

Cobertura vegetal e perdas de solo por erosão em diversos sistemas de melhoramento de pastagens nativas*

J. A. M. Bono**, N. Curi***, M. M. Ferreira***, A. R. Evangelista***, M. M. Carvalho** e M. L. N. Silva**

Introdução

Na região dos Cerrados brasileiros, cerca de 90 milhões de hectares estão sob pastagens; destas, 60 milhões são nativas e o restante cultivadas, sendo na sua quase totalidade utilizadas sob pastejo (Almeida e Silva, 1989). Em Minas Gerais, 84% das pastagens são nativas (Santos et al., 1980), ocupando uma área estimada de 21,430,779 ha (FIBGE, 1982). Estas sustentam uma pecuária responsável pela produção de 31% do leite da região Sudeste; além disso, tem se destacado como importantes produtoras de carne.

A microrregião Campos da Mantiqueira faz parte da zona fisiográfica Campos das Vertentes, a qual é a quinta bacia leiteira do estado de Minas Gerais (Costa Junior, 1985), e 76% de suas pastagens são nativas, a que se atribui, em parte, à baixa produtividade por animal e por unidade de área, em função da limitada quantidade e qualidade dessas forragens. A microrregião está localizada numa posição geográfica privilegiada e apresenta um grande potencial de desenvolvimento.

Essas pastagens nativas estão instaladas principalmente sobre Cambissolos e Latossolos. Nos Cambissolos, a declividade média é de 30%,

dificultando a exploração agrícola; já nos Latossolos o relevo é mais suavizado, possibilitando maior emprego de tecnologia; entretanto, ambos os solos apresentam baixas produtividades em condições naturais (Curi et al., 1994). Em virtude do material de origem ser predominantemente pobre, formam-se solos com baixa fertilidade natural e com altos valores de saturação por alumínio, principalmente no caso dos Cambissolos (Curi, 1991; Curi et al., 1994). Os altos valores de silte mais areia fina nos Cambissolos acarretam o aparecimento de camadas adensadas em profundidade e crostas na superfície, tendo como consequência a redução da infiltração de água (Lemos e Lutz, 1957; Resende, 1985; Resende et al., 1992) e aumento do escoamento superficial e das perdas de solo por erosão (Mielniczuk e Schneider, 1983).

Segundo Santos (1993), na região ocorrem períodos de deficiência hídrica prolongados, contribuindo para uma menor cobertura vegetal ao solo (Campo Cerrado nos Cambissolos e Cerrado nos Latossolos), e condicionando a ter uma maior susceptibilidade à erosão, agravada pelas limitações físicas (principalmente nos Cambissolos), o que vem comprometendo a sustentabilidade destes ecossistemas.

Em ambientes agrícolas instáveis, as gramíneas têm um papel importante na formação dos agregados do solo, devido à sua grande capacidade de regeneração, produção de matéria seca, vasto sistema radicular, aumento da retenção de água e redução da variação térmica (Greenland, 1971; Kay, 1990; Tisdall e Oades, 1982).

Clarkson (1985) e Lonergan (1978) comentam que espécies adaptadas a solos de baixa fertilidade natural são, em geral, de crescimento inicial lento. As relativamente baixas exigências nutricionais destas gramíneas permitem a sua implantação em solos de baixa fertilidade, com adubações menores, aspecto

* Parte da dissertação de mestrado apresentada pelo primeiro autor para obtenção do título de Mestre em Solos e Nutrição de Plantas na Universidade Federal de Lavras (MG), Brasil.

** Respectivamente: Bolsista do Centro Nacional de Pesquisa do Gado de Corte; Pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa do Gado de Leite; e Pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Brasil.

*** Respectivamente: Professores do Departamento de Ciência do Solo e Professor do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 37, 37200-000 Lavras-MG, Brasil.

importante para rentabilidade econômica da pecuária no Cerrado (Spain e Salinas, 1985; Rocha, 1986). Botrel et al. (1987), trabalhando em solos da Zona da Mata (MG), zona próxima à área deste estudo, encontraram para as gramíneas *Setaria sphacelata*, *Brachiaria brizantha* e *B. decumbens* as melhores associações para produção de forragem e cobertura do solo.

Assim, objetivou-se com o presente estudo avaliar a cobertura vegetal e as perdas de solo por erosão de pastagens nativas melhoradas, com e sem introdução de espécies exóticas, sob diferentes sistemas de preparo do solo, visando sugerir práticas que reduzam a erosão na microrregião, aumentando a sustentabilidade das pastagens.

