

COBERTURA DO SOLO EM FUNÇÃO DE FORMAS DE SEMEADURA E MANEJO DA PASTAGEM ANUAL DE INVERNO

Margarete Ida da Silva Bernardi*

Milton da Veiga**

Resumo

A percentagem de solo descoberto está diretamente relacionada à taxa de erosão, sendo determinada em grande parte pela quantidade de resíduos remanescentes e pelas operações de preparo e semeadura. Foi determinada em seis anos agrícolas a percentagem do solo descoberto após o uso de formas de semeadura da pastagem de inverno (semeadura direta e semeadura + gradagem) e de intervalos entre pastejos (sem pastejo e com pastejo em intervalos de 7, 14 e 28 dias), com e sem a aplicação de nitrogênio em cobertura na pastagem. Essa determinação foi realizada em fotografias digitais obtidas a, aproximadamente, 0,8 m de altura, sobre as quais foi projetado na tela do computador um grid com 100 pequenos círculos, cuja leitura corresponde a solo descoberto quando mais de 50% da superfície do círculo se apresenta sem cobertura por resíduos. Também foi determinada a percentagem de solo descoberto após o processamento das fotografias com o programa Spring, para correlacionar com as determinações visuais, e a correlação entre a quantidade de pastagem remanescente com a cobertura do solo após a semeadura da cultura de verão subsequente ao cultivo da pastagem. Na maioria dos anos estudados, a percentagem de solo descoberto foi maior quando a semeadura da pastagem foi sucedida por uma gradagem. Após a semeadura da cultura de verão cultivada na sequência, a percentagem do solo descoberto aumentou com a redução do intervalo entre pastejos, apresentando uma relação logarítmica com a massa seca de pastagem remanescente. Em alguns anos, a aplicação de nitrogênio em cobertura na pastagem reduziu a percentagem de solo descoberto. Observou-se uma relação linear entre a determinação da percentagem de solo descoberto por meio do grid de círculos e do processamento digital das fotografias, com declividade de aproximadamente 1:1 e coeficiente de correlação altamente significativo ($r = 0,90$), indicando que a determinação visual pode ser utilizada para estimar a percentagem de solo descoberto com precisão e de forma mais rápida. Os resultados obtidos permitem concluir que o revolvimento do solo por intermédio da gradagem para semeadura da pastagem anual de inverno e a redução do intervalo entre pastejos dessa pastagem aumentam a percentagem de solo descoberto após a semeadura e, conseqüentemente, a predisposição do solo à erosão hídrica.

Palavras-chave: Integração lavoura-pecuária. Plantio direto. Pastejo.

1 INTRODUÇÃO

Em sistemas de produção utilizados no planalto catarinense, a soja, o milho e o feijão são culturas de primavera-verão com bom retorno financeiro na maioria dos anos. No entanto, há carência de alternativas economicamente viáveis de uso do solo no período de outono-inverno (meses de abril a setembro), sobretudo em pequenas propriedades rurais. Esse fato, associado ao alto custo de aquisição de sementes de culturas de cobertura de inverno, muitas vezes determina a manutenção da área sob pousio nesse período, refletindo-se em menor adição de carbono orgânico ao sistema e maior predisposição à erosão do solo, fundamental para o equilíbrio do Sistema Plantio Direto (SPD). Uma alternativa para proporcionar benefícios biológicos e econômicos em curto prazo é o cultivo de pastagens de inverno em Sistema de Integração Lavoura-Pecuária (SILP) (FONTANELI et al., 2000; FONTANELI; SANTOS; MORI, 2006; SPERA et al., 2004). No entanto, o SILP requer manejo adequado dos animais, já que o uso da área de lavoura sob pastejo direto pode ocasionar compactação superficial do solo em razão do pisoteio (TREIN; COGO; LEVIEN, 1991)

* Graduando em Agronomia na Universidade do Oeste de Santa Catarina de Campos Novos, bolsista PIBIC; margaretebernardi@yahoo.com.br

** Doutor em Ciência do Solo; Professor na Universidade do Oeste de Santa Catarina de Campos Novos; milton.veiga@unoesc.edu.br

e redução na cobertura do solo tanto durante o ciclo da cultura de inverno quanto por ocasião da semeadura da cultura de verão no SPD (NICOLOSO; LANZANOVA; LOVATO, 2006).

