



Modelagem da proteção do solo por plantas de cobertura no sul de Minas Gerais¹

Modeling of soil protection by cover crops in southern Minas Gerais, Brazil

**Diego Antonio França de Freitas^{2*}, Marx Leandro Naves Silva³, Nilmar Eduardo Arbex de Castro⁴,
Dione Pereira Cardoso⁵, Adriana Cristina Dias⁶ e Gabriel José de Carvalho⁷**

Resumo - A cobertura do solo é o fator de maior importância relativa no controle da erosão hídrica. Assim, objetivou-se no presente estudo elaborar a modelagem da cobertura vegetal de vinte e quatro plantas de cobertura, em diversos sistemas de plantio e históricos de uso, com potencial para cultivo no Sul de Minas Gerais. Para avaliação da cobertura vegetal foram realizadas avaliações no campo utilizando uma régua de classificação da cobertura vegetal, sendo o delineamento experimental inteiramente casualizado, com três repetições, utilizado neste experimento. As plantas cultivadas sobre a palhada de feijão irrigado apresentaram alto índice de cobertura do solo, o que pode estar relacionado à maior disponibilidade de nutrientes deixado por esta cultura na palhada e a maior reserva de água no solo, promovido pela irrigação do feijão. O milho cultivado em nível e sobre a palhada de milho e feijão-de-porco apresentou o menor índice de cobertura entre as plantas testadas. Na região sul de Minas Gerais os padrões de chuvas ocorrem em maior quantidade nos períodos de outubro a março, com elevação em dezembro e janeiro. Neste período o solo deve estar protegido do impacto da gota de chuva, pois o risco de erosão hídrica é maior. Assim, a utilização das plantas de cobertura é de grande importância, pois estas protegem o solo do impacto direto das gotas de chuvas e diminuem os picos de temperatura do solo, sendo que estas devem ser cultivadas, preferencialmente, sobre a palhada de feijão.

Palavras-Chave - Índice de cobertura vegetal. Erosão hídrica. Sustentabilidade. Chuvas intensas.

Abstract - The ground cover is the most important factor relative to control erosion. Thus, the objective of this study was to develop a model plant cover for 24 cover crops used in several cropping systems and historical use, with potential for cultivation in southern Minas Gerais State, Brazil. To evaluate the vegetation cover field assessments using the strip land cover classification. A completely randomized design with three replications was used in this experiment. Plants grown on irrigated bean straw demonstrated a high rate of soil cover, which may be related to the increased availability of nutrients left by this culture in the straw and the largest water reserve in the soil, promoted by irrigation of beans. The level and millet grown on the millet straw and jack-bean had the lowest rate of coverage among the plants valued. In the region southern of Minas Gerais, the precipitation pattern is predominant during October to March, with an increase in December and January. In this period the soil should be protected from raindrop impact, because the risk of erosion is greater. Thus, the use of cover crops is of great importance, because they protect the soil from direct impact of raindrops and reduce temperature peaks of the soil, since they must be grown, preferably on the bean straw.

Key words - Index of vegetation cover. Water erosion. Sustainability. Heavy rains.

*Autor para correspondência

¹Recebido para publicação em 27/03/2012 e aprovado em 24/08/2012.

²Doutorando em Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras-UFLA, Lavras-MG, Departamento de Ciência do Solo, Lavras-MG, diego_ufla@yahoo.com.br

³Professor Associado IV do Departamento de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras-UFLA, Lavras-MG, marx@dcs.ufla.br

⁴Pesquisador Convocado, Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais-Epamig, Lavras-MG, nilmar.arbex@r7.com.br

⁵Pós-doutorando, Universidade Federal do Tocantins-UFT, Gurupi-TO, cardoso.dione@gmail.com

⁶Mestranda em Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras-UFLA, Lavras-MG, acd@dcs.ufla.br

⁷Professor Associado do Departamento de Agricultura, Universidade Federal de Lavras-UFLA, Lavras-MG, gab@dag.ufla.br