Materiais e métodos

A área experimental localiza-se no município de São João del Rei (MG), no distrito de São Sebastião da Vitória, a 21° 08' sul e longitude 44° 15' oeste. Faz parte da microrregião Campos da Mantiqueira e da zona fisiográfica Campos das Vertentes, estando a uma altitude de 940 m em relação ao nível do mar. O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwb, com temperatura média anual de 19 °C, com máxima média de 26 °C e mínima média de 13 °C (Antunes, 1986). O período de maior precipitação compreende os meses de novembro a abril, com precipitação média anual de 1435 mm, sendo que no período experimental os maiores índices de precipitação ocorreram de dezembro a fevereiro, tendo sido maio a agosto os meses mais secos, caracterizando duas estações bem definidas uma chuvosa e outra seca.

Utilizou-se duas classes de solos dominantes na microrregião: Cambissolo álico com areia moderado, argila de atividade baixa, textura muito argilosa, relevo ondulado, fase campo cerrado, substrato filito; e Latossolo variação Una, distrófico, com areia moderado, textura muito argilosa, relevo suave ondulado, fase cerrado. Ambos os solos apresentavam-se com pastagens nativas. A declividade da área experimental é de 15% no Cambissolo e 4% no Latossolo variação Una.

Os componentes do complexo sortivo, pH em água e carbono orgânico foram determinados segundo Vettori (1969) e EMBRAPA (1979). A análise granulométrica foi realizada pelo método da pipeta (Day, 1965), empregando-se NaOH 0.1 N como dispersante químico, e agitação rápida (12,000 rpm) durante 10 minutos. A densidade do solo (Ds) foi determinada em amostras com estrutura indeformada, coletadas com amostrador de Uhland (Blake e Hartge,

1986a), e a densidade de partículas (Dp) foi determinada pelo método do balão volumétrico, descrito por Blake e Hartge (1986b). O volume total de poros foi determinado segundo Danielson e Sutherland (1986). A distribuição de poros por tamanho (macro e microporosidade) foi determinada em amostras com estrutura indeformada, utilizando-se unidade de sucção a 60 cm de altura de coluna de água. A porcentagem de água retida nas amostras, após atingir o equilíbrio, corresponde à microporosidade, sendo a macroporosidade obtida por diferença (Grohmann, 1960). A permeabilidade foi avaliada em laboratório, partindo-se de amostras com estrutura indeformada, coletadas com amostrador de Uhland, e utilizando-se de permeâmetro adaptado (Lima et al., 1990). As características físicas e químicas dos solos estudados encontram-se nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

O estudo foi realizado no período de outubro de 1991 a novembro de 1993, totalizando 2 anos. Inicialmente, colocou-se fogo nas áreas experimentais, como medida de uniformização da vegetação. As parcelas experimentais apresentaram as dimensões de 6 x 6 m (36 m²). Os tratamentos testados foram: *Brachiaria brizantha* cv. Marandú em covas (BC), *B. brizantha* em covas, com escarificação entre covas (BCE), *B. brizantha* em sulcos (BS), *B. brizantha* a lanço, com escarificação na parcela toda (BE), *Andropogon gayanus* cv. Planaltina em covas (AC), *A. gayanus* em covas, com escarificação entre covas (ACE), *A. gayanus* em sulcos (AS), *A. gayanus* a lanço, com escarificação na parcela toda (AE), pastagem nativa com escarificação na parcela toda (NE) e pastagem nativa sem preparo nenhum (N).

Após o preparo do solo, à exceção da testemunha (N), procedeu-se a calagem (1.96 t/ha de calcário no

Tabela 1. Caracterização física dos solos estudados.

Parâmetros ^a	Cambissolo		Latossolo variação Una	
	0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm
A (g/kg)	690	710	650	670
S (g/kg)	220	220	90	130
AF (g/kg)	80	50	230	140
AG (g/kg)	10	20	30	60
Macro (%)	13	10	28	28
Micro (%)	44	48	26	34
Ds (Mg/m ³)	1.23	1.17	1.27	1.06
Dp (Mg/m ³)	2.82	2.74	2.74	2.74
P (mm/h)	1	2	57	138

a. A = argila; S = Silte; AF = areia fina; AG = areia grossa; Ds = densidade do solo; Dp = densidade de partícula; P = permeabilidade.

