

Atributos de solo e produtividade de feijão após diferentes formas de uso do solo no inverno, no quinto ano de experimentação

Soil attributes and common bean yield after five years of different winter soil uses

Alvadi Antonio Balbinot Junior^I Milton da Veiga^{II} Gilcimar Adriano Vogt^{III} Evandro Spagnollo^{IV}

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar, no quinto ano de experimentação, o efeito de formas de uso do solo no inverno sobre a quantidade de palha remanescente, os atributos físicos e químicos do solo e a produtividade de grãos de feijão cultivado em sucessão. Foi conduzido um experimento na região do Planalto Norte de Santa Catarina, entre maio de 2006 e abril de 2011, no qual foram avaliadas cinco formas de uso do solo no inverno, repetidas por cinco anos nas mesmas parcelas: 1) consórcio de aveia preta + azevém + ervilhaca comum manejado sem pastejo (consórcio cobertura); 2) o mesmo consórcio, com pastejo e com 100kg ha⁻¹ de N ano⁻¹ em cobertura (pastagem com N); 3) o mesmo consórcio, com pastejo e sem adubação nitrogenada (pastagem sem N); 4) nabo forrageiro sem pastejo (nabo forrageiro); e 5) pousio sem pastejo (pousio). O consórcio cobertura aportou a maior quantidade de palha para cultivo do feijão em sucessão, mas não foram observadas diferenças expressivas em atributos de solo entre as formas de uso investigadas. Coberturas de solo, pastagem anual e pousio no inverno não afetaram a produtividade de grãos de feijão cultivado em sucessão.

Palavras-chave: integração lavoura-pecuária, plantio direto, plantas de cobertura, compactação do solo.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate in the fifth year of experimentation, the effect of winter soil uses on residual straw on the soil, physical and chemical soil attributes and grain yield of common bean cultivated in succession. An experiment was carried out in the North Plateau of Santa

Catarina State, Brazil, from May 2006 to April 2011. Five winter soil uses were investigated: 1) multicropping with black oat + ryegrass + common vetch without grazing (multicropping cover); 2) the same multicropping, with grazing and 100kg ha⁻¹ of nitrogen year⁻¹, applied during the growing period (pasture with N); 3) the same multicropping, with grazing and without nitrogen fertilization (pasture without N); 4) oil seed radish, without grazing (oil seed radish); and 5) natural vegetation, without grazing (fallow). In the fifth year of experimentation, multicropping cover treatment inputted greater straw on the soil, but it was not observed expressive differences in soil attributes among the five winter soil uses. Cover crops, annual pasture and winter fallow did not affect the grain yield of common bean cultivated in succession.

Key words: crop-livestock, no tillage, cover crops, soil compaction.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a soja, o milho e o feijão têm sido importantes culturas de verão na região Sul do Brasil. Contudo, no período de maio a setembro, há carência de culturas economicamente viáveis, especialmente em pequenas propriedades rurais. Essa situação estimula a manutenção de áreas agrícolas em pousio no inverno, o que pode aumentar a erosão e a infestação de plantas daninhas, além de não haver geração de renda nesse período.

^IEmbrapa Soja, Rodovia Carlos João Strass, Distrito de Warta, CP 231, 86001-970, Londrina, PR, Brasil. E-mail: balbinot@cnpsa.embrapa.br. Autor para correspondência.

^{II}Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), Estação Experimental de Campos Novos, Campos Novos, SC, Brasil.

^{III}EPAGRI, Estação Experimental de Canoinhas, Canoinhas, SC, Brasil.

^{IV}EPAGRI, Centro de Pesquisa para a Agricultura Familiar, Chapecó, SC, Brasil.

Em plantio direto, as culturas de cobertura de inverno se constituem em importante componente nos sistemas de produção, já que podem melhorar a qualidade do solo (GIACOMINI et al., 2003). Essa melhoria é diretamente relacionada à quantidade de material orgânico produzido, que pode aumentar os teores de carbono orgânico do solo. Uma alternativa para produzir alta quantidade de biomassa no período de inverno na região Sul do Brasil é o consórcio de espécies de cobertura (BALBINOT JUNIOR et al., 2004). Por outro lado, as culturas de cobertura do solo não geram renda em curto prazo, mas em cultivos subsequentes.