Introdução

O processo erosivo é um fator determinante na degradação dos solos, por ocasionar diversos problemas ambientais, sendo a erosão hídrica a de maior importância nas regiões tropicais. A erosão do solo se caracteriza pela remoção de material superficial, conduzindo ao empobrecimento do solo e em situações extremas à desertificação (LOBATO *et al.*, 2009). A perda de solo por erosão hídrica pode ser influenciada quantitativamente pela intensificação do uso e manejo do solo, sendo que a maioria das operações agrícolas utilizadas atualmente revolve e expõe superfície do solo à ação das chuvas e consequentemente à erosão do solo (SOUZA *et al.*, 2010; FREITAS *et al.*, 2012).

A utilização de plantas de cobertura, também conhecidos como adubos verdes, é uma importante prática conservacionista do solo, pois visa mitigar os efeitos da erosão hídrica. A cobertura destas plantas atua interceptando as gotas da chuva e diminuindo a energia cinética destas ao atingir o solo. Sendo que nas áreas tropicais a erosão provocada pelo impacto das gotas de chuva é o primeiro fator responsável pelo início do processo erosivo, quanto maior for a proporção da interceptação pelas folhas, menor será a taxa de erosão (STOCKING, 1985). Estas plantas, após ser incorporada ao solo, ainda possuem a capacidade de reduzir o processo erosivo, servindo como barreira física ao escoamento superficial.

Segundo Barreto *et al.* (2010) e Lopes *et al.* (2011), vários modelos que estimam a perda de solo necessitam da determinação da cobertura vegetal, sendo que os mais utilizados no Brasil são o de Wischmeier e Smith (1958) e Stocking (1985). Esses modelos permitem o monitoramento da cobertura gerada pela cultura a ser avaliada, do início do plantio até a colheita, podendo ser identificado o período de máxima e mínima cobertura do solo proporcionado pela cultura em questão (SOUZA *et al.*, 2010).

Conhecer os fatores que envolvem e determinam a ocorrência dos processos erosivos é de fundamental importância para o planejamento e implantação de métodos conservacionistas.

Portanto, objetivou-se com o presente estudo determinar a modelagem do índice de proteção do solo, visando verificar a eficiência da cobertura vegetal no período de chuvas intensas para a região Sul de Minas Gerais.

Material e métodos

O experimento foi realizado durante o período de 2007 a 2011 no Campus da Universidade Federal de Lavras – UFLA, região Sul do Estado de Minas Gerais, nas coordenadas 21°14' de latitude Sul e 45°00' de longitude Oeste. O clima da região, segundo a classificação climática de Köppen, é Cwa, temperado chuvoso (mesotérmico) com inverno seco, subtropical, temperatura média anual é de 19,4°C e do mês mais quente maior que 22°C (DANTAS *et al.*, 2007). A altitude média da área é de 918 m, com precipitação média anual de 1.529,7 mm. O solo no local do experimento é um Argissolo Vermelho-Amarelo distroférico (EMBRAPA, 2006), em relevo plano-ondulado.

A análise do solo foi realizada antes da instalação do experimento (Tabela 1), seguindo a metodologia da Embrapa (1997).

As plantas de cobertura utilizadas foram a crotalaria (*Crotalaria juncea*), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), milheto (*Pennisetum glaucum*) e feijão-guandu (*Cajanus cajan*), sendo conduzidas em vinte e quatro sistemas de cultivo, em diversos históricos de uso da área, com potencial de cultivo para a região Sul de Minas Gerais. Os plantios foram realizados manualmente em sulcos e na mesma área, sem correção da acidez e fertilidade, em áreas limpas através de capina manual e sem revolvimento do solo para semeadura. As parcelas apresentavam comprimento de 12 por 4 m, com a maior dimensão no sentido do declive, sendo que um metro de cada lado foi desconsiderado na determinação da área útil, que foi de 20 m². Todos os sistemas de consórcio ocorreram entre as linhas. As características do espaçamento, forma de plantio e histórico de uso do solo onde foram cultivadas as plantas de cobertura, nos diversos arranjos, são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 1 - Resultados da análise química do solo antes da instalação do experimento