O manejo do solo sob SILP mais utilizado no Planalto Sul Catarinense constitui na semeadura da pastagem de inverno a lanço e na incorporação das sementes por meio de gradagem, no pastejo intensivo da pastagem e na semeadura direta das culturas de verão. Esse sistema tem resultado em degradação das características físicas e químicas do solo e, conseqüentemente, de seu potencial produtivo. Dessa forma, faz-se necessário o estudo de alternativas para semeadura e adubação da pastagem e para manejo dos animais durante o ciclo de pastejo, para resultar em um nível desejado da produção de fitomassa de pastagem remanescente e de cobertura do solo por ela.

O acompanhamento da cobertura do solo durante todo o ciclo da pastagem e início do ciclo da cultura de verão é fundamental para se estimar adequadamente o efeito da forma de semeadura e do manejo da pastagem sobre as condições da superfície do solo. Existem várias metodologias para se estimar a cobertura do solo, tanto diretamente quanto indiretamente (STOCKING, 1988; JORGE; CRESTANA, 1996; VEIGA; WILDNER, 1993; VEIGA; REINERT; REICHERT, 2010). As diferenças entre os métodos, em alguns casos, residem exatamente na forma de separação entre o que é solo descoberto ou coberto. Como a taxa de cobertura do solo pode ser definida como a relação entre a área de solo coberta por plantas e a sua área total, algumas técnicas de avaliação apresentam erros de interpretação, principalmente aquelas baseadas em medições no campo. Assim, o método a ser utilizado para tal deve ser definido de acordo com o propósito do estudo, bem como pelo grau de exatidão requerido.

Os métodos expeditos consistem na determinação das condições de solo coberto/descoberto nos pontos de intersecções de grades de linhas, diretamente no campo (VEIGA; WILDNER, 1993) ou em fotografias projetadas sobre essa grade (LOPES, 1984). Uma variação desses métodos consiste na determinação da cobertura em pequenos círculos, com leitura no campo a partir da projeção de tubos de diâmetro reduzido (STOCKING, 1988) ou a projeção de um *grid* com pequenos círculos sobre uma fotografia digital na tela do computador (VEIGA; REINERT; REICHERT, 2010). Em ambos os casos, a condição coberto/descoberto é determinada a partir da sua predominância dentro do círculo, podendo ser utilizada a escala intermediária (50%). Os métodos aprimorados consistem no processamento de fotografias digitais com o uso de programas computacionais desenvolvidos para esse fim, como o SIARCS (JORGE; CRESTANA, 1996), ou mesmo para processamento digital de imagens espaciais, como o SPRING (CAMARA et al., 1996). Segundo Tofeti et al. (2002), geralmente são obtidos resultados mais confiáveis com o uso de imagens em relação aos métodos expeditos. No entanto, o uso de imagens é prejudicado quando a superfície apresenta baixa reflectância como, por exemplo, na cobertura proporcionada pela palha em decomposição em um solo com alto teor de matéria orgânica (DALMOLIN, 2002).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de formas de semeadura e de intervalos entre pastejos da pastagem anual de inverno sobre a cobertura do solo determinada por um método expedito e sua comparação com um método de processamento digital de imagens, bem como a correlação entre a quantidade de resíduos remanescentes e a cobertura do solo.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A avaliação da cobertura do solo foi realizada em um experimento conduzido por seis anos na Estação Experimental de Campos Novos, onde foram estudadas duas formas de implantação (semeadura direta e semeadura + gradagem), quatro intervalos entre pastejos (sem pastejo e pastejo em intervalos de 7, 14 e 28 dias), com e sem adubação nitrogenada em cobertura da pastagem anual de inverno (30 kg N ha⁻¹ a cada 28 dias). Os tratamentos de formas de implantação da pastagem foram alocados nas parcelas principais com 10 m x 20 m, o intervalo entre pastejos em subparcelas transversais com 5 m x 10m e a adubação nitrogenada em cobertura em sub-subparcelas com dimensão de 5 m x 5 m. Os piquetes foram divididos com cerca eletrificada e os animais colocados na área de entorno a cada sete dias, tendo livre acesso a todos os piquetes com pastejo programado para aquela data. Os piquetes sem pastejo ficaram cercados permanentemente desde a semeadura da pastagem. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com quatro repetições em parcelas subdivididas.