Outra alternativa de uso de solo no inverno que pode promover benefícios econômicos e biológicos em curto prazo é o cultivo de pastagens anuais de inverno em integração com a produção de grãos no verão (ASSMANN et al., 2003; BALBINOT JUNIOR et al., 2009a). Na região Sul do Brasil, há várias espécies que podem produzir forragem em alta quantidade e qualidade, tais como aveia preta (*Avena strigosa* L.), azevém (*Lolium multiflorum* L.) e ervilhacas (*Vicia sativa* e *Vicia vilosa*) (BALBINOT JUNIOR et al., 2009b). No entanto, sistemas integrados de produção requerem manejo adequado, pois o pastejo pode ocasionar compactação superficial do solo e falta de palha para o cultivo estival subsequente, em sistema plantio direto (NICOLOSO et al., 2006).

Práticas de manejo que promovam aumento do crescimento de raízes podem reduzir os efeitos mecânicos do pisoteio. Neste sentido, a adubação da pastagem com nitrogênio pode se constituir em uma prática para aumentar a produção forrageira e, ao mesmo tempo, reduzir a compactação superficial do solo durante o pastejo (BAGGIO et al., 2009). Adicionalmente, a biomassa da parte aérea da pastagem atenua o impacto da pressão mecânica do pisoteio (BRAIDA et al., 2006). Assim, todas as práticas que aumentam o crescimento das raízes podem reduzir os efeitos do pisoteio sobre a compactação do solo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar, no quinto ano de experimentação, o efeito de formas de uso do solo no inverno sobre a palha residual, os atributos físicos e químicos do solo e a produtividade de grãos de feijão cultivado em sucessão, em plantio direto.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de maio de 2006 a abril de 2011, na região do Planalto Norte de Santa

Catarina, em uma área cujas coordenadas geoprocessadas são 50°24' Oeste, 26°29' Sul e altitude de 822m. O clima da região foi identificado como Cfb, de acordo com a classificação de Köppen e o solo foi identificado como Cambissolo Háplico (EMBRAPA, 2004). No início do experimento, o solo apresentava os seguintes atributos nas camadas de 0,00-0,10 e 0,10-0,20m, respectivamente: 500 e 512g kg⁻¹ de argila; 442 e 446g kg⁻¹ de silte; 58 e 42g kg⁻¹ de areia; 61 e 38g kg⁻¹ de matéria orgânica; 5,3 e 5,2 de pH em água; 11,4 e 4,1mg dm⁻³ de P lábil; 125 e 52mg dm⁻³ de K trocável; 8,7 e 7,5cmol_c dm⁻³ de Ca trocável; e 4,9 e 3,7cmol_c dm⁻³ de Mg trocável. Antes da instalação do experimento, a área havia sido utilizada com pastagem anual de inverno, composta por aveia preta e azevém, e as culturas de milho e feijão em rotação, constituindo um sistema de integração lavoura-pecuária.

O delineamento experimental usado foi de blocos completos casualizados, com três repetições e parcelas de 64m² (8x8m). Os tratamentos se constituíram de cinco formas de uso do solo no inverno: 1) consórcio de aveia preta + azevém + ervilhaca comum, manejado sem pastejo (consórcio cobertura); 2) o mesmo consórcio, com pastejo e com 100kg ha⁻¹ de N ano⁻¹ em cobertura (pastagem com N); 3) o mesmo consórcio, com pastejo e sem adubação nitrogenada (pastagem sem N); 4) nabo forrageiro sem pastejo (nabo forrageiro); e 5) pousio sem pastejo (pousio).

A quantidade de sementes usada para cada espécie no consórcio foi de 40kg ha⁻¹ de aveia preta, 30kg ha⁻¹ de azevém e 30kg ha⁻¹ de ervilhaca. Para a cultura de nabo forrageiro em cultivo solteiro, foram usados 20kg ha⁻¹ de sementes. A semeadura das culturas de inverno foi realizada com semeadora de plantio direto, em espaçamento entre fileiras de 0,17m e profundidade média de 0,04m. Os mesmos tratamentos foram aplicados nas parcelas durante os cinco anos de experimentação. A adubação nitrogenada no tratamento pastagem com N foi realizada com ureia, a lanço, quando a aveia preta apresentava em média dois filhotos.

