, tratando de estercos de aves, cuja decomposição é relativamente rápida (Ernani & Gianello, 1983), não se pode afirmar que esteja havendo acúmulo de carbono orgânico no solo.

Na análise de trilha, com a qual se buscou encontrar variáveis que melhor explicassem o comportamento do rendimento de grãos de feijão, verificou-se que o carbono orgânico do solo, por si só, explicou as diferenças de rendimento observadas, quando as variáveis químicas do solo foram envolvidas na análise. Este apresentou maior coeficiente de correlação (0,876**, significativo a 5% pelo teste t) e maior coeficiente de trilha (0,998). Contudo, quando as variáveis químicas da solução do solo foram envolvidas, quem melhor explicou a variação de rendimento foi o teor de cálcio na solução, que apresentou coeficiente de correlação de

0,782** (significativo a 1% pelo teste t) e coeficiente de trilha de 1,442. Os valores positivos encontrados para os coeficientes de correlação e de trilha das variáveis indicam que o aumento desta variável proporcionou aumento do rendimento de grãos. Quando as variáveis físicas foram envolvidas, a variável agregados estáveis em água da classe de diâmetro menor que 0,21 mm, além de apresentar o maior coeficiente de correlação (-0,934**, significativo a 5% pelo teste t), apresentou também o maior coeficiente de trilha (-0,755). Os valores negativos encontrados para a variável agregados estáveis em água da classe de diâmetro menor que 0,21 mm indicam que o aumento desta variável proporcionou redução do rendimento de grãos de feijão.

Rendimento de grãos de milho

Observou-se que o rendimento de grãos de milho (Quadro 6), não foi alterado pela cobertura do solo, tampouco o rendimento de grãos de feijão.

Verificou-se, neste trabalho, que a falta de resposta do milho à cobertura do solo deveu-se, provavelmente, ao fato de ter ocorrido, desde a incorporação da cobertura até à semeadura do milho, a produção de uma safra de feijão, com um lapso de tempo de mais 130 dias. Esse tempo, aliado aos aumentos de temperatura e precipitação que ocorreram no período, pode ter sido suficiente para que os resíduos orgânicos incorporados fossem decompostos.

Entretanto, comparando a produção da testemunha com cobertura com e sem cobertura, notou-se uma diferença de 237 kg ha⁻¹ em favor da testemunha com cobertura, indicando certo favorecimento da cobertura no fornecimento de nutrientes para o milho. Resultados semelhantes foram encontrados por De-Polli & Chada, 1989; Monegat, 1991; Costa et al., 1992; Cretta et al., 1994, verificando o efeito benéfico das leguminosas no fornecimento de nitrogênio para as culturas subsequentes.

Conforme Pavinato et al. (1994), um dos principais benefícios da cobertura do solo no inverno é o fornecimento de N para a cultura sucessora. Entretanto, isso depende da espécie que se utiliza para cobertura e do manejo dado a ela. Kanthack et al. (1991), Aita et al. (1994) e Pavinato et al. (1994) obtiveram rendimento de milho após o cultivo de leguminosas, especialmente o tremço (*Lupinus* sp.), comparável à testemunha nitrogenada. Por outro lado, resultados de pesquisa têm mostrado que o rendimento do milho não é favorecido pelo uso de gramíneas como cobertura do solo (Muzzili et al., 1983; Aita et al., 1994; Pavinato et al., 1994). Esses autores verificaram que a aveia preta, embora tenha acumulado na parte aérea quantidade de N próxima à das leguminosas, foi a espécie que proporcionou menor rendimento de grãos de milho. Conforme os

autores, a falta de resposta da aveia está ligada à sua larga relação C/N. Assim, os microrganismos, ao utilizarem o carbono da palhada para a biossíntese e como fonte de energia, imobilizam N do solo, diminuindo sua disponibilidade para o milho.

Houve resposta da adubação ao rendimento de grãos de milho, no tratamento sem cobertura, porém não houve diferença entre os adubos. A pouca resposta dos adubos e os rendimentos relativamente baixos do milho podem ser atribuídos às condições climáticas da região nessa época do ano. Ou seja, o milho foi semeado em fins de janeiro, portanto, fora da melhor época recomendada para essa cultura. Assim, a partir de fevereiro, os dias começam a encurtar e as temperaturas, a baixar, impedindo que a cultura do milho expresse todo o seu potencial produtivo.

A análise de trilha mostrou que, quando se utilizaram as variáveis químicas do solo para explicar as variações no rendimento de grãos de milho, nenhuma delas sobressaiu. Os valores encontrados para os coeficientes de correlação das variáveis pH, K, Zn e CO foram baixos, e a importância de cada uma das variáveis envolvidas só pode ser considerada em conjunto com outras variáveis. No entanto, quando foram utilizadas as variáveis químicas da solução do solo, o Ca na solução com um coeficiente de trilha de 1,405 e um coeficiente de correlação significativo (0,658**, significativo a 5% pelo teste t) foi capaz, por si só, de explicar as diferenças de rendimentos de grãos de milho.

Quando as variáveis físicas foram envolvidas, as variáveis agregados estáveis em água da classe de diâmetro entre 4,76 e 2,00 mm (coeficiente de correlação de 0,742*, significativo a 10% pelo teste t) e agregados estáveis em água da classe de diâmetro menor que 0,21 mm (coeficiente de correlação de -0,599**, significativo a 5% pelo teste t) apresentaram coeficiente de correlação significativo. Todavia, uma se desloca em sentido contrário a outra. Assim, o aumento em agregados estáveis em água da classe de diâmetro entre 4,76 e 2,00 mm significa aumento de rendimento de grãos de milho, e o aumento de agregados estáveis em água da classe de diâmetro menor que 0,21 mm significa redução de grãos de milho.