Tabela 2. Caracterização química dos solos estudados.

Parâmetros	Cambissolo		Latossolo variação Una	
	0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm
pH	5.2	5.0	5.1	5.0
P (mg/kg)	1	1	1	1
K (mg/kg)	22	16	30	28
Ca (cmol/kg)	0.3	0.1	0.3	0.2
Mg (cmol/kg)	0.1	0.1	0.1	0.1
Al (cmol/kg)	1.0	0.4	0.5	0.3
Al + H (cmol/kg)	5.6	3.9	4.5	3.2
S (cmol/kg)	0.4	0.2	0.5	0.4
t (cmol/kg)	1.4	0.6	1.0	0.7
T (cmol/kg)	6.0	4.1	5.0	3.6
m (%)	71	67	50	43
V (%)	7	5	10	11
M.O. (g/kg) ^a	32 (42)	25	31 (42)	28

a. Teores médios de M.O. de todos os tratamentos que envolvem melhoramentos com introdução de gramíneas exóticas após o término do experimento.

Cambissolo e 1.42 t/ha no Latossolo variação Una) e adubação (100 kg/ha de P_2O_5 e 45 kg/ha de K_2O), sendo o N aplicado em cobertura (40 kg/ha). O índice de cobertura vegetal foi avaliado usando-se a escala de Braun-Blanquet, citada por Goldsmith e Harrison (1976). A dimensão da unidade de amostragem de 0.5 x 0.5 m (0.25 m²), com oito repetições por parcela. Foram feitas amostragens em quatro épocas distintas, 15/06/92 (época 1), 11/09/92 (época 2), 17/02/93 (época 3) e 25/10/93 (época 4), que correspondem a 154, 273, 433 e 682 dias após o plantio.

As perdas de solo foram quantificadas sob condições de chuva natural, através da determinação de mudanças de nível da superfície do solo, utilizando-se pinos de metal de 20 cm de comprimento, cravados no solo até a profundidade de 15 cm, em 25 pontos da parcela (bloco situado mais a montante). As leituras foram feitas diretamente nos pinos, com aproximação de 1 mm, sendo a perda de solo estimada pela expressão:

$$P = h.A.Ds \quad (1)$$

Onde:

P é a perda de solo (t/ha), h é a média da alteração de nível da superfície do solo, medida nos pinos (m), A é a área considerada (10,000 m²) e Ds é a densidade do solo (t/m³).

As tolerâncias de perdas de solo por erosão admissíveis para os solos estudados foram estimadas segundo método proposto por Lombardi Neto e Bertoni (1975), modificado por Galindo e Margolis (1989), baseado na profundidade efetiva do solo, na relação textural entre os horizontes subsuperficial e superficial, no teor de matéria orgânica e na permeabilidade.

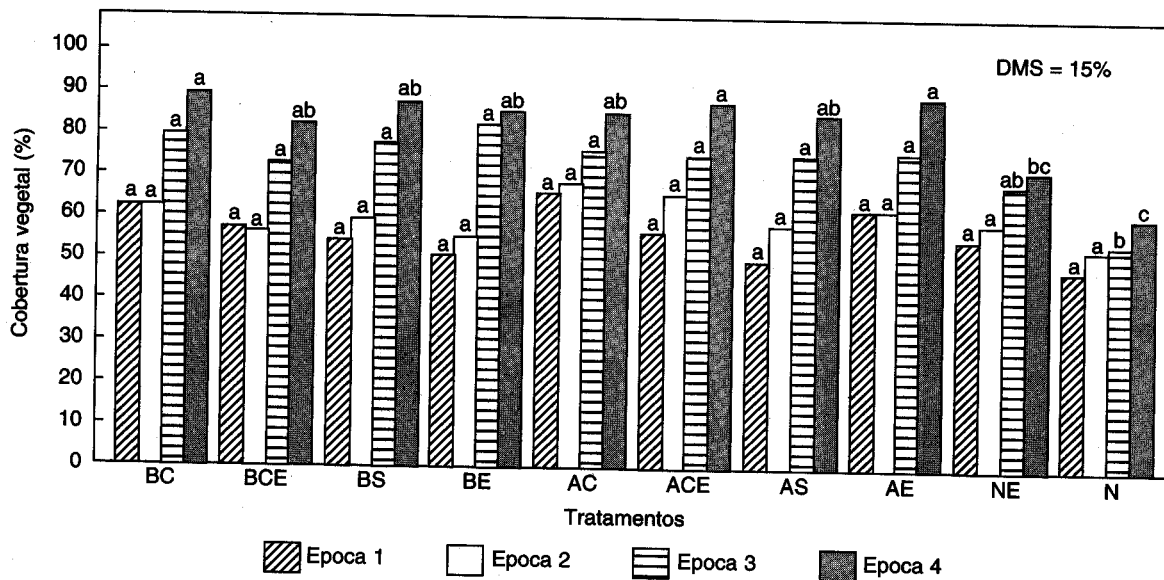
Utilizou-se delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições. Os dados de cobertura vegetal foram submetidos à análise de variância e, em seguida, realizou-se a análise de regressão linear simples. Aplicou-se o teste de Tukey para comparação de médias das variáveis a 5% de significância.