As parcelas com pastejo foram individualizadas com cerca eletrificada. Duas vacas em lactação foram usadas em cada parcela para realizar o pastejo. O peso das vacas variou de 500 a 650kg. A entrada dos animais nas parcelas era permitida quando a pastagem apresentava, em média, 0,25 a 0,30m de altura e a retirada ocorria quando a pastagem apresentava, em média, 0,10 a 0,12m.

Nos tratamentos com pastagem anual de inverno, o consumo de forragem pelos animais foi

estimado por meio de coleta de duas amostras de pastagem presente em 0,25m² antes da entrada dos animais e duas após a saída destes. As plantas foram cortadas rente ao solo e secas em estufa a 60°C, até atingirem massa constante, quando foram pesadas. A diferença de massa entre a entrada e a saída dos animais constituiu a massa consumida pelos animais durante o pastejo. Em todos os tratamentos, as plantas foram dessecadas de dois a sete dias após o último pastejo, utilizando-se glyphosate (1.440g ha⁻¹ do i.a.), mais 1,5L ha⁻¹ de óleo mineral, em volume de calda equivalente a 200L ha⁻¹.

Do primeiro ao quarto ano de experimentação, foi usada a seguinte sequência de culturas estivais: milho, feijão, soja e milho. No quinto ano, foi implantada a cultura do feijão, cultivar 'IPR Tiziu'. A semeadura das culturas de verão foi realizada de 10 a 15 dias após a dessecação das culturas de inverno, usando uma semeadora equipada com facão sulcador com profundidade de ação de 0,12m.

A avaliação de atributos físicos do solo foi realizada em amostras coletadas no quinto ano de experimentação, no momento da dessecação das plantas de inverno, nas camadas de 0,00-0,05; 0,05-0,10; 0,10-0,15; e 0,15-0,20m. Utilizaram-se anéis volumétricos com 0,05m de altura e 0,06m de diâmetro. Nessas amostras, foram determinadas a densidade do solo, macro e microporosidade, de acordo com metodologia descrita em EMBRAPA (1997). A resistência do solo à penetração foi medida nas mesmas amostras, com umidade estabilizada em 600kPa de tensão, em câmara de Richards, usando um penetrômetro de laboratório equipado com um cone de 3,9mm de diâmetro, com ângulo de ação de 45° e velocidade de

penetração de 1mm s⁻¹. Os valores de cada amostra correspondem à média de 40 leituras determinadas entre 11 e 40mm de profundidade na amostra.

Os atributos químicos do solo foram determinados em amostras coletadas com pá de corte, em dois pontos por parcela, nas mesmas camadas usadas para avaliação de atributos físicos. O pH em água; teor de matéria orgânica; P lábil; e K, Ca e Mg trocáveis foram determinados no Laboratório de Análises Químicas da Epagri, Chapecó, SC, usando metodologia descrita em TEDESCO et al. (1995)

A produtividade de grãos de feijão foi determinada pela colheita das plantas presentes em 5,4m² por parcela. A produtividade foi expressa em Mg ha⁻¹ de grãos limpos e com umidade corrigida para 13%. Os componentes de rendimento (número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de mil grãos) foram avaliados em dez plantas por parcela.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e teste F. Quando constatados efeitos significativos dos tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade. Para os atributos físicos e químicos do solo, as camadas foram consideradas subparcelas na análise estatística.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O consumo de forragem na pastagem fertilizada com 100kg ha⁻¹ de N foi aproximadamente 80% maior do que na pastagem sem N (Tabela 1). Isso indica que a fertilização nitrogenada aumenta a produção de forragem, mesmo em solo com alto teor de matéria orgânica e com presença de uma espécie *fabacea* no consórcio, no caso, a ervilhaca.

Tabela 1 - Massa seca de forragem consumida pelos animais nos tratamentos com pastagem anual de inverno e palha remanescente no quinto ano de experimentação em diferentes formas de uso do solo no inverno.