Profundidade	Atributos químicos do solo												
	pH	P	K	Ca	Mg	Al	H + Al	SB	t	T	V	MO	P-rem
	mg dm ⁻³			cmol _c dm ⁻³						%		g kg ⁻¹	mg L ⁻¹
0 - 20 cm	5,4	2,8	76,0	1,8	0,5	0,0	3,2	2,5	2,5	5,7	43,8	24	22,3

pH: Relação 1:2,5, em água; P e K – extrator Mehlich 1; Ca, Mg e Al – Extrator KCl (1 mol L⁻¹); H + Al - Extrator SMP; SB = Soma de Bases Trocáveis; (t) = Capacidade de Troca Catiônica Efetiva; (T) = Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; V - Índice de Saturação de Bases; m = Índice de Saturação de Alumínio; MO = matéria orgânica (oxidação: Na₂Cr₂O₇, 4N + H₂SO₄ 10N; P-rem = Fósforo Remanescente; e atributos químicos da profundidade de 0-20 cm.

Tabela 2 - Plantas de cobertura utilizadas, formas de cultivo e histórico de uso do solo

Sigla	Nome comum	Espaçamento entre linhas (cm)	Plantio	Histórico de uso
C1	Crotalária	25	D	Após pastagem de <i>Brachiaria decumbens</i>
C2	Crotalária	50	D	Após pastagem de <i>Brachiaria decumbens</i>
Fp1	Feijão-de-porco	25	D	Após pastagem de <i>Brachiaria decumbens</i>
Fp2	Feijão-de-porco	50	D	Após pastagem de <i>Brachiaria decumbens</i>
M1	Milheto	25	D	Após pastagem de <i>Brachiaria decumbens</i>
M2	Milheto	50	D	Após pastagem de <i>Brachiaria decumbens</i>
M+C1	Milheto+Crotalária	50	D	Após crotalária
M3	Milheto	50	D	Após crotalária
Fp3	Feijão-de-porco	50	D	Após feijão-de-porco
Fg1	Feijão-guandu	50	D	Após feijão-de-porco
M+Fg1	Milheto+Feijão-guandu	50	D	Após milho
C3	Crotalária	50	D	Após milho
M+C2	Milheto+Crotalária	50	D	Após feijão irrigado
M4	Milheto	50	D	Após feijão irrigado
Fp4	Feijão-de-porco	50	D	Após feijão irrigado
Fg2	Feijão-guandu	50	D	Após feijão irrigado
M+Fg2	Milheto+Feijão-guandu	50	D	Após feijão irrigado
C4	Crotalária	50	D	Após feijão irrigado
Fg3	Feijão-guandu	50	N	Após milho e crotalária
Fg4	Feijão-guandu	50	D	Após milho
Fp5	Feijão-de-porco	50	N	Após feijão-de-porco
Fp6	Feijão-de-porco	50	D	Após feijão guandu
M5	Milheto	50	N	Após milho e feijão-de-porco
M6	Milheto	50	D	Após crotalária

D= Plantio no sentido da declividade do terreno; N= Plantio em nível

Para avaliação da cobertura vegetal (CV) foi utilizada a metodologia descrita por Stocking (1988), na qual o observador mira verticalmente por um par de orifícios situados nas barras superiores do aparelho. Quando o solo observado é desnudo ou com restos de vegetação, registra-se “0”. Caso o campo de visão seja parcialmente coberto por vegetação registra-se “0,5”. E se a vegetação for visualizada, registra-se “1”. As leituras foram realizadas transversalmente às linhas de plantio e de forma aleatória nas parcelas das plantas de cobertura a cada 10 dias após a semeadura e continuaram ao longo do desenvolvimento das culturas. Para a avaliação da CV foi utilizada a equação 1:

$$CV(\%) = (\text{Soma das leituras} / \text{Número de leituras}) \times 100 \quad (1)$$