Resultados e discussão

Nas Figuras 1 e 2 observa-se a porcentagem de cobertura vegetal para os diversos sistemas de melhoramento de pastagens nativas e épocas de avaliação. No Cambissolo, nas duas primeiras épocas de avaliação não houve efeito dos tratamentos em relação à cobertura vegetal e nas duas últimas avaliações em todos os tratamentos, com exceção do tratamento NE, foram superiores ao tratamento N. No Latossolo, os tratamentos BC, BS, AC e ACE na segunda época e todos os tratamentos nas duas últimas avaliações foram superiores ao tratamento N. Houve um aumento da cobertura vegetal, concomitantemente com o aumento das participações das forrageiras introduzidas (Bono, 1994), indicando que estas espécies apresentam uma maior capacidade de cobertura vegetal do solo em relação às forrageiras nativas. No Cambissolo, nas duas últimas avaliações os sistemas com *A. gayanus* apresentaram coberturas semelhantes aos sistemas com *B. brizantha*.

As correlações simples entre cobertura vegetal e perdas de solo foram negativas ($r = -0.85$ e $r = -0.75$, respectivamente para o Latossolo e Cambissolo) e significativas ($p < 0.05$), e indicam que a melhoria da cobertura vegetal é uma prática eficiente no controle da erosão, principalmente no Latossolo. Observa-se também que os sistemas de melhoramento apresentaram porcentagem de cobertura vegetal superior à pastagem nativa para ambos os solos Figuras 1 e 2). Tanto no Cambissolo como no Latossolo houve uma tendência do efeito benéfico da escarificação, calagem e adubação (tratamentos NE versus N).

Na Figura 3 observa-se as perdas de solo para os vários sistemas de melhoramento das pastagens e solos estudados. Os maiores valores de perdas de solo



Tratamentos: BC = *Brachiaria brizantha* cv. Marandú em covas, BCE = *B. brizantha* em covas com escarificação entre covas, BS = *B. brizantha* em sulcos, BE = *B. brizantha* a lanço com escarificação na parcela toda, AC = *Andropogon gayanus* cv. Planaltina em covas, ACE = *A. gayanus* em covas com escarificação entre covas, AS = *A. gayanus* em sulcos, AE = *A. gayanus* a lanço com escarificação na parcela toda, NE = pastagem nativa com escarificação na parcela toda e N = pastagem nativa sem preparo nenhum.

Figura 1. Cobertura vegetal nos diversos sistemas de melhoramento de pastagens nativas, em quatro épocas de avaliação no Cambissolo. (Valores seguidos pela mesma letra entre tratamentos, dentro de cada época, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.)