A adubação de base das culturas consistiu no uso de 300 kg ha⁻¹ da fórmula 5-20-20 ou 5-25-25 (N-P₂O₅-K₂O) na pastagem e no feijão e da fórmula 10-20-20 ou 10-25-25 no milho. Em cobertura, foram aplicados 200 kg ha⁻¹ de

Nitrato de Amônia (32% de N) na cultura do feijão e de ureia cloretada (32-00-18; N-P₂O₅-K₂O) na cultura do milho. Para a semeadura das culturas foram utilizadas as seguintes variedades e densidade de semeadura: cultivar de milho híbrido simples, com espaçamento de 0,50 m entre linhas e 35 sementes viáveis por 10 metros lineares, projetando-se uma população final de 70.000 plantas ha⁻¹; cultivar de feijão tipo carioca, com espaçamento de 0,50 m entre linhas e 12 sementes viáveis por metro linear, projetando-se uma população final de 240.000 plantas; 80 kg ha⁻¹ de semente de aveia preta cultivar IAPAR 61, com espaçamento de 0,17 m entre linhas; 25 kg ha⁻¹ de sementes de cultivar crioula de azevém, semeada a lanço; e 40 kg ha⁻¹ de semente de variedade crioula de ervilhaca, semeada a lanço. As demais práticas culturais foram realizadas seguindo as recomendações técnicas para cada cultura.

A porcentagem de solo descoberto foi determinada em fotos digitais adquiridas a aproximadamente 0,8 m de altura em dias com boa luminosidade após a semeadura da pastagem anual de inverno e das culturas de verão, em seis anos de experimentação. Em todas as fotografias foi determinada a porcentagem de solo descoberto utilizando-se a metodologia do *grid* com 100 pequenos círculos projetados sobre a fotografia na tela do computador, conforme descrito em Veiga, Rinert e Reichert. (2010). A leitura em cada círculo corresponde a solo descoberto quando mais de 50% da superfície deste se apresenta sem cobertura por resíduos. Esses dados foram submetidos à análise da variância e teste de comparação de médias quando observada diferença significativa pelo teste F (P>0,05). A porcentagem de solo descoberto também foi determinada em fotografias obtidas após a semeadura da cultura de verão em dois anos agrícolas, utilizando-se o programa de processamento digital de imagens SPRING (CAMARA et al., 1996), para estabelecer a correlação com a porcentagem de solo descoberto determinado nas mesmas fotografias pelo método do *grid* de círculos. A porcentagem de solo descoberto determinada nessas mesmas fotografias também foi correlacionada com a massa seca de pastagem remanescente após os ciclos de pastejo nesses dois anos agrícolas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na maioria dos anos estudados a porcentagem de solo descoberto foi maior quando a semeadura da pastagem foi sucedida por uma gradagem (Tabela 1), indicando que qualquer operação de preparo reduz a cobertura do solo após sua realização, como também observado por Veiga; Reintert e Reichert 2010. A ausência de pastejo e a aplicação de nitrogênio em cobertura no da pastagem de inverno apresentaram menor porcentagem de solo descoberto após a semeadura da pastagem na média dos anos estudados, indicando que a quantidade de fitomassa de pastagem remanescente após um ciclo de pastejos apresenta efeito residual sobre a cobertura do solo determinada aproximadamente seis meses depois.

Tabela 1 – Porcentagem de solo descoberto após a semeadura da pastagem de inverno em duas formas de semeadura, quatro intervalos entre pastejos, sem e com adubação nitrogenada da pastagem de inverno

Fator/ Tratamento	Anos						Média
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
Formas de semeadura							
SD	12 A	35 B	57 B	21 B	45 B	12 B	30
SG	10 A	70 A	85 A	58 A	85 A	48 A	59
Intervalo entre pastejos							
7D	13	55	71	33	73	35	46 A
14D	11	52	75	44	67	32	47 A
28D	9	52	75	44	67	32	47 A
SP	10	49	63	36	56	22	39 B
Adubação nitrogenada							
Sem	10	53	71	43	66	32	46 A
Com	11	52	71	36	64	28	44 B
Média	11	52	71	39	65	30	

Fonte: os autores.