Os tratamentos compostos pelos 24 sistemas de cultivo foram dispostos em delineamento inteiramente

casualizado com três repetições. Os resultados do índice de cobertura (IC) foram submetidos à análise de variância, sendo realizadas comparações múltiplas das médias pelo teste de Scott-Knott a 5%, utilizando o programa SISVAR (FERREIRA, 2000). Foram ajustados modelos entre IC para cada planta de cobertura e com interseção em zero.

Resultados e discussão

O índice de cobertura (IC) das plantas (Tabela 3), nos diferentes sistemas de cultivo, apresentou alta amplitude, com valores médios variando de 19,7 a 82,2% de cobertura do solo, para o M5 (milheto cultivado em nível sobre a palhada de milho e feijão-de-porco) e para o C2 (crotalária cultivada no sentido do declive e após pastagem de *Brachiaria decumbens*). Esta alta amplitude

do IC era esperada, mesmo o solo sendo o mesmo, pois as espécies apresentam diferentes hábitos de crescimento e foram cultivadas sobre resíduos variados.

Os cultivos de C2, M2, Fp3 e Fp4 apresentaram os maiores IC médios (Tabela 3), com valores acima de 77,6 %, constituindo características desejáveis com relação à proteção do solo contra o impacto direto das gotas de água da chuva. As demais plantas de cobertura, apesar de diferirem estatisticamente dessas citadas, apresentaram cobertura vegetal satisfatória, com exceção da M5, que apresentou IC de 19,7 % e ficou abaixo do valor considerado satisfatório para sistemas tidos como conservacionistas e que devem apresentar IC do solo superiores a 30% (LOPES *et al.*, 1987).

Quanto aos valores máximos do IC, todas as plantas cultivadas sobre a palhada de feijão irrigado apresentaram alta cobertura vegetal (Tabela 3), o que

pode estar relacionado à maior reserva de água no solo, promovida pela irrigação do feijão. Assim, as plantas de cobertura cultivadas após este sistema apresentaram maior crescimento e proteção do solo contra o impacto direto das gotas de chuva. Deve-se acrescentar que após o cultivo do feijão é importante a semeadura de espécies que produzam quantidade expressiva de palha, em função desta cultura deixar pouca palhada após a colheita.

A utilização de leguminosas para a produção de palha constitui manejo favorável ao aumento do teor e à disponibilidade de N nos solos, com o inconveniente de sua rápida decomposição, o que propicia ao solo pouca cobertura (LOPES *et al.*, 2004). Assim, o cultivo das plantas de cobertura sobre a palhada do feijão ajuda a reduzir a erosão do solo, visto que esse é utilizado como fonte de renda para o produtor e a planta de cobertura sobre a sua palhada apresenta alto índice de cobertura

Tabela 3 - Plantas de cobertura avaliadas, modelos para a estimativa do índice de cobertura vegetal (CV) em função dos dias (D), valores de R² dos modelos e índices de cobertura médios e máximos