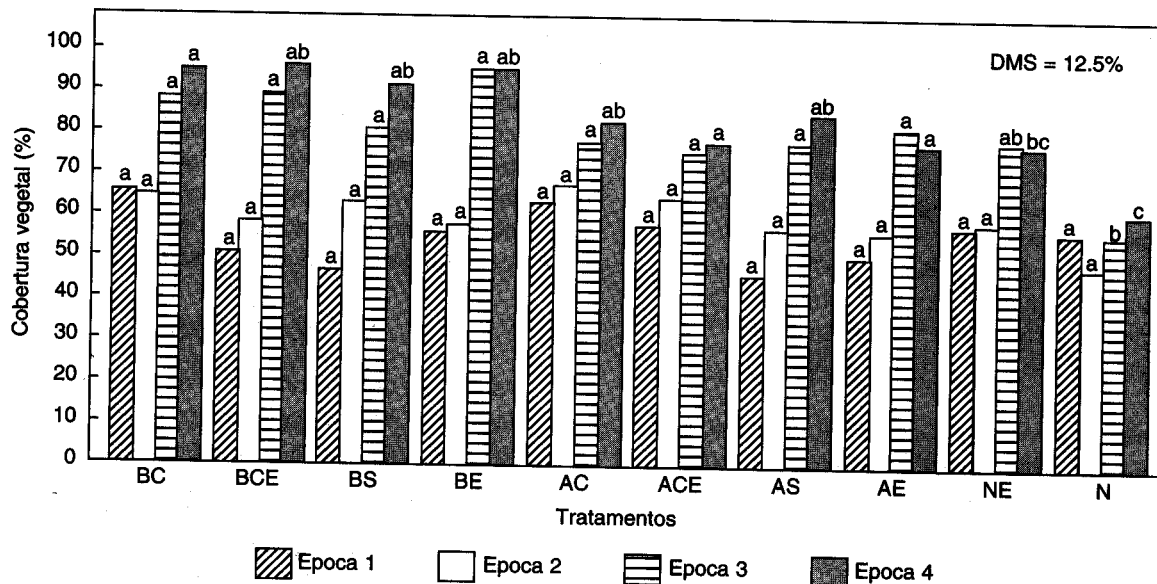


Figura 2. Cobertura vegetal nos diversos sistemas de melhoramento de pastagens nativas, em quatro épocas de avaliação no Latossolo variação Unia. (Valores seguidos pela mesma letra entre tratamentos, dentro de cada época, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.) Os tratamentos aparecem na Figura 1.

foram consistentemente registrados no Cambissolo; estes resultados estão relacionados com as piores propriedades físicas deste solo, tais como: declividade acentuada, baixa macroporosidade, conseqüentemente, baixa permeabilidade (Tabela 2) e encrostamento

(impermeabilização superficial) pronunciado conforme observações de campo (Santos, 1993), condicionando um processo erosivo mais intenso (Curi, 1991; Curi et al., 1994; Lemos e Lutz, 1957; Resende, 1985; Resende et al., 1992).

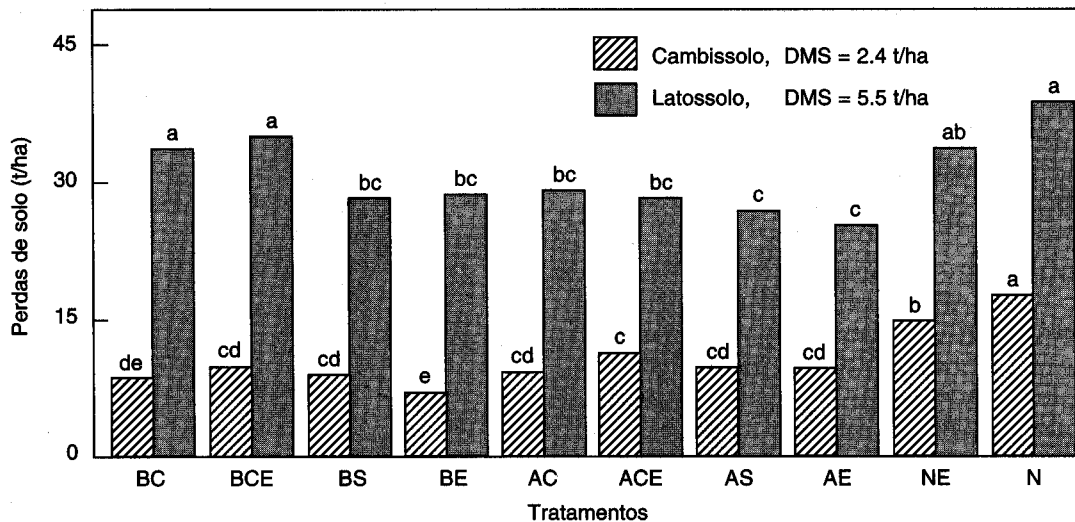


Figura 3. Perdas de solo nos diversos sistemas de melhoramento de pastagens nativas, em Cambissolo e Latossolo variação Una. (Valores seguidos pela mesma letra entre tratamentos, dentro de cada solo, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância). Os tratamentos aparecem na Figura 1.