CONCLUSÕES

1. A cobertura do solo aumentou o rendimento de grãos de feijão, mas não o de milho. Isto pode ser atribuído à produção de uma safra de feijão antes da instalação da cultura do milho e ao fato de apresentar a associação de aveia preta com nabo forrageiro uma relação C/N mais estreita que a da aveia.

2. Independentemente do uso da cobertura vegetal, a adubação promoveu aumento do rendimento de grãos de feijão, enquanto o de milho só foi favorecido no tratamento sem cobertura, não havendo distinção entre os tipos de adubo.

LITERATURA CITADA

- AITA, C.; CERETTA, C.A.; THOMAS, A.L.; PAVINATO, A. & BAYER, C. Espécies de inverno como fonte de nitrogênio para o milho no sistema de cultivo mínimo e feijão em plantio direto. *R. Bras. Ci. Solo*, 18:101-108, 1994.
- ANDREOLA, F. Fixação simbiótica pelo feijoeiro. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E DIFUSÃO DE TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA. A cultura do feijão em Santa Catarina. Florianópolis, EPAGRI, 1992. p.137-146.
- BALDISSERA, I.T. & SCHERER, E.H. Efeito da mucuna e da adubação nitrogenada na cultura do milho em Latossolo Roxo distrófico. In: REUNIÃO CENTRO-SUL DE ADUBAÇÃO VERDE E ROTAÇÃO DE CULTURAS, 3, Cascavel, 1991. Resumos. Cascavel, OCEPAR, 1991. p.129.
- CERETTA, C.A.; AITA, C.; BRAIDA, J.A.; PAULINATO, A. & SALET, R.L. Fornecimento de nitrogênio por leguminosas na primavera para o milho em sucessão nos sistemas de cultivo mínimo e convencional. *R. Bras. Ci. Solo*, 18:215-220, 1994.
- COSTA, M.B.B.; CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E.A.; WILDNER, L.P.; ALCÂNTARA, P.B.; MIYASAKA, S. & AMADO, T.J.C. Adubação verde no Sul do Brasil. Rio de Janeiro, AS-PTA, 1992. 346p.
- DE-POLLI, H. & CHADA, S.S. Adubação verde incorporada ou em cobertura na produção de milho em solo de baixo potencial de produtividade. *R. Bras. Ci. Solo*, 13:287-293, 1989.
- DERPSCH, R.; SIDIRAS, N. & HEINZMANN, F.X. Manejo do solo com coberturas verdes de inverno. *Pesq. Agropec. Bras.*, 20:671-773, 1985.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Manual de métodos de análise do solo. Rio de Janeiro, 1979. 212p.
- ERNANI, P.R. & GIANELLO, C. Diminuição do alumínio trocável do solo pela incorporação de esterco de bovinos e camas de aviário. *R. Bras. Ci. Solo*, 7:161-165, 1983.
- FERRO, M. Efeito residual de diferentes espécies de adubos verdes de inverno sobre o rendimento de soja e milho. In: REUNIÃO CENTRO-SUL DE ADUBAÇÃO VERDE E ROTAÇÃO DE CULTURAS, 3., Cascavel, 1991. Resumos. Cascavel, OCEPAR, 1991. p.126.
- HOYT, P.B. & RICE, W.A. Effects of high rates of chemical fertilizer and barnyard manure on yield and moisture use on six successive barley crops grown on three gray envisolic soils. *Can. J. Soil Sci.*, 57:425-435, 1977.
- HUNGRIA, M.; NEVES, M.C.P. & VICTORIA, R.L. Assimilação do nitrogênio fixado pelo feijoeiro. II. Absorção e translocação do N mineral e do N₂ fixado. *R. Bras. Ci. Solo*, 9:201-209, 1985.
- KANTHACK, R.A.D.; MASCARENHAS, O.M.C. & TANAKA, R.T. Nitrogênio aplicado em cobertura no milho após o tremço. *Pesq. Agropec. Bras.*, 26:99-104, 1991.
- LUND, Z.F.; DOSS, B.D. & LOWRY, F.E. Dairy cattle manure - its effect on yield and quality of coastal bermudagrass. *J. Environ. Qual.*, 4:358-362, 1975.
- MONEGAT, C. Plantas de cobertura do solo - características e manejo em pequenas propriedades. Chapecó, Edição do Autor, 1991. 333p.
- MUZILLI, O.; OLIVEIRA, E.L.; GERAGE, A.C. & TORNERO, M.T. Adubação nitrogenada em milho no Paraná. III. Influência da recuperação do solo com adubação verde de inverno nas respostas à adubação nitrogenada. *Pesq. Agropec. Bras.*, 18:23-27, 1983.
- PAVINATO, A.; AITA, C.; CERETTA, C.A. & BEVILÁQUA, G.P. Resíduos de culturas de espécies de inverno e o rendimento de grãos de milho no sistema de cultivo mínimo. *Pesq. Agropec. Bras.*, 29:1427-1432, 1994.
- REDE OFICIAL DE LABORATÓRIOS DE ANÁLISE DE SOLOS-SUL-ROLAS. Recomendação de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Passo Fundo, EMBRAPA-CNPT, 1987. 100p.
- STEVENSON, F.J. Cycles of soil-carbon, nitrogen, phosphorus, sulfur and micronutrients. New York, John Wiley & Sons, 1986. 380p.
- SUTTON, A.L.; NELSON, D.W.; MAYROSE, V.B. & NYE, J.C. Effects of liquid swine waste applications on corn yield and soil chemical composition. *J. Environ. Qual.*, 7:325-333, 1978.
- TEDESCO, M.J.; VOLKWEISS, S.J. & BOHNEN, H. Análises de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1985. 188p. (Boletim Técnico, 5)