Símbolo	Modelo Quadrático	R ²	IC médio*	IC máximo
C1	CV= -0,0133D ² +1,6817D+2,23	0,86	42,3 e	71,0 c
C2	CV= -0,0118D ² +2,1524D-1,3309	0,97	82,2 a	100,0 a
Fp1	CV= -0,0107D ² +1,5267D+9,9067	0,85	55,4 d	71,0 c
Fp2	CV= -0,0104D ² +1,4725D+8,7954	0,84	52,2 d	68,4 c
M1	CV= -0,0126D ² +1,645D-1,9405	0,80	39,4 e	69,3 c
M2	CV= -0,0119D ² + 2,1629D - 4,463	0,94	79,0 a	100,0 a
M+C1	CV= -0,0137D ² +1,9779D-14,956	0,79	42,3 e	70,2 c
M3	CV= -0,0136D ² +1,8994D-7,6064	0,74	45,2 e	83,3 b
Fp3	CV= -0,0113D ² +2,0429D+4,1605	0,93	77,6 a	100,0 a
Fg1	CV= -0,0041D ² +1,4388D-2,341	0,93	64,5 c	100,0 a
M+Fg1	CV= -0,0115D ² +1,9736D-3,6276	0,85	64,1 c	97,4 a
C3	CV= -0,0054D ² +1,5421D-6,2938	0,94	60,8 c	95,6 a
M+C2	CV= -0,0184D ² +2,373D-2,9553	0,91	67,2 c	93,9 a
M4	CV= -0,0213D ² +2,6449D-5,4626	0,90	70,0 c	95,6 a
Fp4	CV= -0,015D ² +2,4281D-0,6786	0,97	81,0 a	96,5 a
Fg2	CV= -0,0096D ² +1,7393D-6,1602	0,91	71,8 b	100,0 a
M+Fg2	CV= -0,015D ² +2,1874D-4,78	0,89	73,2 b	97,4 a
C4	CV= -0,0206D ² +2,3305D-4,1164	0,95	61,1 c	93,9 a
Fg3	CV= 0,0002D ² +0,6413D-0,7813	0,99	43,6 e	81,6 b
Fg4	CV= 0,0008D ² +0,5454D+1,6544	0,97	44,6 e	83,3 b
Fp5	CV= -0,0083D ² +1,4854D-2,1184	0,89	50,0 d	67,5 c
Fp6	CV= -0,0065D ² +1,2448D-3,874	0,93	41,9 e	64,0 c
M5	CV= -0,0029D ² +0,5824D-2,8463	0,91	19,7 g	30,7 e
M6	CV= -0,0051D ² +0,9838D-6,5109	0,86	30,0 f	53,5 d

*-médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%.

(Tabela 3) e protege o solo da intensa degradação proporcionada pelos agentes erosivos.

O cultivo de leguminosas anterior ou como planta de cobertura pode contribuir para a ciclagem de nutrientes do solo, sobretudo de camadas mais profundas, com a dinâmica de decomposição e de liberação de nutrientes para a cultura, bem como a capacidade de fixação biológica de N₂ (OLIVEIRA *et al.*, 2002; GIACOMINI *et al.*, 2003). Barbosa *et al.* (2011) observaram que a crotalária apresentou uma taxa de recobrimento do solo com decréscimo linear ao longo das épocas de amostragem, devido esta espécie apresentar baixa relação C/N.

Os cultivos de milho, sobre palhada de milho e feijão-de-porco (M5) e de crotalária (M6), em nível ou no sentido do declive, respectivamente, foram os sistemas que apresentaram a menor proteção do solo contra a erosão, com valores médios de cobertura do solo de 19,7 e 30,0% e valores máximos de 30,7 e 53,5 %, respectivamente (Tabela 3). A principal causa do baixo índice de cobertura para o milho está relacionada ao hábito de crescimento ereto desta cultura e a forma de distribuição das folhas, que protegem pouco o solo do impacto das gotas de chuva. Barbosa *et al.* (2011) observaram uma elevada resistência da palhada do milho à decomposição, devido esta cultura possuir altos teores de lignina e celulose, o que a torna uma espécie resistente à decomposição. Boer *et al.* (2008) observaram que aos 30, 60 e 90 dias após ao manejo da cultura do milho, a porcentagem de cobertura da superfície do solo pela palha da cultura foi de 93,7, 92,7 e 91,8%, e aos 240 dias após o manejo, a porcentagem de cobertura foi de 17,3%.