No Latossolo, os sistemas de melhoramento de pastagens nativas com *B. brizantha* (BC, BCE, BS e BE), apresentaram os valores mais baixos de perdas, registrando-se no tratamento BE a menor perda de solo, possivelmente devido à escarificação, calagem e adubação na parcela toda, confirmado também, no Cambissolo pelo tratamento AE, onde registrou-se a menor perda de solo por erosão.

Os teores de M.O. (Tabela 2) apresentou um aumento na segunda época (após o estabelecimento das forrageiras exóticas) em relação a primeira época de amostragem (solo sob pastagem nativa) para ambos os solos. Estes resultados corroboram com os resultados obtidos por Souza e Cogo (1978) e Cerri (1989), que verificaram aumento nos teores de MO do solo na camada superficial pela incorporação de resíduos orgânicos das forrageiras cultivadas.

As perdas de solo variaram de 18.0 (tratamento N) a 6.8 t/ha por ano (tratamento BE) no Latossolo e de 39.7 (tratamento N) a 24.4 t/ha por ano (tratamento BC) no Cambissolo. Visando a obtenção de um referencial, foi estimada a tolerância de perdas por erosão admissíveis nos solos estudados com base na profundidade efetiva do solo (145 cm no Latossolo e 91 cm no Cambissolo), na relação textural entre os horizontes subsuperficial e superficial (Tabela 2), no teor de matéria orgânica (Tabela 1) e na permeabilidade e densidade do solo (Tabela 2). No Latossolo as perdas de solo para os sistemas de pastagens melhoradas, com introdução de espécies exóticas, não atingiram o limite máximo tolerável (10.8 t/ha por ano); já nos tratamentos NE e N as perdas superaram este limite. Por outro lado, o

Cambissolo apresentou perdas bem acima do limite máximo tolerável (3.3 t/ha por ano), indicando que os sistemas introduzidos de melhoramento dessas pastagens nativas analisadas neste estudo não foram eficientes para a redução das perdas de solo a limites toleráveis em termos de sustentabilidade destas pastagens.

A redução das perdas de solo por erosão é necessária, tendo em vista danos causados por este processo, que podem ser verificados no Cambissolo, onde apesar da maior disponibilidade de P, Ca e Mg, e pH mais elevado, obteve-se uma produção de matéria seca inferior à do Latossolo (Bono, 1994), dando uma idéia do prejuízo causado pela erosão.

Conclusões

- Os sistemas de melhoramento de pastagens nativas com *Andropogon gayanus* no Cambissolo e *Brachiaria brizantha* no Latossolo, com escarificação, calagem e adubação na parcela toda, constituíram-se nos melhores sistemas de melhoramento destas pastagens.
- No Cambissolo, a melhoria da cobertura vegetal, dentro do período estudado, não foi suficiente para reduzir as perdas de solo por erosão aos limites toleráveis de sustentabilidade.

Resumen

El estado de Minas Gerais, Brasil, se destaca por la producción de leche, siendo ésta también la principal actividad económica en la región de Campos da

Mantiqueira. No obstante, la baja calidad y productividad de las pasturas nativas, además de los períodos secos prolongados, la baja cobertura vegetal de los suelos (Cambisoles y Latosoles) y sus limitaciones físicas, favorecen las pérdidas de éstos por erosión. En este estudio se evaluó el potencial de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú y *Andropogon gayanus* cv. Planaltina para reducir la erosión de los suelos. Los resultados indican que el mejoramiento de las pasturas nativas con la introducción de *A. gayanus* en un Cambisol y *B. brizantha* en un Latosol, mediante escarificación, aplicación de cal y fertilización dan buenos resultados en el desarrollo de estas pasturas. En el Cambisol, la mejor cobertura vegetal durante el período de estudio no fue suficiente para reducir las pérdidas por erosión hasta límites considerados tolerables dentro del concepto de sostenibilidad.

Summary

The Brazilian state of Minas Gerais is well-known for its milk production, which is also the main economic activity in the region of Campos da Mantiqueira, despite the low quality and productivity of native pastures, the prolonged dry periods, the low soil mulch, and other physical limitations of these soils (Cambisols and Latosols) that favor erosion. Therefore the potential of *Brachiaria brizantha* cv. Marandú and *Andropogon gayanus* cv. Planaltina to reduce soil erosion was assessed. The improvement of native pastures by introducing *A. gayanus* in Cambisols and *B. brizantha* in Latosols, soil scarification, and application of lime and fertilizers gave good results regarding pasture development. But in the Cambisol, even the best soil mulch achieved throughout the study was not sufficient to reduce soil losses caused by erosion to limits considered admissible within the concept of sustainability.