SD: semeadura direta; SG: semeadura + gradagem; 7, 14 e 28D: retorno em intervalos de 7, 14 e 28 dias, respectivamente; SP: sem pastejo.

Após a semeadura da cultura de primavera-verão cultivada após o ciclo da pastagem de inverno, a percentagem do solo descoberto aumentou com a redução do intervalo entre pastejos (Tabela 2), reduzindo assintoticamente com a massa seca de pastagem remanescente após os ciclos de pastejo da pastagem anual de inverno (Gráfico 1), como também foi observado por Lopes (1984), com a adição de diferentes taxas de resíduos vegetais na superfície do solo. Segundo esse autor, a percentagem de solo descoberto está relacionada diretamente à taxa de erosão, havendo uma indicação clara de que tanto o uso da grade niveladora para incorporar as sementes da pastagem anual de inverno quanto o aumento da intensidade de pastejo aumentou o risco de sua ocorrência nas lavouras. Em alguns anos, a aplicação de nitrogênio em cobertura na pastagem reduziu a percentagem de solo descoberto após a semeadura da cultura de primavera-verão (Tabela 2), o que pode ser explicado pelo aumento da produção de fitomassa da pastagem como resultado da adubação nitrogenada desta.

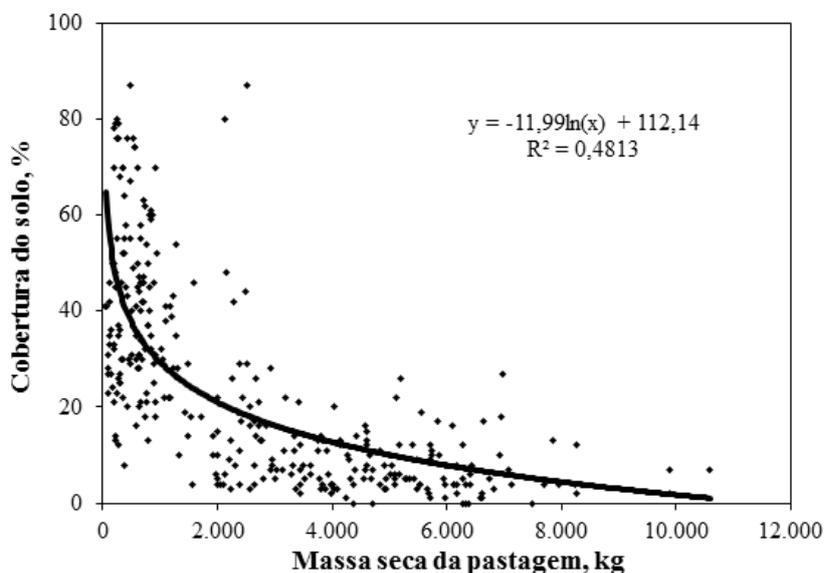
Tabela 2 – Percentagem de solo descoberto após a semeadura da cultura de verão em duas formas de semeadura, quatro intervalos entre pastejos, sem e com adubação nitrogenada da pastagem de inverno

Fator/ Tratamento	Anos						Média
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
Formas de semeadura							
SD	46	24	21	7	25	22	24 A
SG	44	21	21	7	21	21	22 A
Intervalo entre pastejos							
7D	70 A	45 A	32 A	12 A	38 A	35 A	38
14D	56 B	32 B	25 AB	7 A	34 A	27 A	30
28D	41 C	9 C	19 B	7 A	12 B	16 B	17
SP	11 D	3 C	8 C	4 A	8 B	7 C	7
Adubação nitrogenada							
Sem	45 A	21 A	24 A	8	28 A	24 A	25
Com	44 A	24 A	18 B	7	19 B	19 B	22
Média	45	22	21	7	23	21	

Fonte: os autores.

SD: semeadura direta; SG: semeadura + gradagem; 7, 14 e 28D: retorno em intervalos de 7, 14 e 28 dias, respectivamente; SP: sem pastejo.