Os consórcios de plantas de cobertura apresentaram IC médio variando entre 42,3 e 73,2, para o M+C1 e M+Fg2, respectivamente (Tabela 3). Assim, além de protegerem o solo do impacto direto das gotas de chuva e adicionar nitrogênio, o consórcio entre espécies gramíneas e leguminosas proporciona a produção de biomassa com relação C/N intermediária àquela das espécies em cultivos isolados (GIACOMINI *et al.*, 2003). Com isso, reduz-se a taxa de decomposição dos resíduos culturais, quando comparado às leguminosas solteiras, proporcionando cobertura do solo por mais tempo e sincronia entre fornecimento e demanda de N pelas culturas.

Oliveira *et al.* (2010), trabalhando com plantas de cobertura, observou que até os 60 dias após o plantio não foi observada diferença significativa na taxa de cobertura do solo entre as leguminosas estudadas, sendo que este período corresponde à fase inicial do desenvolvimento vegetativo, considerada como a de maior crescimento e velocidade na cobertura do solo (SODRÉ FILHO *et al.*, 2004). Entretanto, após esse período, observou-se que as espécies de mucunas apresentaram taxas de cobertura do

solo semelhantes, atingindo 100% aos 120 dias após o plantio e que o lab-lab apresentou uma taxa de cobertura do solo 40% menor que a das mucunas, por ser o lab-lab muito susceptível ao ataque de insetos desfolhadores, como a vaquinha (*Diabrotica ssp*) (OLIVEIRA *et al.*, 2010).

Pela Tabela 3 observam-se os modelos ajustados de cobertura vegetal ao longo do ciclo da cultura, bem como os coeficientes de determinação e índice de cobertura vegetal para as plantas estudadas. Os modelos ajustados relacionam a cobertura vegetal (CV) e os dias decorridos após o plantio (D) para o modelo quadrático, que apresentou a melhor significância e alto coeficiente de determinação para a maioria das plantas estudadas. Através dos modelos quadráticos apresentados é possível estimar a porcentagem de cobertura do solo após o plantio, o que auxilia no planejamento dos sistemas de cultivo, evitando que o solo fique descoberto no período de chuvas intensas.

Pela Figura 1 observa-se que a precipitação pluviométrica em Lavras, Sul de Minas Gerais, ocorre com maior intensidade nos períodos de novembro a março, período que se concentra, em média, 90% da erosividade da chuva para Lavras (SILVA *et al.*, 2005; SILVA *et al.*, 2009), com destaque para os meses de dezembro e janeiro. Com isto, evidencia-se a necessidade de se evitar que elevadas precipitações coincidam com o solo descoberto, evitando-se assim o processo erosivo. Dessa forma, o conhecimento do potencial de cobertura do solo oferecido pela cultura, bem como as épocas do ano em que os riscos de erosão são mais eminentes são de fundamental importância para o planejamento das atividades de uso e manejo do solo (BARRETO *et al.*, 2010).

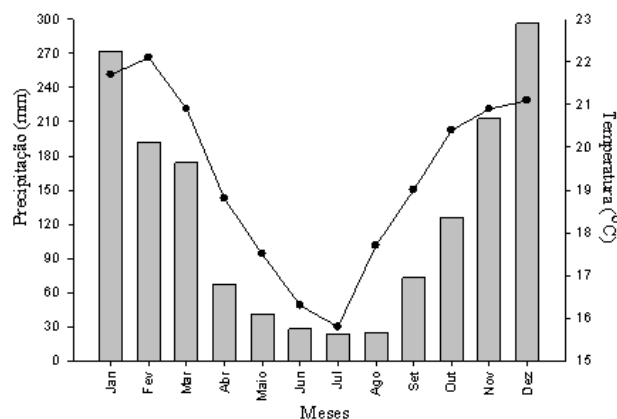


Figura 1 - Distribuição dos valores médios mensais de temperatura e precipitação pluviométrica para a região de Lavras, MG, no período de 1961 a 1990 (BRASIL, 1992).