Referências

Almeida, S. P. de; Silva, J. C. 1989. Influência do fogo sobre aspectos fenológicos de gramíneas nativas do cerrado. Pesquisa em Andamento. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC), Planaltina. 3 p.

Antunes, F. Z. 1986. Caracterização climática do estado de Minas Gerais. Informe Agropecuário (Belo Horizonte)12:9-13.

Blake, G. R. e Hartge, K. H. 1986a. Bulk density. En: Klute, A. (ed.). Methods of soil analysis. 2a. ed. American Society of Agronomy. Madison, E. U. v. 1, p. 363-375.

_____ e _____. 1986b. Particle density. En: Klute, A. (ed.). Methods of soil analysis. 2a. ed. American Society of Agronomy, Madison, E. U. v. 1, p. 377-382.

Bono, J. A. M. 1994. Sistemas de melhoramento de pastagens nativas visando aumento de produtividade e conservação do solo. Dissertação - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas. Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), Brasil. 95 p.

Botrel, M. A.; Alvim, M. J.; e Mozzer, O. L. 1987. Avaliação agrônômica de gramíneas forrageiras sob pastejo. Pesqui. Agropecu. Bras. 22:1019-1025.

Cerri, C. C. 1989. Dinâmica da matéria orgânica em solos de pastagens. En: Simpósio sobre Ecossistema de Pastagens. Anais. FUNEP, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. p. 135-147.

Clarkson, D. T. 1985. Adaptação morfológicas e fisiológicas das plantas a ambientes de baixa fertilidade. En: Simpósio sobre reciclagem de nutrientes e agricultura de baixos insumos nos trópicos. Anais. CEPLAC, Ilhéus, Brasil. p. 168.

Costa Jr., M. A. 1985. A pecuária leiteira no Brasil e em Minas Gerais. Belo Horizonte, Brasil. s.p.

Costa, N. L.; Oliveira, J. R. C.; e Gonçalves, C. A. 1989. Avaliação agrônômica de gramíneas forrageiras em Rondônia, Brasil. Pasturas Trop. 11:21-24.

Curi, N. 1991. Relações solo-pastagens na região dos Campos das Vertentes (MG). Lavras, Minas Gerais, Brasil. 24 p. (Relatório apresentado a EMBRAPA-CNPGL.)

_____; Chagas, C. S.; e Giarola, N. F. 1994. Distinção de ambientes agrícolas e relação solo-pastagens nos Campos da Mantiqueira (MG). En: Evangelista, A. R.; Carvalho, M. M. de; e Curi, N. (eds.). Desenvolvimento de pastagens na zona fisiográfica Campos das Vertentes, MG: Reunião de trabalho sobre pastagens nativas e desenvolvimento de pastagens na zona fisiográfica Campos das Vertentes. ESAL/EMBRAPA, Lavras, Brasil. p. 21-43.

Danielson, R. E. e Sutherland, P. L. 1986. Porosity. En: Klute, A. (ed.). Methods of soil analysis. 2a. ed. American Society of Agronomy, Madison, E. U. v. 1, p. 443-461.

Day, P. R. 1965. Particle fractionation and particle-size analysis. En: Black, C. A. (ed.). Methods of soil analysis. American Society of Agronomy, Madison, E. U. v. 1, p. 545-566.

Dedecek, R. A. 1989. Coberturas permanentes do solo na erosão sob condições de cerrados. Pesqui. Agropecu. Bras. 24(4):483-438.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). 1979. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solo. Manual de métodos de análise do solo. Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro. s.p.

FIBGE (Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). 1982. Produção da pecuária municipal: Região sudeste. Rio de Janeiro, v. 9, s.p.