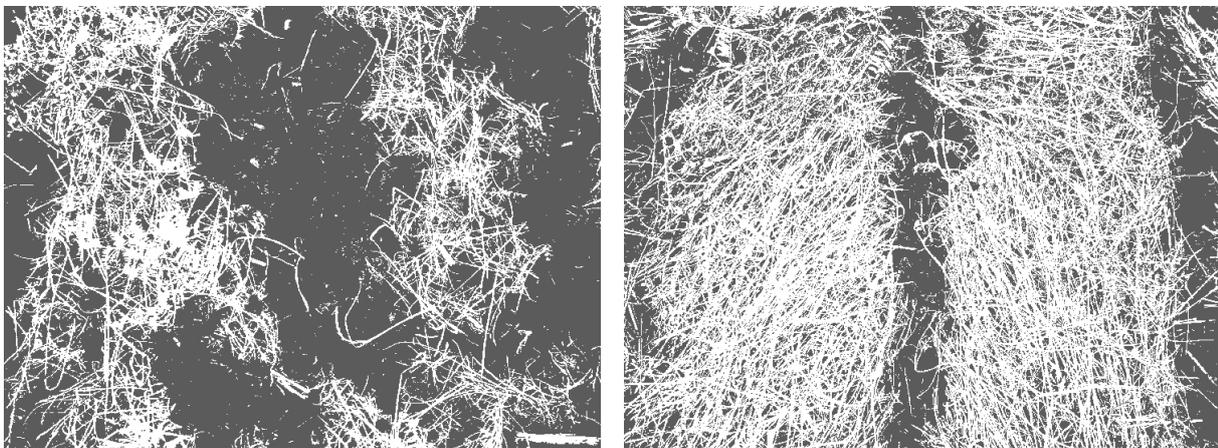
Gráfico 1 – Relação entre a massa seca de pastagem remanescente e a cobertura do solo após a operação de semeadura da cultura de verão (dados



Fonte: os autores.

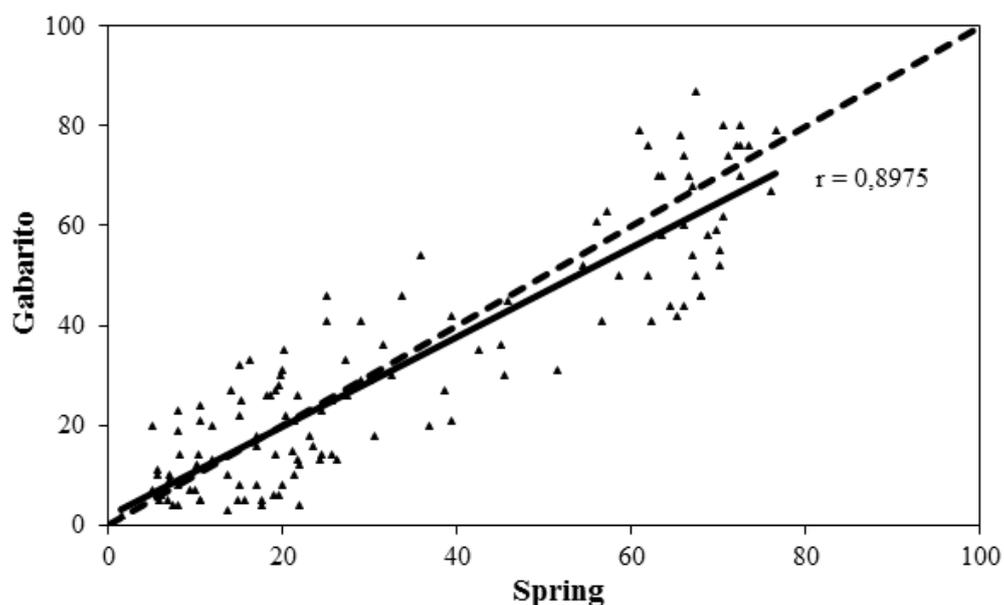
O processamento digital por meio do programa Spring demandou em média 30 minutos para cada fotografia, com intervalo de variação entre 10 e 60 minutos, enquanto a determinação visual demandou apenas cinco minutos por fotografia. A grande variação no tempo demandado para o processamento digital ocorre pela dificuldade em selecionar amostras que resultem em uma boa separação entre as categorias de solo descoberto e coberto por resíduos em algumas fotografias, principalmente em razão da variabilidade da reflectância dos resíduos presentes na superfície, aspecto apontado por Dalmolin (2002) como uma limitação do processamento digital de imagens. A seguir são apresentadas duas fotografias após processamento pelo Spring, nas quais se pode observar a separação quase perfeita entre as categorias de solo descoberto e coberto por resíduos. Observou-se uma correlação linear entre a percentagem de solo descoberto determinada visualmente e mediante o processamento digital das fotografias pelo programa Spring (Gráfico 2), com declividade de aproximadamente 1:1 e coeficiente de correlação altamente significativo ($r = 0,8975$), indicando que a determinação visual pode ser utilizada para estimar a percentagem de solo descoberto com precisão e de forma mais rápida. No entanto, a interpretação visual pode variar muito entre observadores (Gráfico 3), necessitando-se de uma capacitação sistêmica e exercícios de calibração para a uniformização dos critérios de classificação.