Silva *et al.* (2005) e Silva *et al.* (2009) determinaram perdas de solo média de 14,54 Mg ha⁻¹, no período de novembro a março, para esta mesma classe de solo em parcela-padrão. Assim, como todas as plantas de cobertura apresentaram índice de proteção à ação erosiva superiores a 30%, com exceção do M5, tem-se que os sistemas são conservacionistas e se forem utilizados, as perdas de solo serão reduzidas para valores na ordem de 10 Mg ha⁻¹, que está abaixo da tolerância de perdas de solo encontrada por Silva *et al.* (2005).

A Figura 2 apresenta o padrão médio de comportamento do índice de cobertura vegetal das 24 plantas estudadas, além do M5 e C2, que foram as plantas que obtiveram o menor e maior IC, respectivamente. Observa-se que o Fp4 apresentou proteção do solo contra a ação erosiva das chuvas já nos primeiros dias, sendo que aos 25 dias após a semeadura (DAS) esta cultura apresentava uma cobertura vegetal capaz de cobrir mais de 50% do solo onde estava instalada. Mesmo o M5, que apresentou o menor IC, nota-se que esta cultura protegeu o solo com valores próximos a 25%, com 75 (DAS), o que já reduz bastante as perdas por erosão em comparação ao solo descoberto. Souza *et al.* (2010), trabalhando com híbridos de milho, obtiveram 58% de cobertura vegetal após 35 dias de pós plantio da planta que apresentou a menor cobertura vegetal, sendo este valor considerado elevado por estes autores. Barreto *et al.* (2010) encontraram IC de 57% para a cultivar de soja que apresentou a menor cobertura vegetal, sendo este um IC também considerado conservacionista.

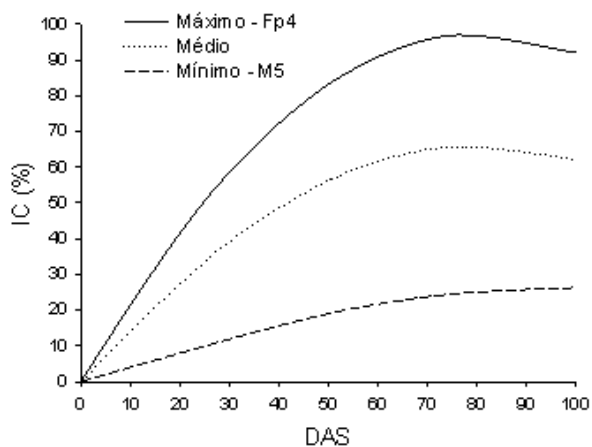


Figura 2 - Cobertura vegetal (CV) de duas plantas e padrão médio de 24 sistemas de utilização de plantas de cobertura.

Conclusões

Dentre as plantas estudadas, a crotalária, o milheto, o feijão-de-porco e o feijão-guandu apresentam os maiores índices de cobertura.

As plantas de cobertura cultivadas sobre a palhada de feijão apresentam maior proteção do solo contra o processo de erosão hídrica.

A utilização de plantas de cobertura do solo é promissora para a região Sul de Minas Gerais, pois estas minimizam o efeito do processo erosivo, principalmente, nos períodos de maior ocorrência de chuva, que nesta região varia de outubro a março, com destaque para os meses de dezembro e janeiro.

Agradecimentos

Os autores agradecem a FAPEMIG, CAPES e CNPq pelo auxílio financeiro e pelas bolsas concedidas aos autores.

Literatura científica citada

- BARBOSA, C. E. M.; LAZARINI, E.; PICOLI, P. R. F.; FERRARI, S. Determinação da massa seca, teor de nutrientes e cobertura do solo de espécies semeadas no outono-inverno. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 6, n. 2, p.265-272, 2011.
- BARRETO, V. C. M.; SILVA, M. L. N.; CURTI, N.; OLIVEIRA, F. P.; REZENDE, P. M.; FURTADO, D. F. Índice de cobertura vegetal e sua modelagem para cultivares de soja no Sul de Minas Gerais. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 34, n. 5, p. 1168-1175, 2010.
- BOER, C. A.; ASSIS, R. L. de; SILVA, G. P.; BRAZ, A. J. B. P.; BARROSO, A. L. de L.; CARGNELUTTI FILHO, A. F. R. Biomassa, decomposição e cobertura do solo ocasionada por resíduos culturais de três espécies vegetais na região Centro-Oeste do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 32, n. 2, p. 843-851, 2008.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Normais Climatológicas: 1961 - 1990**. Brasília, 1992. 84p.
- DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, 2007.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Brasília, 2006. 306p