- Galindo, I. C. de L. e Margolis, E. 1989. Tolerância de perdas por erosão para solos do estado de Pernambuco. *Rev. Bras. Cienc. Solo* 13(1):95-100.
- Goldsmith, F. B. e Harrison, C. M. 1976. Description and analysis of vegetation. En: Chapman, S. B. (ed.). *Methods in plant ecology*. John Wiley Sons, Nueva York, E. U. p. 85-155.
- Greenland, D. J. 1971. Changes in the nitrogen status and condition of soils under pasture with special reference to the maintenance of the fertility of Australian soils used for growing wheat. *Soil and Fertilizers* 34:237-250.
- Grohmann, F. 1960. Distribuição do tamanho de poros em três tipos de solo do estado de São Paulo. *Bragantia* 19(21):319-328.
- Kay, B. D. 1990. Rates of change in soil structure under different cropping systems. *Adv. Soil Sci.* 12:1-52.
- Lemos, P. O. e Lutz, J. F. 1957. Soil crusting and some factors affecting it. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 12(6):485-491.
- Lima, J. M.; Curi, N.; Resende, M.; e Santana, D. P. 1990. Dispersão do material de solo em água para avaliação indireta da erodibilidade de latossolos. *Rev. Bras. Cienc. Solo* 14(1):85-90.
- Lombardi Neto, F. e Bertoni, J. 1975. Erodibilidade de solos paulistas. *Bol. Tec. no. 27*. Instituto Agronômico, Campinas, Brasil. 12 p.
- Lonergan, J. F. 1978. The physiology of plant tolerance to low phosphorus availability. En: Lonergan, J. F. *Crop tolerance to suboptimal land conditions*. (Special publication, 32). ASA Madison. p. 329-343.
- Mielniczuk, J. e Schneider, P. 1983. Aspectos sócio-econômicos do manejo de solos no sul do Brasil. En: 1 Simpósio de conservação do solo, e 3 simpósio de conservação, Anais, Passo Fundo. p. 2-19.
- Resende, J. C. 1985. Aplicação dos conhecimentos pedológicos à conservação de solo. *Informe Agropecuário* 11(128):3-18.
- _____ e Pereira, J. R. 1994. Região Campos da Vertentes aspectos geográficos e sócio-econômicos da região e potencialidades para a produção de leite. En: Evangelista, A. R.; Carvalho, M. M. de; e Curi, N. (eds.). *Desenvolvimento de pastagens na zona fisiográfica Campos das Vertentes, MG: Reunião de trabalho sobre pastagens nativas e desenvolvimento de pastagens para o gado de leite na zona dos Campos das Vertentes*. ESAL/EMBRAPA-CNPGL, Lavras, Brasil. p. 1-20.
- _____; Carvalho Filho, A.; e Lani, J. L. 1992. Caracterização do solo e da paisagem que influenciam à susceptibilidade a erosão. En: *Simpósio sobre manejo e conservação do solo no Cerrado*. Anais. Fundação Cargil, Campinas, Brasil. p. 32-67.
- Rocha, G. L. 1986. Perspectivas e problemas de adubação de pastagens no Brasil. En: 1 Simpósio sobre calagem e adubação de pastagens, Nova Odessa, Anais. Potafos, Piracicaba, Brasil. p. 1-29.
- Santos, C. A. dos; Estermann, P.; e Estermann, A. 1980. Aproveitamento da pastagem nativa no Cerrado. En: 5 Simpósio sobre Cerrado: uso e manejo. Anais. Editerra, Brasília, Brasil. p. 421-434.
- Santos, D. 1993. Perdas de solo e produtividade de pastagens nativas e melhoradas sob diferentes práticas de manejo em Cambissolo distrófico (epialco) dos Campos da Mantiqueira (MG). *Dissertação - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas*. Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), Brasil. 99 p.
- Souza, L. S. e Cogo, N. P. 1978. Caracterização física em solo da unidade de mapeamento São Jerônimo (Paleudult), em três sistemas de manejo. *Rev. Bras. Cienc. Solo* 2:170-175.
- Souza Filho, A. P.; Meirelles, P. R.; e Mochiutti, S. 1992. Desempenho agrônomo de gramíneas forrageiras em condições de campo cerrado do Amapá, Brasil. *Pasturas Trop.* 14(1):17-21.
- Spain, J. M. e Salinas, J. G. 1985. A reciclagem de nutrientes nas pastagens tropicais. En: 16 Reunião brasileira de fertilidade do solo. Anais. CEPLAC/SBCS, Ilhéus, Brasil. p. 259-292.
- Tisdall, J. M. e Oades, J. M. 1982. Organic matter and water-stable aggregation in soils. *Soil Sci.* 33:141-163.
- Vettori, L. 1969. Métodos de análises do solo. *Bol. Téc. no. 7*. Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro, Brasil. 24 p.