Formas de uso do solo no inverno	-----Pastejos-----			Total	Palha remanescente
	1 ^o	2 ^o	3 ^o		
	----- Mg ha ⁻¹ -----				
Consórcio cobertura	-	-	-	-	4,72 a ¹
Pastagem com N	2,07	1,20	0,80	4,07	1,30 b
Pastagem sem N	1,17	0,41	0,68	2,26	0,95 b
Nabo forrageiro	-	-	-	-	1,80 b
Pousio	-	-	-	-	1,70 b
Coefficiente de variação (%)	-	-	-	-	27,8

¹Médias não seguidas pelas mesmas letras nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

O consórcio cobertura propiciou a maior quantidade de palha para cultivo de feijão em sucessão (Tabela 1). No pousio, houve emergência espontânea de azevém, sendo que essas plantas foram mantidas na área e, por isso, houve considerável produção de palha nesse tratamento. O nabo forrageiro produziu pequena quantidade de palha, pois ocorreram geadas intensas no inverno de 2010, reduzindo seu crescimento. Em outro estudo conduzido na mesma região geográfica, o nabo forrageiro também apresentou baixa produção de biomassa, quando comparado com aveia preta e consórcio entre diferentes

espécies de cobertura do solo de inverno (BALBINOT JUNIOR et al., 2004).

Não houve diferenças entre as formas de uso do solo no inverno e entre as camadas de solo para a macroporosidade, porém a microporosidade foi menor na camada de 0,00-0,05m no consórcio cobertura, comparativamente aos demais tratamentos (Tabela 2). A maior densidade do solo e resistência à penetração na camada superficial foi observada na pastagem sem N. Esse aumento na densidade do solo e na resistência à penetração é decorrente da pressão mecânica imposta pelo pisoteio em valores acima da capacidade de suporte

Tabela 2 - Atributos físicos do solo em quatro camadas no quinto ano de experimentação em diferentes formas de uso do solo no inverno.

Formas de uso do solo no inverno	-----Camadas de solo (m)-----			
	0,00-0,05	0,05-0,10	0,10-0,15	0,15-0,20
	-----Microporosidade (m ³ m ⁻³)-----			
Consórcio cobertura	0,32 b ¹ B ¹	0,37 a A	0,38 a A	0,40 a A
Pastagem com N	0,36 a A	0,38 a A	0,39 a A	0,39 a A
Pastagem sem N	0,40 a A	0,39 a A	0,40 a A	0,41 a A
Nabo forrageiro	0,38 a A	0,39 a A	0,40 a A	0,40 a A
Pousio	0,37 a A	0,36 a A	0,38 a A	0,38 a A
CV (%)*			8,7	
CV (%)**			4,6	
	-----Macroporosidade (m ³ m ⁻³)-----			
Consórcio cobertura	0,16 a A	0,19 a A	0,16 a A	0,15 a A
Pastagem com N	0,15 a A	0,15 a A	0,15 a A	0,15 a A
Pastagem sem N	0,12 a A	0,16 a A	0,16 a A	0,15 a A
Nabo forrageiro	0,16 a A	0,17 a A	0,14 a A	0,13 a A
Pousio	0,18 a A	0,17 a A	0,17 a A	0,17 a A
CV (%)*			29,7	
CV (%)**			18,8	
	-----Densidade do solo (Mg m ⁻³)-----			
Consórcio cobertura	0,94 b A	0,97 a A	1,04 a A	1,05 a A
Pastagem com N	1,03 ab A	1,10 a A	1,06 a A	1,06 a A
Pastagem sem N	1,12 a A	1,08 a A	1,05 a A	1,01 a A
Nabo forrageiro	0,96 b A	1,08 a A	1,08 a A	1,08 a A
Pousio	1,01 ab A	1,05 a A	1,05 a A	0,97 a A
CV (%)*			8,4	
CV (%)**			5,5	
	-----Resistência à penetração (MPa)-----			
Consórcio cobertura	1,14 b A	1,30 a A	1,42 a A	1,40 a A
Pastagem com N	1,57 ab A	1,63 a A	1,40 a A	1,60 a A
Pastagem sem N	2,13 a A	1,33 a AB	1,61 a AB	1,16 a B
Nabo forrageiro	1,20 b A	1,44 a A	1,51 a A	1,33 a A
Pousio	1,48 ab A	1,58 a A	1,60 a A	1,42 a A
CV (%)*			24,5	
CV (%)**			24,8	

¹Médias não seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste deTukey, em nível de 5% de probabilidade.

* Coeficiente de variação nas parcelas.

**Coeficiente de variação nas subparcelas.

do solo, resultando em deformação plástica (HORN & ROSTEK, 2000).