- FERREIRA, D. F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 2000. (SISVAR 4. 1. pacote computacional).
- FREITAS, D. A. F.; SILVA, M. L. N.; CARDOSO, E. L.; CURI, N. Índices de qualidade do solo sob diferentes sistemas de uso e manejo florestal e cerrado nativo adjacente. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 44, n. 2, p. 417-428, 2012.
- GIACOMINI, S. J.; AITA, C.; VEDRUSCOLO, E. R. O.; CUBILLA, M.; NICOLOSO, R. S.; FRIES, M. R. 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, n. 2, p. 325-334, 2003.
- LOBATO, F. A. O.; ANDRADE, E. M.; MEIRELES, A. C. M.; SANTOS, J. C. N.; LOPES, J. F. B. Perdas de solo e nutrientes em área de Caatinga decorrente de diferentes alturas pluviométricas. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 3, n. 2, p. 65-71, 2009.
- LOPES, A. S.; WIETHÖLTER, S.; GUILHERME, L. R. G.; SILVA, C. A. **Sistema plantio direto: bases para o manejo da fertilidade do solo**. São Paulo, 2004. 110p.
- LOPES, P. R. C.; COGO, N. P.; LEVIEN, R. Eficácia relativa de tipos e quantidade de resíduos culturais espalhados uniformemente sobre o solo na redução da erosão hídrica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 11, n. 1, p. 71-75, 1987.
- LOPES, F. B.; ANDRADE, E. M.; TEIXERA, A. S.; CAITANO, R. F.; CHAVES, L. C. G. Uso de geoprocessamento na estimativa da perda de solo em microbacia hidrográfica do semiárido brasileiro. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 5, n. 2, p. 88-96, 2011.
- OLIVEIRA, F. L.; GOSCH, C. I. L.; GOSCH, M. S.; MASSAD, M. D. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e decomposição de leguminosas utilizadas para adubação verde. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 4, p. 503-508, 2010.
- OLIVEIRA, T. K.; CARVALHO, G. J.; MORAES, R. N. S. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre feijoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 8, p. 1079-1087, 2002.
- SILVA, A. M.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; AVANZI, J. C.; FERREIRA, M. M. Erosividade da chuva e erodibilidade de Cambissolo e Latossolo na Região de Lavras, Sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 6, p. 1811-1820, 2009.
- SILVA, A. M.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; LIMA, J. M.; AVANZI, J. C.; FERREIRA, M. M. Perdas de solo, água, nutrientes e carbono orgânico em Cambissolo e Latossolo sob chuva natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 12, p. 1223-1230, 2005.
- SODRÉ FILHO, J.; CARDOSO, A. N.; CARMONA, R.; CARVALHO, A. M. Fitomassa e cobertura do solo de culturas de sucessão ao milho na Região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 4, p. 327-334, 2004.
- SOUZA, F. S.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; AVANZI, J. C.; PINHO, R. G.; LIMA, G. C. Índice de cobertura vegetal pela cultura do milho no período de chuvas intensas no Sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 2, p. 345-351, 2010.
- STOCKING, M. A. Assessing vegetative cover and management effect. In: Lal, R. (Org.). **Soil erosion research methods**. Iowa: Soil and Water Conservation Society, 1988. p.163-167.
- STOCKING, M. A. **Modelagem de perdas de solo**: sugestões para uma aproximação brasileira. Brasília, 1985. 92p.
- WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. **Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning**. Washington, 1958. 58p. (Agriculture Hand-book, 537).