Fotografia 1 – Fotografias digitais processadas por meio do programa Spring, com indicação do solo descoberto (escuro) e coberto por resíduos (claro), com alta e baixa percentagem de solo descoberto/coberto



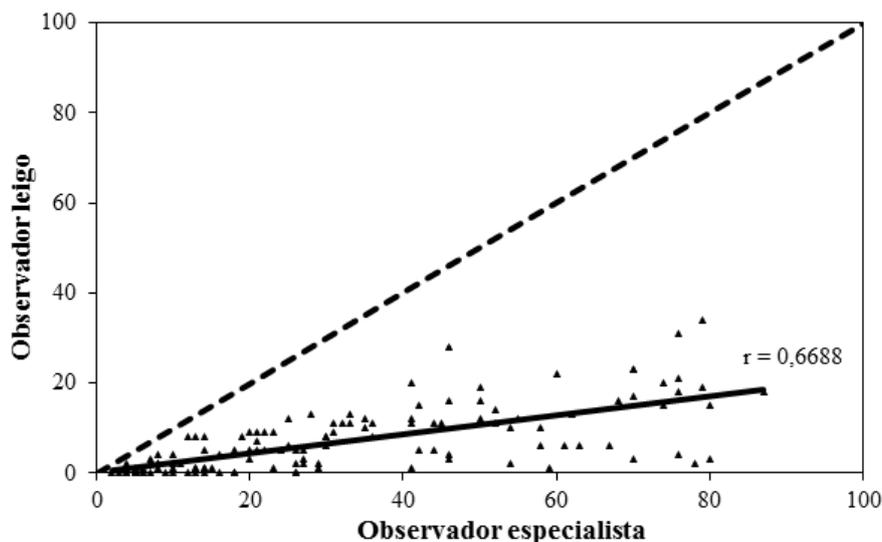
Fonte: os autores.

Gráfico 2 – Correlação entre a percentagem de cobertura determinada por meio do processamento das fotografias digitais pelo Spring e da interpretação do gabarito de 100 círculos na tela do computador (dados de dois anos agrícolas).



Fonte: os autores.

Gráfico 3 – Correlação entre a percentagem de cobertura determinada por meio da interpretação do gabarito de 100 círculos na tela do computador por um especialista e um leigo (dados de dois anos agrícolas)



Fonte: os autores.

4 CONCLUSÃO

O revolvimento do solo por meio da gradagem para semeadura da pastagem anual de inverno e a redução do intervalo entre pastejos dessa pastagem aumentam a percentagem de solo descoberto após a semeadura e, consequentemente, a predisposição do solo à erosão hídrica.