Após cinco anos de experimentação, outro resultado importante é a maior densidade do solo e resistência à penetração na camada superficial, observada no pousio, em comparação ao consórcio cobertura e nabo forrageiro. No primeiro ano de experimentação, não foram observadas diferenças nesses dois atributos de solo entre os tratamentos (BALBINOT JUNIOR et al., 2009c). Isso indica que há um efeito acumulado do pousio no inverno e do pisoteio animal sobre a compactação do solo em camada superficial (0,00-0,05cm), a qual pode ser rompida com uso de semeadoras equipadas com facão sulcador na ocasião da implantação de culturas de verão.

Em geral, os atributos físicos do solo variaram pouco entre os tratamentos e não apresentaram valores limitantes ao crescimento de raízes das culturas de verão semeadas em sucessão. Estima-se que 2MPa de resistência à penetração seja um valor limite para não limitar o crescimento de raízes (DORAN & JONES, 1996). Todavia, esse valor é variável em função, principalmente, da espécie vegetal e de outros atributos edáficos.

Os atributos químicos do solo avaliados não variaram entre as formas de uso do solo no inverno, mas houve diferenças entre camadas (Tabela 3). Em plantio direto, geralmente há acúmulo de nutrientes na superfície, em função do reduzido revolvimento e deposição de fertilizantes próximos à superfície.

As formas de uso do solo no inverno não afetaram a produtividade de grãos de feijão e os seus componentes – número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de mil grãos (Tabela 4). Esses resultados confirmam que o uso de pastagem anual de inverno em pastejo controlado e plantio direto não afeta negativamente atributos físicos de solo

relacionados à compactação. Adicionalmente, a maior quantidade de palha no consórcio cobertura (Tabela 1) não resultou em aumento de produtividade de grãos de feijão. Outro aspecto importante é que não houve aumento de produtividade de grãos com a adubação nitrogenada da pastagem de inverno (Tabela 4). Isso pode ter ocorrido em função da ausência de efeito residual da adubação nitrogenada e/ou ausência de resposta do feijão à maior disponibilidade de N no solo, por ser uma fabacea.

Vários estudos mostram a possibilidade de cultivo de pastagens anuais de inverno para produzir carne e/ou leite sem que haja prejuízo às culturas estivais semeadas em sucessão. ASSMANN et al. (2003) observaram que o pastejo de aveia branca e azevém não afetou a produtividade de grãos de milho cultivado em sucessão. De acordo com NICOLOSO et al. (2006), há redução de produtividade de milho em sucessão à pastagem de inverno somente quanto há pastejo excessivo. Por outro lado, LUNARDI et al. (2008) observaram que o pastejo de azevém, em sistema integração lavoura-pecuária, aumentou a produtividade de grãos de soja, comparado ao tratamento sem pastejo. Nesse contexto, o cultivo de pastagem anual de inverno e culturas graníferas de verão, em integração lavoura-pecuária, é uma estratégia importante para otimizar o uso dos recursos ambientais, proporcionando uso econômico de áreas agrícolas no inverno.

CONCLUSÃO

Após cinco anos de experimentação, o consórcio cobertura proporcionou maior quantidade de palha sobre o solo. Coberturas de solo, pastagem anual e pousio no inverno afetaram a microporosidade, a densidade e a resistência à penetração do solo somente na camada superficial (0,00-0,05m), mas não afetaram a produtividade de grãos de feijão cultivado em sucessão.

Tabela 3 - Atributos químicos do solo em quatro camadas no quinto ano de experimentação (médias de cinco formas de uso do solo no inverno).

Camadas de solo (m)	pH em água	Matéria orgânica	P	K	Ca	Mg
		%	-----mg dm ⁻³ -----		-----cmolc dm ⁻³ -----	
0,00-0,05	4,81 bc ¹	4,97 a	6,95 a	142 a	6,03 a	3,71 a
0,05-0,10	4,97 a	4,43 b	4,92 b	79 b	6,15 a	3,66 a
0,10-0,15	4,88 ab	4,06 b	4,62 b	64 b	5,08 b	3,09 b
0,15-0,20	4,73 c	3,51 c	1,79 c	53 b	3,31 c	2,35 c
Coefficiente de variação (%)	2,1	11,9	43,0	46,1	11,9	10,9

¹Médias não seguidas pelas mesmas letras nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 4 - Produtividade de grãos e componentes de rendimento de feijão cultivado após diferentes formas de uso do solo no inverno.

Formas de uso do solo no inverno	Produtividade de grãos (Mg ha ⁻¹)	Número de vagens por planta	Número de grãos por vagem	Massa de mil grãos (g)
Consórcio cobertura	2,11 a ¹	9,7 a	5,3 a	221 a
Pastagem com N	1,66 a	9,4 a	5,0 a	210 a
Pastagem sem N	1,67 a	8,1 a	5,2 a	217 a
Nabo forrageiro	2,02 a	9,4 a	5,3 a	211 a
Pousio	1,85 a	8,6 a	5,3 a	223 a
Coefficiente de variação (%)	15,7	14,7	7,3	3,9

¹Médias não seguidas pelas mesmas letras nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

AGRADECIMENTOS

Ao senhor Ivo Grein, pelo auxílio concedido. À Fundação de Apoio à Pesquisa Científica e Tecnológica do Estado de Santa Catarina (Fapesc), pelo financiamento parcial da pesquisa. Este artigo foi aprovado para publicação pelo Comitê de Publicações da Embrapa Soja sob o número 14/2011.

REFERÊNCIAS

ASSMANN, T.S. et al. Rendimento de milho em área de integração lavoura-pecuária sob o sistema plantio direto, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.675-683, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832003000400012&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 20 mar. 2008. doi: 10.1590/S0100-06832003000400012.

BAGGIO, C. et al. Padrões de deslocamento e captura de forragem por novilhos em pastagem de azevém-anual e aveia-preta manejada sob diferentes alturas em sistemas de integração lavoura-pecuária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.215-222, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v38n2/a01v38n2.pdf>>. Acesso em: 01 jul. 2011. doi: 10.1590/S1516-35982009000200001.

BALBINOT JR., A.A. et al. Desempenho de plantas invernais na produção de massa e cobertura do solo sob cultivos isolado e em consórcios. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.3, p.38-42, 2004.

BALBINOT JR., A.A. et al. Desempenho da cultura do feijão após diferentes formas de uso do solo no inverno. **Ciência Rural**, v.39, p.2340-2346, 2009a. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v39n8/a341cr1312.pdf>>. Acesso em: 01 jul. 2011. doi: 10.1590/S0103-84782009000800011.

BALBINOT JR., A.A. et al. Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. **Ciência Rural**, v.39, p.1925-1933, 2009b. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v39n6/a229cr838.pdf>>. Acesso em: 01 jul. 2011. doi: 10.1590/S0103-847820090005000107.

BALBINOT JR., A.A. et al. Propriedades físicas em Cambissolo Háplico manejado sob o sistema integração lavoura-pecuária. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.8, p.25-34, 2009c. Disponível em: <http://rca.cav.udesc.br/rca_2009_1/Balbinot.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2011.

BRAIDA, J.A. et al. Resíduos vegetais na superfície e carbono orgânico do solo e suas relações com a densidade máxima obtida no ensaio proctor. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, n.4, p.605-614, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832006000400001&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 19 mar. 2008. doi: 10.1590/S0100-06832006000400001.

DORAN, J.W.; JONES, A. **Methods for assessing soil quality**. Madison: Soil Science Society of America, 1996. 410p.

EMBRAPA SOLOS. **Solos do Estado de Santa Catarina**. Rio de Janeiro, 2004. 726p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 46).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise do solo**. Rio de Janeiro: Embrapa, 1997. 212p.

GIACOMINI, S.J. et al. Matéria seca, relação C/N e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em misturas de plantas de cobertura de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.325-334, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832003000200012&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 25 maio, 2008. doi: 10.1590/S0100-06832003000200012.

HORN, R.; ROSTEK, J. Subsoil compaction processes – State of knowledge. In: HORN, R. (Eds). **Subsoil compaction – Distribution, processes and consequences**. **Advances in GeoEcology**, v.32, p.44-54, 2000.

LUNARDI, R. et al. Rendimento de soja em sistema de integração lavoura-pecuária: efeito de métodos e intensidade de pastejo. **Ciência Rural**, v.38, p.795-801, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782008000300032&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 10 ago. 2008. doi: 10.1590/S0103-84782008000300032.

NICOLOSO, R.S. et al. Manejo das pastagens de inverno e potencial produtivo de sistemas de integração lavoura-pecuária no Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v.36, n.6, p.1799-1805, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782006000600020&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 20 maio, 2008. doi: 10.1590/S0103-84782006000600020.

TEDESCO, M.J. et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Departamento de Solos, UFRGS, 1995. 174p. (Boletim Técnico, 5).