Cover soil on seeding forms of function and management of grassland annual winter

Abstract

The percentage of bare soil is directly related to the erosion rate, being largely determined by the amount of residual straw and the preparation and sowing operations. Was determined in six harvest years the percentage of bare soil after use of forms of sowing of winter pastures (direct sowing and sowing + harrowing) and intervals between grazings (no grazing and grazing at intervals of 7, 14 and 28 days), with and without the application of nitrogen in coverage in the pasture. This determination was performed on digital photographs taken approximately 0.8m high, on which was designed on the computer screen a grid with 100 small circles, whose reading corresponds to bare soil when more than 50% of the circle surface presents no coverage straw. It was also determined the percentage of bare soil after processing the pictures with the Spring program, to correlate with visual determinations, and the correlation between the amount of remaining pasture biomass with the soil cover after sowing the subsequent summer crop. In most years studied the percentage of bare soil was higher when sowing pasture was followed by a harrowing. In the determination did after sowing of the crop cultivated in the summer sequence, the percentage of bare soil increased by reducing the grazing interval, having a logarithmic relationship with the remaining pasture dry matter. In some years the application of nitrogen in covering reduced the percentage of bare soil. There was a linear relationship between the percent of bare soil determined through the grid circles and through the digital processing of pictures, with a slope of approximately 1:1 and highly significant correlation coefficient ($r = 0.90$), indicating that visual determination can be used to estimate the percentage of uncovered soil accurately and more quickly. The results showed that soil disturbance through the harrowing for sowing and reducing the grazing interval of winter annual pasture increased the proportion of bare soil after sowing and consequently soil susceptibility to water erosion.

Keywords: Integrated Crop-Livestock System. Direct Sowing. Grazing.

REFERÊNCIAS

- CAMARA, Gilberto et al. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computers & Graphics**, Amsterdam, Elsevier, v. 20, n. 3, p. 395-403, maio/jun. 1996.
- CRUZ, Eleandro S. et al. Comparação de classificadores de imagens digitais na determinação da cobertura do solo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 237-244, 2002.
- DALMOLIN, Ricardo Simão Diniz. **Matéria orgânica e características físicas, químicas, mineralógicas e espectrais de Latossolos de diferentes ambientes**. 2002. 151 p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo)–Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.
- FONTANELI, Renato Serena et al. Análise econômica de sistemas de produção de grãos com pastagens anuais de inverno, em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, v. 35, n. 11, p. 2129-2137, nov. 2000.
- FONTANELI, Renato Serena; SANTOS, Henrique Pereira dos; MORI, Cláudia de. Lucratividade e risco de sistemas de produção de grãos com pastagens, sob sistema plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, v. 36, n. 1, p. 51-57, jan./fev. 2006.
- JORGE, Lúcio André de Castro; CRESTANA, Silvio. SIARCS 3.0: novo aplicativo para análise de imagens digitais aplicado a Ciência do Solo. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996, p. 5.
- LOPES, Paulo Roberto Coelho. **Relações da erosão com tipos e quantidades de resíduos culturais espalhados uniformemente sobre o solo**. 1984. 119 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)–Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1984.
- NICOLOSO, Rodrigo da Silveira; LANZANOVA, Mastrângello Enívar; LOVATO, Thomé. Manejo de pastagens de inverno e potencial produtivo de sistemas de integração lavoura-pecuária no Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, v. 36, n. 6, p. 1799-1805, nov./dez. 2006.
- SPERA, Silvio Tulio et al. Efeitos de sistemas de produção de grãos envolvendo pastagens sob plantio direto nos atributos físicos de solo e na produtividade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 28, n. 3, p. 533-542, maio/jun. 2004.
- STOCKING, Michael. Assessing vegetative cover and management effects. In: LAL, Rathan (Ed.). **Soil erosion research methods**. Ankeny: Soil and Water Conservation Society, 1988.
- TREIN, Carlos Roberto; COGO, Neroli Pedro; LEVIEN, Renato. Métodos de preparo do solo na cultura do milho e ressemeadura de trevo na rotação aveia+trevo/milho, após pastejo intensivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 15, n. 1, p. 105-111, 1991.
- VEIGA, Milton, REINERT, Dalvan José, REICHERT, José Miguel. Tillage systems and nutrient sources affecting soil cover, temperature and moisture in a clayey Oxisol under corn. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 34, p. 2011-2020, 2010.
- VEIGA, Milton; WILDNER, Leandro do Prado. **Manual para la instalación y conducción de experimentos de pérdida de suelos**. Santiago, 1993.

